ANEJO Nº 6. ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 6. ESTRUCTURAS

ÍNDICE

1. CUADRO RESUMEN
2. DESCRIPCIÓN (Tipología, aparatos de apoyo, juntas, impermeabilización, etc.)
3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
   - 3.1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
   - 3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS
4. CÁLCULOS
   - 4.1. ACCIONES CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO
   - 4.2. PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS
   - 4.3. CÁLCULOS
     - 4.3.1. VIADUCTOS

VIADUCTO SOBRE VÍAS DE ANCHO IBÉRICO (L.A.V.)

0. INTRODUCCIÓN
1. DEFINICIÓN GENERAL
2. MEMORIA DE CÁLCULO
   - 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
   - 2.2. BASES DE CÁLCULO
   - 2.3. ACCIONES LOSA PRETENSADA
   - 2.4. CASOS DE CARGA LOSA PRETENSADA
   - 2.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES LOSA PRETENSADA
   - 2.6. ACCIONES PÉRGOLA
   - 2.7. CASOS DE CARGA PÉRGOLA
   - 2.8. COMBINACIÓN DE ACCIONES PÉRGOLA
   - 2.9. MODELOS DE CÁLCULO
   - 2.10. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LOSA PRETENSADA
   - 2.11. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL PÉRGOLA
3. TABLERO LOSA PRETENSADA
   - 3.1. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y DISCRETIZACIÓN
   - 3.2. PRETENSADO, TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS
   - 3.3. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.S.
4. TABLERO PÉRGOLA
   - 4.1. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.S.
   - 4.2. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.U.
5. ANEJOS: LISTADOS
   - 5.1. INTERACCIÓN VÍA TABLERO
   - 5.2. ANÁLISIS DINÁMICO PÉRGOLA

ANEJO DE CÁLCULO

MEMORIA DE CÁLCULO

CÁLCULO DEL TABLERO

CÁLCULO DE LOS ALZADOS ESTRIBOS

1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. CÁLCULO DEL ESTRIBO 1
4. CÁLCULO DE LA PILA 1
5. CÁLCULO DE LA PILA 2

VIADUCTO SOBRE RAMAL M-V (VÍA B-M)

1. DEFINICION GENERAL
2. CÁLCULO DEL TABLERO
3. ESTRIBOS

VIADUCTO SOBRE LA RIERA DE RUBÍ-L.A.V.

1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. CÁLCULO ESTRUCTURAL
4. PRETESADO Y POSTESADO
5. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO
6. VERIFICACIÓN DEL E.L.U. DE ROTURA POR TENSIONES NORMALES
7. VERIFICACIÓN DEL E.L.U. DE ROTURA POR TENSIONES TANGENCIALES
8. VERIFICACIÓN DEL E.L.U. DE FATIGA
9. APARATOS DE APOYO Y JUNTAS
10. VERIFICACIÓN DE CARRILES POR LA INTERACCIÓN VÍA-ESTRUCTURA

ANEJO DE CÁLCULO
1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. CÁLCULO ESTRIBO 1
4. CÁLCULO ESTRIBO 2
5. CÁLCULOS DE LAS PILAS

VIADUCTO SOBRE VÍAS DE ANCHO IBÉRICO (VÍA P-M)

ANEJO DE CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES DE LAS PILAS Y ESTRIBOS
REACCIONES VERTICALES
REACCIONES HORIZONTALES
CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN PILA 1
CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN PILA 2
CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN ESTRIBO 2

CÁLCULO ALETA EN MURO DEL ESTRIBO 1 DEL VIADUCTO SOBRE VÍAS DE ANCHO IBÉRICO (P-M)
1. INTRODUCCIÓN
2. ALETA VOLADA
3. MURO TIPO I
4. MURO TIPO II
5. MURO TIPO III
6. MURO TIPO IV
7. MURO TIPO V
8. MURO TIPO VI

CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL TABLERO
CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL TABLERO MODELO DE EMPARRILLADO PRETENSADO
VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO
VERIFICACIÓN DEL E.L.U. DE ROTURA POR TENSIONES NORMALES
VERIFICACIÓN DEL E.L.U. DE ROTURA POR TENSIONES TANGENCIALES
APARATOS DE APOYO Y JUNTAS
CÁLCULO ESTRIBO 2
CÁLCULO DE LA PILA 1
CÁLCULO DE LA PILA 2

ANEJO DE CÁLCULO
BASES DE CÁLCULO
NORMATIVAS EMPLEADAS
PROGRAMAS INFÓRMATICOS EMPLEADOS EN LOS CÁLCULOS
MATERIALES Y COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD
ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO
CÁLCULO DEL TABLERO. DIMENSIONAMIENTO
APARATOS DE APOYO
LISTADOS DE RESULTADOS DE LOS MODELOS DE CÁLCULO

VIADUCTO SOBRE RIERA DE RUBÍ (VÍA DOBLE B-M)

ANEJO DE CÁLCULO
1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. CÁLCULO ESTRUCTURAL
4. PRETESADO Y POSTESADO
5. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO
6. VERIFICACIÓN DEL E.L.U. DE ROTURA POR TENSIONES NORMALES
7. VERIFICACIÓN DEL E.L.U. DE ROTURA POR TENSIONES TANGENCIALES
8. VERIFICACIÓN DEL E.L.U. DE FATIGA
9. APARATOS DE APOYO Y JUNTAS
10. VERIFICACIÓN DE LOS CARRILES POR LA INTERACCIÓN VÍA-ESTRUCTURA

CÁLCULO ESTRIBO 1
1. INTRODUCCIÓN
2. GEOMETRÍA Y ACCIONES EN CORONACIÓN
3. CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO
4. PLANOS

CÁLCULO ESTRIBO 2
CÁLCULO ALETAS
TABLERO. LISTADOS
1. MODELO DE CÁLCULO
2. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.S.: LISTADO DE TENSIONES FUERZAS DE PRETENSADO
3. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.S.: DEFORMACIONES
4. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.U
5. INTERACCIÓN VÍA-TABLERO
6. ANÁLISIS DINÁMICO

ANEJO DE CÁLCULO DEL VIADUCTO DE RUBÍ L.M. Y L.A.V.
1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. CÁLCULO ESTRIBO 1
4. CÁLCULO ESTRIBO 2
5. CÁLCULO PILAS

VIADUCTO SOBRE CARRETERA C-1413 a (vía P-M)

ANEJO DE CÁLCULO

1. TIPOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
2. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO
3. DESARROLLO DEL CÁLCULO
4. CÁLCULO DEL TABLERO. DIMENSIONAMIENTO
5. CÁLCULO DE APOYO Y REACCIONES
6. LISTADOS DE RESULTADO DE LOS MODELOS DE CÁLCULO

ANEJO DE CÁLCULO

1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. CÁLCULO ESTRIBOS
4. CÁLCULO PILAS

VIADUCTO SOBRE TORRENTE DE BATZACS (LM)

ANEJO DE CÁLCULO (JULIO 2005)

1. TIPOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
2. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO
3. DESARROLLO DEL CÁLCULO
4. CÁLCULO DEL TABLERO. DIMENSIONAMIENTO
5. CÁLCULO DE APOYO Y REACCIONES

ANEJO DE CÁLCULO (ENERO 2005)

1. TIPOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
2. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO
3. DESARROLLO DEL CÁLCULO
4. CÁLCULO DEL TABLERO. DIMENSIONAMIENTO
5. CÁLCULO DE APOYOS Y REACCIONES
6. CÁLCULO PILA 1, 2 Y CIMENTACIONES
7. CÁLCULO PILA 3, 4 Y CIMENTACIONES
8. CÁLCULO ESTRIBO 1 MÓVIL
9. CÁLCULO ESTRIBO 2 FIJO

VIADUCTO SOBRE TORRENTE DE BATZACS (L.A.V.)

1. TIPOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
2. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO
3. DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS
4. CÁLCULO DEL TABLERO. DIMENSIONAMIENTO
5. CÁLCULO DE APOYOS Y REACCIONES
6. DIMENSIONAMIENTO DE PILAS 1, 2 Y CIMENTACIÓN
7. DIMENSIONAMIENTO DE PILA 3 Y CIMENTACIÓN
8. CÁLCULO ESTRIBO MÓVIL
9. CÁLCULO ESTRIBO FIJO

VIADUCTO 6.0 (L.A.V.)

1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COREFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVA
3. CÁLCULO ESTRIBO 1
4. CÁLCULO ESTRIBO 2

ANEJO DE CÁLCULO

1. BASES DE CÁLCULO
2 NORMATIVA APLICADA
3. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS
5. ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO
6. DESARROLLO DEL CÁLCULO
7. CÁLCULO DE APOYOS Y REACCIONES
8. LISTADO DE LOS RESULTADOS DEL CÁLCULO

VIADUCTO 6.0 (L.M.)

1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COREFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVA
3. CÁLCULO ESTRIBO 1
4. CÁLCULO ESTRIBO 2
5. CÁLCULO DE LAS PILAS

ANEJO DE CÁLCULO

1. INTRODUCCIÓN
2. TIPOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
3. BASES DE CÁLCULO
4. NORMATIVA APLICADA
5. PROGRAMAS INFORMÁTICOS EMPLEADOS EN LOS CÁLCULOS
6. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS
7. ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO
8. DESARROLLO DEL CÁLCULO
9. CÁLCULO DEL TABLERO. DIMENSIONAMIENTO
10. CÁLCULO DE APOYOS Y REACCIONES

CÁLCULO DEL MURO AÑADIDO A ALETA 4 DEL P.I. 6.0 (L.M.)

1. INTRODUCCIÓN
2. ACCIONES, MATERIALES, COREFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVA
3. MODELO DE CÁLCULO Y ESFUERZOS
4. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITES Y ARMADOS
5. CONCLUSIONES

4.3.2. PASOS INFERIORES Y SUPERIORES

PASO INFERIOR 3.3.

PASO INFERIOR 3.8

1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COREFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. CÁLCULO DE ESFUERZOS
4. VERIFICACIÓN DE LOS E.L.U.
5. VERIFICACIÓN DEL E.L.S. DE FISURACIÓN
6. CÁLCULO DE LAS ALETAS

PASO SUPERIOR 4.3.

1. DEFINICIÓN GENERAL
2. MEMORIA
3. CÁLCULO DEL TABLERO
4. APOYOS
5. ESTRIBOS
6. PRUEBA DE CARGA. PROYECTO

PASO SUPERIOR 4.8.

1. INTRODUCCIÓN
2. MODELO DE CÁLCULO
3. VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL

CÁLCULO PILA 1

PASO SUPERIOR 5.8. (VÍA P-M Y VÍA DOBLE B-M)

CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

CÁLCULO DE LOS ALZADOS

1. GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVA
3. APARATOS DE APOYO Y JUNTAS
4. CÁLCULO DE ESTRIBO 1
5. CÁLCULO DE ESTRIBO 2
6. CÁLCULO PILAS

CÁLCULO DE LA PANTALLA PROVISONAL PARA PROTECCIÓN DEL ESTRIBO 2

1. OBJETO DE ESTUDIO
2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
3. PERFIL GEOTÉCNICO
4. FASES DE CONSTRUCCIÓN
5. CÁLCULO DE LA PANTALLA
6. CONCLUSIONES

APÉNDICES

CÁLCULO DE LA PANTALLA

PLANOS

ANEJO DE CÁLCULO

1. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO
2. NORMATIVA EMPLEADA
3. PROGRAMAS INFORMÁTICOS EMPLEADOS
4. MATERIALES Y COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD
5. ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO
6. CÁLCULO DEL TABLERO. DIMENSIONAMIENTO
7. APARATOS DE APOYO
8. LISTADOS DE RESULTADOS DE LOS MODELOS DE CÁLCULO

PASO INFERIOR 6.3 Y GALERIA 2X2 ATLL

MEMORIA TÉCNICA

ANEXO 1: ESQUEMA DE COLOCACIÓN

ANEXO 2: ESQUEMAS Y PLANOS DE ARMADO

ANEXO 3: COMPROBACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

ANEXO 4: COMPROBACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN

ANEXO 5: COMPROBACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO DE DEFORMACIÓN

MEMORIA TÉCNICA ALETAS

ANEXO 1: DETALLES DE ARMADO Y EJECUCIÓN

ANEXO 2: PLANOS

PASO SOBRE TORRENTE DE BATZACS

1. INTRODUCCIÓN
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. MODELO DE CÁLCULO, ESFUERZOS Y VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE Y ARMADO

4.3.3. MUROS

MUROS M 3.1

MUROS M 3.2

MUROS M 3.5 MD

1. INTRODUCCIÓN Y GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. MODELO DE CÁLCULO Y ESFUERZOS
4. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE Y ARMADO
5. CONCLUSIONES

MUROS M 3.5 MI

MUROS M 2.2 (VÍA B-M)

MUROS M 4.2

MUROS M 2.6 (VÍA B-M)
MUROS M 2.9. (VÍA B-M)
CÁLCULO MÉNSULA Y PLACA BASE PARA POSTE CATENARIA
MUROS M 5.3. (VÍA DOBLE B-M)
MUROS M 4.0. MD
MUROS M 4.0-MD Y M 4.0-MI
MUROS M 4.0. MI
1. INTRODUCCIÓN Y GEOMETRÍA
2. ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS
3. MODELO DE CÁLCULO Y ESFUERZOS
4. VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE Y ARMADO
MUROS M 4.1. (VÍA B-V) Y 4.1. MD
MUROS M 1. MD CTRA. C-1413a
MUROS M 7.4
MUROS M 5.5 (VÍA L.A.V.)
MUROS M 4.4
MUROS M 4.2B
MUROS M 6.0

5. PROCESO CONSTRUCTIVO

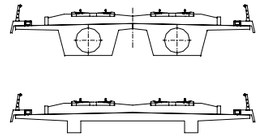
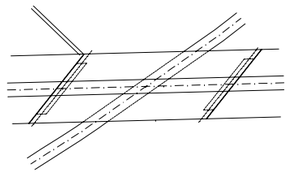
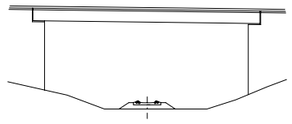
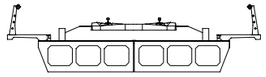
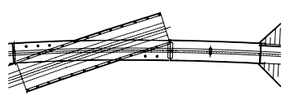
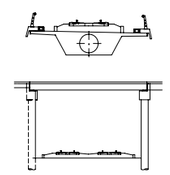
6. CONTROL DE CALIDAD
6.1. EMPRESA CONSTRUCTORA
6.1.1. ESTRUCTURAS “IN SITU” Y PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA
HORMIGÓN
ACERO
OTROS ENSAYOS
CONTROL GEOMÉTRICO
6.1.2. ESTRUCTURAS PREFABRICADAS (EXPEDIENTE DE FABRICACIÓN)
6.2. ASISTENCIA TÉCNICA
6.2.1. ESTRUCTURAS “IN SITU” Y PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA
6.2.2. ESTRUCTURAS PREFABRICADAS (EXPEDIENTE DE FABRICACIÓN)

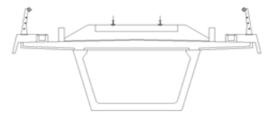
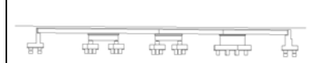
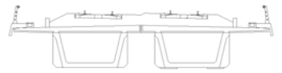
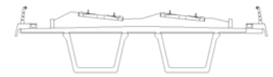
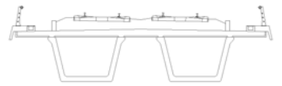
7. ACCESOS Y ELEMENTOS PARA MANTENIMIENTO

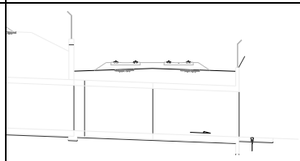
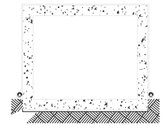
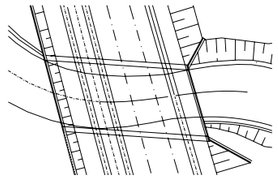
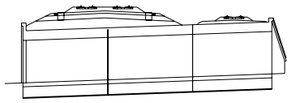
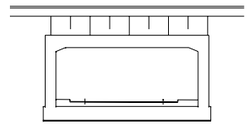
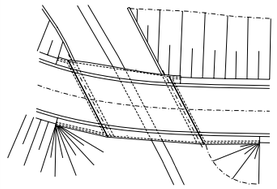
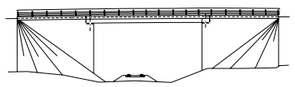
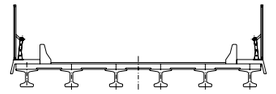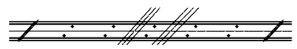
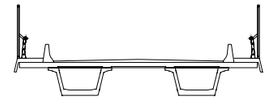
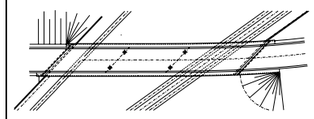
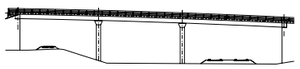
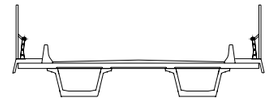
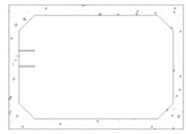
8. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

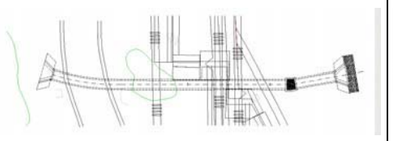
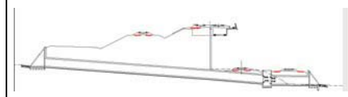
9. MOVIMIENTOS PREVISTOS EN LAS ESTRUCTURAS

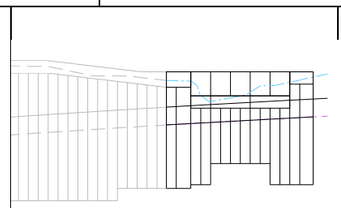
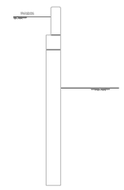
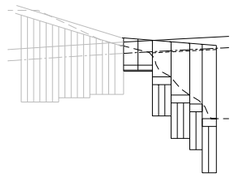
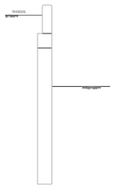
1. Cuadro resumen

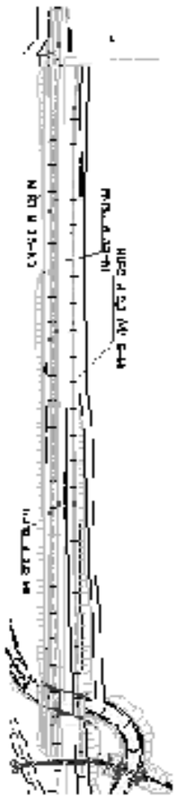
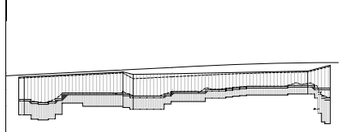
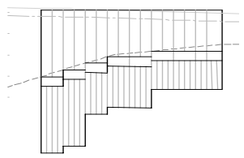
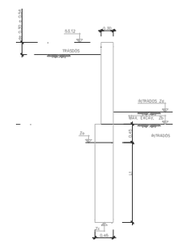
Estructura Nº	P.K.	Denominación	Tipología	Luces (m)	Longitud (m)	Planta	Perfil	Sección
5.1.1	503+940	Viaducto sobre vías de ancho ibérico (LAV)	Artesa prefabricada + pérgola	26.00+15.20 (losa) 15 X 9.20 (pérgola)	41.20 (zona losa) 139.00 (pérgola)			
5.1.2	2+570	Viaducto sobre ramal M-V (vía B-M)	Placa alveolar prefabricada (dividida en 2)	20.20	20.20			
5.1.3	504+960	Viaducto Riera de Rubí (LAV)	Artesa prefabricada	26.00+4x32.00 +26.00	180.00			
5.1.4	5+500	Viaducto Riera de Rubi (vía doble B-M)	Artesa prefabricada	25.00+30.50+30.25+30.00+29.75 +25.00	170.50			
5.1.5	7+540	Viaducto sobre vías de ancho ibérico (vía P-M)	Pérgola + Losa aligerada de hormigón pretensado	63.86 (pérgola) 18.97+20.50 (losa)	103.33			

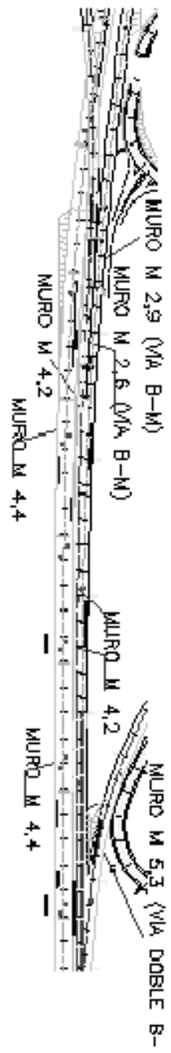
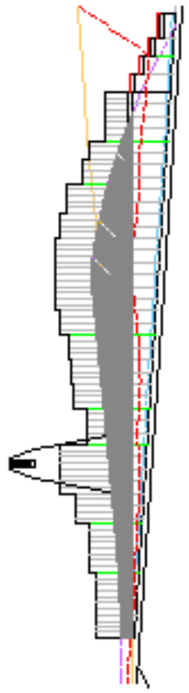
Estructura Nº	P.K.	Denominación	Tipología	Luces (m)	Longitud (m)	Planta	Perfil	Sección
5.1.6	7+740	Viaducto sobre Ctra. C-1413a (vía P-M)	Artesa prefabricada	26.00+38.50x5+26.00	244.50			
5.1.7	505+700	Viaducto sobre Torrente de Batzacs (vía M-P)	Artesa prefabricada	25.00+30.00x3+25.00	140.00			
5.1.8	505+700	Viaducto sobre Torrente de Batzacs (LAV)	Artesa prefabricada	25.00+3X30.00+25.00	115.00			
5.1.10	506+100	Viaducto 6.0 L.A.V.	Artesa prefabricada	27.80	29.93			
5.1.9	506+100	Viaducto 6.0 L.M.	Artesa prefabricada	28.50+29.00+27.00	84.50			

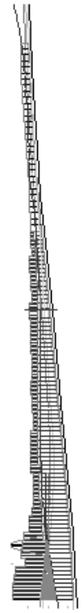
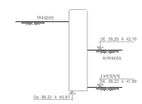
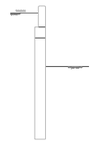
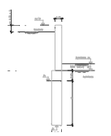
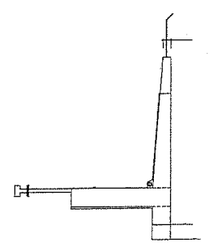
Estructura Nº	P.K.	Denominación	Tipología	Luces (m)	Ancho Tablero (m)	Planta	Perfil	Sección
5.4.1	503+341	P.I. 3,3	Cajón de hormigón armado. Sección: 5.95 x 6.00 Interiores	5.95	14.76			
5.4.3	503+827	P.I. 3.8	Marco cerrado 13.80 X 5.65 Interiores	13.80	41.97			
5.3.1	0+510	P.S. 4.3	Vigas doble T prefabricadas + losa in situ	17.10	Variable $B_{máx}$=11.90			
5.3.2	504+870	P.S. 4.8	Artesas prefabricadas + losa in situ 25.00x6.00	25.00x6.00	11.20			
5.3.3	0+300	P.S. 5.8 (vía P-M y vía doble B-M)	Artesas prefabricadas + losa in situ	20.00+25.50+26.00+33.30	11.20			
5.4.2	506+300	P.I. 6,3	Marco cerrado 3.00x2.00 Interiores	3.00	43.10			

OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
2.7.2.2	Rep. 2+527	ODT 2.5 Sección B-M	Cajón de hormigón armado Estructura hiperestática Aletas rectangulares	Colector 2000 mm diámetro			
	503+874	ODT 2.5 Sección B-M	Cajón de hormigón armado Estructura hiperestática	Colector 2000 mm diámetro			

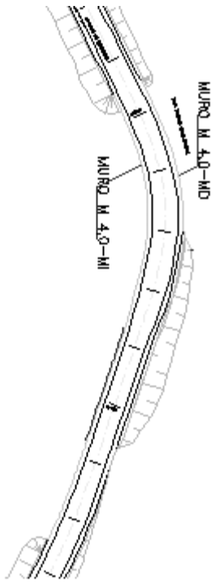
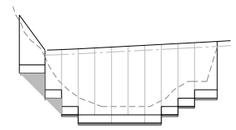
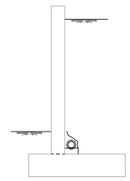
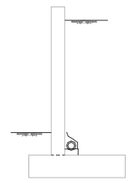
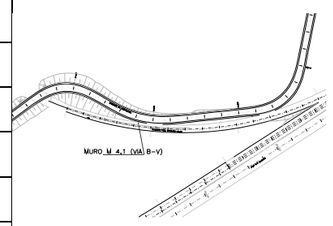
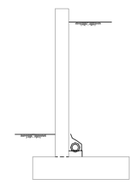
MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.1		M 3,1 Tipo I	Muro pantalla. Espesor pantalla: 0.65m	Longitud: 12.54m			
		M 3,1 Tipo II	Muro pantalla con recrecido. Espesor pantalla: 0.65m	Longitud: 10.40m			
		M 3,1 Tipo III		Longitud : 15.60m			
5.7.1		M 3,2 Tipo I	Muro pantalla con recrecido. Espesor pantalla: 0.40	Longitud: 11.98m			
		M 3,2 Tipo II	Muro pantalla con recrecido. Espesor pantalla: 0.65m	Longitud: 7.80m			
		M 3,2 Tipo III		Longitud: 7.80m			
		M 3,2 Tipo IV		Longitud: 5.20m			
		M 3,2 Tipo V		Longitud: 5.84m			

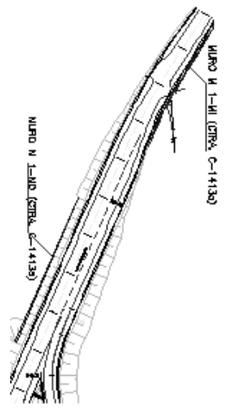
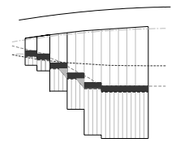
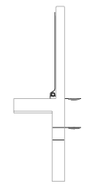
MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.2		M 3,5 MD Tipo I	Muro pantalla con bandeja y recrecido. Espesor pantalla: 0.65m Canto bandeja: 0.65m	Longitud: 165.62m			
		M 3,5 MD Tipo II		Longitud: 98.80m			
		M 3,5 MD Tipo III		Longitud: 123.16m			
		M 3,5 MD Tipo IV		Longitud: 28.30m			
		M 3,5 MD Tipo V		Longitud: 36.40m			
		M 3,5 MD Tipo VI		Longitud: 5.20m			
		M 3,5 MD Tipo VII		Longitud: 13.68m			
5.7.2		M 3,5 MI	Muro pantalla en voladizo. Espesor pantalla: 0.45m Canto viga de atado: 0.45m	Longitud: 200.20m			
5.7.2		M 2,2 (Vía B-M) Tipo I	Muro pantalla en voladizo con recrecido. Espesor pantalla: 0.45m Canto viga de atado: 0.45m	Longitud: 33.68m			
		M 2,2 (Vía B-M) Tipo II		Longitud: 31.20m			
		M 2,2 (Vía B-M) Tipo III		Longitud: 20.80m			

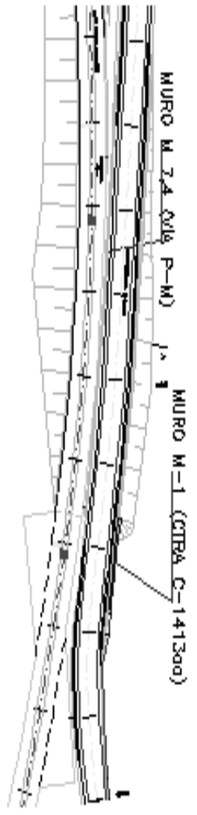
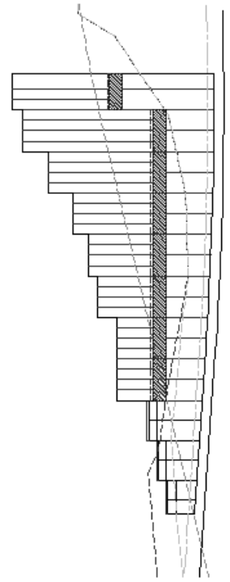
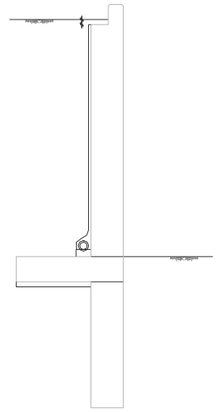
MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.3		M 2,6 (Vía B-M) Tipo I	Muro de hormigón armado.	Longitud: 15.11m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo II	Espesor: 0.40 a 0.50 m	Longitud: 40.80m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo III	Muro de hormigón armado.	Longitud: 20.80m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo IV	Espesor: 0.60 m	Longitud: 10.40m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo V	Muro pantalla con recrecido.	Longitud: 6.00m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo VI	Espesor: 0.45m Viga de atado de canto: 0.45m	Longitud: 6.00m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo VII	Muro pantalla con recrecido. Espesor: 0.65m	Longitud: 26.00m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo VIIIB	Muro pantalla con recrecido.	Longitud: 5.20m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo VIIIC	Espesor: 0.65m	Longitud: 15.60m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo VIIIA	Viga de canto: 0.50m	Longitud: 15.60m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo IX		Longitud: 20.80m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo XA		Longitud: 26.00m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo XB		Longitud: 10.40m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo XC		Longitud: 10.40m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo XIA		Longitud: 15.60m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo XIB	Muro pantalla con recrecido. Espesor: 0.65m	Longitud: 15.60m			
		M 2,6 (Vía B-M) Tipo XIC	Muro pantalla con recrecido. Espesor: 0.65m	Longitud: 10.40m			
		M 2,9 Tipo IA	Muro pantalla con recrecido.	Longitud: 41.60m			
		M 2,9 Tipo IB	Espesores: 0.30 a 0.50m	Longitud: 20.80m			
		M 2,9 Tipo IIB		Longitud: 60.99m			
		M 2,9 Tipo III		Longitud: 70.13m			
		M 2,9 Tipo IV		Longitud: 175.29m			
		M 2,9 Tipo V		Longitud: 91.33m			
		M 2,9 Tipo IIA		Longitud: 62.40m			
		M 2,9 Tipo VI		Longitud: 8.60m			
		M 2,9 Tipo VII		Longitud: 3.85m			

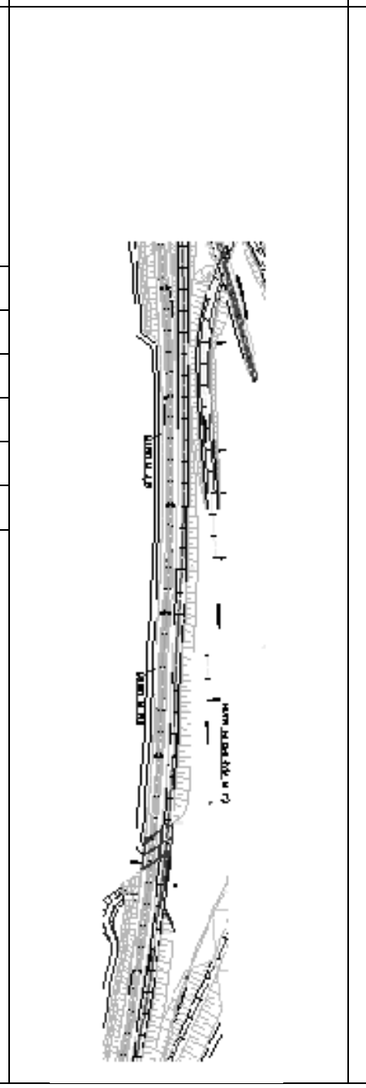
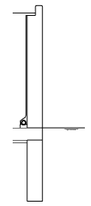
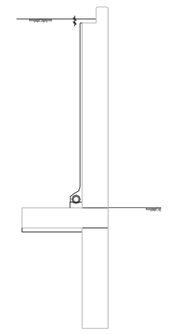
MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.3		M 4,2 Tipo II	Pantalla con recrecido. Espesor de pantalla: 0.45 m	Longitud: 228.80m			
		M 4,2 Tipo III		Longitud: 41.60m			
		M 4,2 Tipo IV		Longitud: 145.60m			
		M 4,2 Tipo VA		Longitud: 46.80m			
		M 4,2 Tipo VB		Longitud: 31.20m			
		M 4,2 Tipo VI	Espesor de pantalla: 0.45 m	Longitud: 36.40m			
		M 4,2 Tipo VIIB	Pantalla con recrecido hasta bandeja, bandeja y recrecido hasta cota trasdós. Espesor de pantalla: 0.65 y 0.80m	Longitud: 10.40m			
		M 4,2 Tipo VIIA		Longitud: 41.60m			
		M 4,2 Tipo VIIIA		Longitud: 28.60m			
		M 4,2 Tipo VIIIB		Longitud: 15.60m			
		M 4,2 Tipo IX	Pantalla con recrecido y bandeja. Espesor de pantalla: 0.65m	Longitud: 18.20m			
		M 4,2 Tipo X		Longitud: 30.31m			
		M 4,2 Tipo XI		Longitud: 11.56m			
5.7.3		M 4,4 Tipo I	Pantalla con recrecido Espesor de pantalla: 0.65m	Longitud: 238.3m			
		M 4,4 Tipo II	Pantalla con bandeja y recrecido. Espesor de pantalla: 0.65m	Longitud: 140.40m			
		M 4,4 Tipo III		Longitud: 62.40m			
		M 4,4 Tipo IV		Longitud: 52.00m			
		M 4,4 Tipo V	Pantalla con bandeja y recrecido más rastrillo. Espesor de pantalla: 0.80m	Longitud: 41.60m			
		M 4,4 Tipo VI		Longitud: 52.00m			
		M 4,4 Tipo VII	Pantalla con bandeja y recrecido. Espesor de pantalla: 0.65m	Longitud: 72.80m			
		M 4,4 Tipo VIII		Longitud: 41.60m			

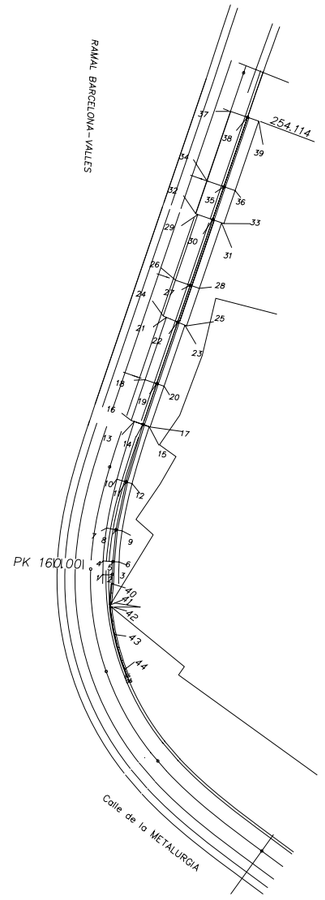
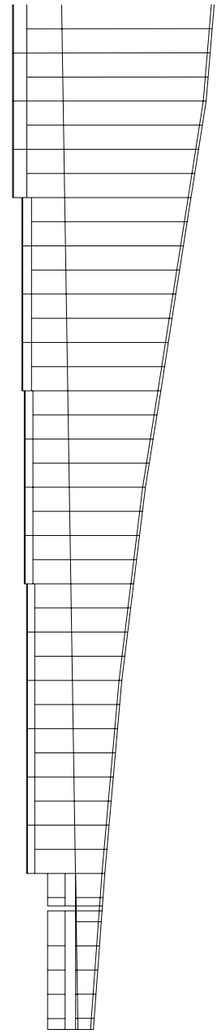
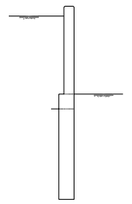
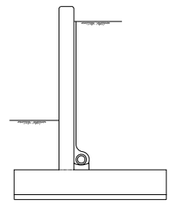
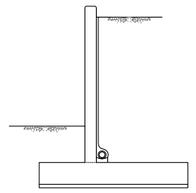
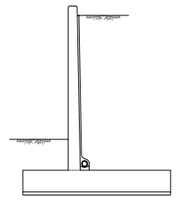
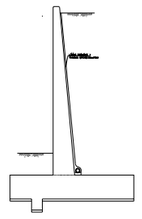
		M 4,4 Tipo VIIIA	Pantalla con bandeja y recrecido más rastrillo. Espesor de pantalla:	Longitud: 15.60m			
		M 4,4 Tipo IX		Longitud: 31.20m			
		M 4,4 Tipo X		Longitud: 38.00m			
		M 4,4 Tipo XA		Longitud: 15.00m			
		M 4,4 Tipo XB		Longitud: 14.40m			

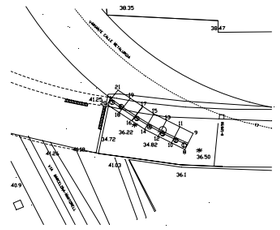
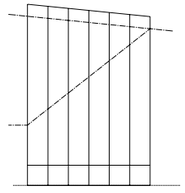
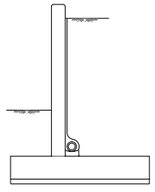
MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.4		M 4,0 MD Tipo I	Muro de gravedad apoyado sobre gravas compactas.	Longitud:24.30m			
		M 4,0 MD Tipo II		Longitud:35.00m			
5.7.4		M 4,0 MI Tipo I	Muro de gravedad apoyado sobre gravas compactas.	Longitud: 52.76m			
		M 4,0 MI Tipo II		Longitud: 69.70m			
		M 4,0 MI Tipo III		Longitud: 10.00m			
		M 4,0 MI TIPO IV		Longitud: 48.25m			
		M 4,0 MI TIPO V		Longitud: 30.00m			
		M 4,0 MI TIPO VI		Longitud: 20.00m			
		M 4,0 MI TIPO VII		Longitud: 35.00m			
5.7.5		M 4,1 (B-V) Tipo II	Muro de gravedad apoyado sobre gravas compactas.	Longitud: 7.70m			
		M 4,1 (B-V) Tipo IV		Longitud: 5.00m			
		M 4,1 (B-V) Tipo VI		Longitud: 5.00m			
		M 4,1 (B-V) Tipo VII		Longitud: 5.00m			
		M 4,1 (B-V) Tipo VIII		Longitud: 8.47m			
		M 4,1 (B-V) Tipo IX		Longitud: 31.20m			
		M 4,1 (B-V) Tipo X		Longitud: 31.20m			
		M 4,1 (B-V) Tipo XI		Longitud: 47.80m			
		M 4,1 (B-V) Tipo XII		Longitud: 31.20m			
		M 4,1 (B-V) Tipo XIII		Longitud: 52.02m			

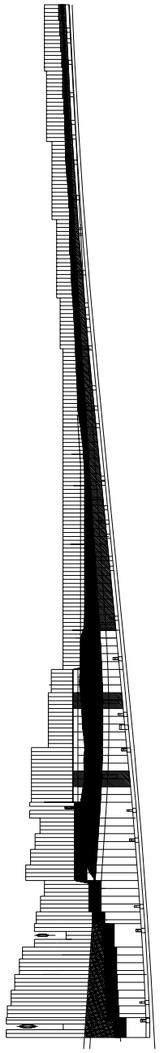
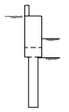
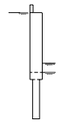
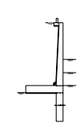
MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.6		M 1 MD Tipo I	Pantalla con bandeja y recrecido.	Longitud: 26.00m			
		M 1 MD Tipo II		Longitud: 31.2m			
		M 1 MD Tipo III		Longitud: 55.00m			
		M 1 MD Tipo IV		Longitud: 10.40m			

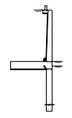
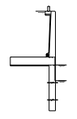
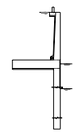
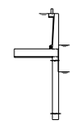
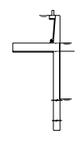
MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.7		M 7,4 (Vía P-M) Tipo I	Muro de hormigón armado.	Longitud: 28.58m			
		M 7,4 (Vía P-M) Tipo II	Pantalla con bandeja y recrecido. Espesor de pantalla: 0.65m	Longitud: 20.80m			
		M 7,4 (Vía P-M) Tipo III		Longitud: 20.80m			
		M 7,4 (Vía P-M) Tipo IV		Longitud: 10.40m			
		M 7,4 (Vía P-M) Tipo V		Longitud: 10.40m			
		M 7,4 (Vía P-M) Tipo VI		Longitud: 10.40m			
		M 7,4 (Vía P-M) Tipo VII		Longitud: 9.20m			

MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.8		M 5,5 Tipo I	Pantalla espesor 0.65m con recrecido.	Longitud: 2.53m			
		M 5,5 Tipo II	Pantalla con bandeja, recrecido. Espesor: 0.65m Recrecido de espesor: 0.65m	Longitud: 5,20m			
		M 5,5 Tipo III		Longitud: 5,20m			
		M 5,5 Tipo IVA		Longitud: 41.60m			
		M 5,5 Tipo IVB		Longitud: 44.20m			
		M 5,5 Tipo IVC		Longitud: 13.00m			
		M 5,5 Tipo V		Longitud: 60.09m			
		M 5,5 Tipo VI		Longitud: 180.09m			

REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.9		M 4,1 MD Tipo I	Pantalla con recrecido. Espesor 0.45m sin bandeja.	Longitud: 16.80m			
		M 4,1 MD Tipo II	Pantalla con recrecido. Espesor 0.50m	Longitud: 31.20m			
		M 4,1 MD Tipo III	Pantalla con recrecido. Espesor 0.60m	Longitud: 20.80m			
		M 4,1 MD Tipo IV	Pantalla con recrecido. Espesor 0.70m	Longitud: 20.80 m.			
		M 4,1 MD Tipo VI	Pantalla con recrecido. Espesor 1.10m	Longitud: 20.80 m.			

MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.10		MURO PASO AMBULANCIA	Pantalla con recrecido. Espesor 0.65m.	Longitud: 15.00m			

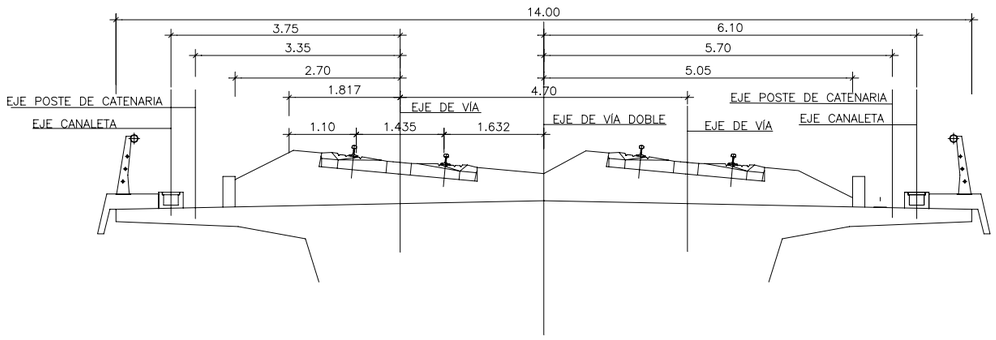
MUROS							
Estructura Nº	**P.K.**	**Denominación**	**Tipología**	**Dimensiones básicas**	**Planta**	**Perfil**	**Sección**
5.7.11		MURO 4.2 NUEVO Tipo II	Pantalla con recrecido y bandeja. Espesor: 0.45	Longitud: 228.79m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo III		Longitud: 41.60m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo IV		Longitud: 145.61m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo VA	Pantalla con recrecido. Espesor: 0.65 Viga de atado 0.65	Longitud: 41.61m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo VB		Longitud: 36.41m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo VI		Longitud: 36.42m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo VIIB	Pantalla con recrecido. Espesor 0.80	Longitud: 10.40m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo VIIA		Longitud: 41.63m			

		MURO 4.2 NUEVO Tipo VIIIA	Pantalla con recrecido. Espesor 0.65	Longitud: 28.62m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo VIIIB		Longitud: 15.61m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo IX		Longitud: 18.21m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo X		Longitud: 28.62m			
		MURO 4.2 NUEVO Tipo XI		Longitud: 13.27m			

2. Descripción (Tipología, aparatos de apoyo, juntas, impermeabilización, etc.)

2. DESCRIPCIÓN

En el tramo Catellbisbal-Papiol de la línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, la línea se acerca a Barcelona siguiendo el cauce del río Llobregat en una zona muy congestionada por las vías de ferrocarril y de tráfico rodado existentes. El escaso margen en el que se mueve la traza obliga en numerosos casos a cruces con esviajes muy pronunciados entre las distintas vías.



Plataforma L.A.V.

2.1. Objeto

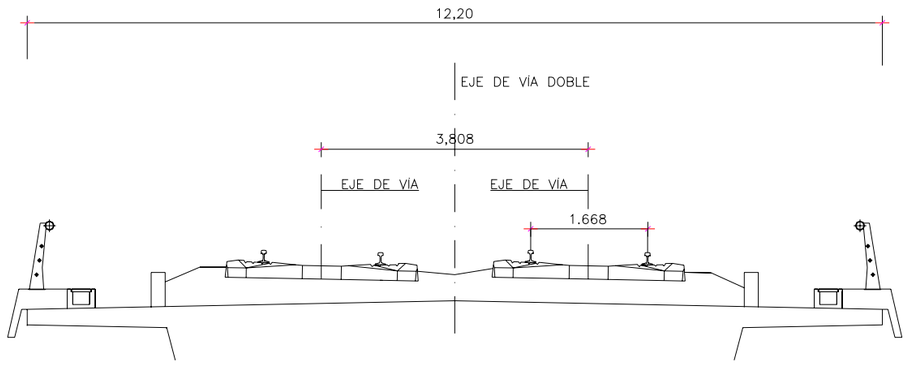
Dentro de este anejo se proyectan y calculan las estructuras correspondientes al tramo Castellbisbal-Papiol de la línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa.

2.2. Descripción general de las estructuras construidas

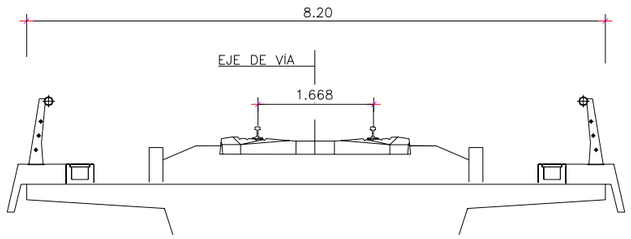
2.2.1. Viaductos

La tipología y definición geométrica se han establecido de acuerdo con los siguientes condicionantes:

Plataforma del ferrocarril:



Plataforma Vía doble de ancho ibérico



Plataforma Vía única de ancho ibérico

- Longitud de vanos: Con las longitudes de vanos que se tienen para estos viaductos se han usado tableros en losa de hormigón pretensado formada por un núcleo central y voladizos laterales. En otros casos se han colocado vigas artesa prefabricada seguido de prelosas, procediendo posteriormente al armado del tablero.

- Esviaje: En los casos en los que el esviaje entre las vías es muy pronunciado ha sido necesario plantear soluciones tipo pérgola

En este tramo se han proyectado seis viaductos:

Viaducto sobre vías de ancho ibérico (L.A.V.)

P.K. 503+940

L=180.20 m

Vanos: 26.00 + 15.20 + Pérgola 139.00

Viaducto sobre ramal Martorell-Vallés (vía Barcelona-Martorell)

P.K. 2+570

L=20.20 m

1 vano

Viaducto Riera de Rubí (L.A.V.)

P.K. 504+960

L=180.00 m

Vanos: 26.00 + 4x32.00 + 26.00

Viaducto Riera de Rubí (Vía doble Barcelona–Martorell)

P.K. 5+500

L=170.50 m

Vanos: 25.00 + 30.50 + 30.25 + 30.00 + 29.75 + 25.00

Viaducto sobre vías de ancho ibérico (vía Puerto-Martorell)

P.K. 7+540

L=103.33 m

Vanos: Pérgola 65.83 + 17.00 + 20.50

Luz de cálculo pérgola: 12.80 m

Viaducto sobre carretera C-1413a (vía Puerto-Martorell)

P.K. 7+740

L= 244.50 m.

Vano luz máxima: 38.50 m.

Viaducto Torrente de Batzacs (L.A.V. y vía Martorell-Puerto)

P.K. 505+700

LAV: Cuatro vanos. Vano máx: 30,30 m. Long.: 115 mts.

M-P: Cinco vanos. Vano máx: 30 m. Long.: 140 mts.

Viaducto 6.0. LAV.

P.K. 506+100

L= 29 M.

Un solo vano.

Viaducto 6.0. LM.

P.K. 506+100

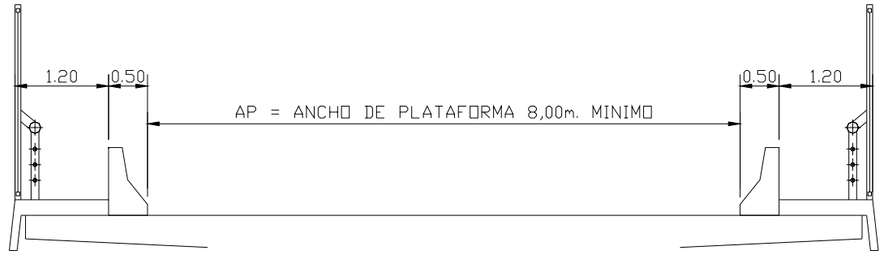
L= 84.50 mts.

Tres vanos

2.2.2. Pasos Superiores e inferiores:

La definición geométrica de los pasos superiores se ha establecido de acuerdo con los siguientes condicionantes:

- Plataforma definida para pasos de carretera:



- Gálibos mínimos:

Horizontal: Se deja un gálibo horizontal entre caras de pilas de 16 m (medidos sobre la perpendicular al eje del ferrocarril).

Vertical: Entre cota superior de carril e intradós de la estructura la distancia mínima es de 6.50 m

La tipología y definición geométrica de los pasos inferiores se ha establecido de acuerdo con los siguientes condicionantes:

- Gálibos mínimos:

Horizontal: El ancho de la plataforma + 2.00 m correspondientes a cunetas pisables de hormigón. Para el paso de carreteras el valor mínimo del ancho de plataforma es 8.00 m.

Vertical: Para el paso de carreteras el valor mínimo en el punto mas desfavorable de la plataforma es 5.30 m.

- Altura de tierras sobre la obra de paso:

Para obras de paso a rasante o con montera de tierras de hasta unos 5.0 m de altura y con luces de hasta 10-12 m se han empleado soluciones tipo pórtico o marco de hormigón armado.

En este tramo se han proyectado tres pasos inferiores y 3 pasos superiores:

P.I. 3,3

Paso inferior constituido por un cajón de hormigón armado con losa superior plana, con un tímpano de altura variable por encima del paso inferior, conectado a los M3,1 y M3,5 MI.

Dimensiones interiores: 5.00 X 4.00 m

Longitud del cajón en proyección: 14.65 m.

Pendiente del cajón: 4.10 %

Recubrimiento máximo de tierras a la cota de plataforma: 2.00 m

P.I. 3.8

Reposición de la calle Metalurgia

P.K. 503+827 (L.A.V.)

L=32.00 m

Marco cerrado de luz libre 14,50 m y gálibo mínimo de 5,50 m.

P.S. 4,3

Calle Metalurgia sobre ramal Barcelona-Vallés

P.K. 0+510 (C.Metalurgia)

L=16.50 m

1 vano

P.S. 4,8

Ctra. B-225

P.K. 504+870 (L.A.V.)

L=150.00 m

Vanos: 6x25.00

P.S. 5.8

Ctra. C-1413a sobre vía doble B-M y vía P-M

P.K. 0+300 (Ctra. C-1413a)

L=70.00 m

Vanos: 2x21.50+27.00

2.2.3. Obras de drenaje transversal

En la O.D.T. 2,5 se ha previsto un tímpano de unos 2.50m de altura. Aletas esviadas con un ángulo variable en función de la obra de drenaje y ajustándose al talud de tierras. Como medidad de protección de la obra de drenaje se dispone de una losa de hormigón de 0.30m de espesor, con un rastrillo de 1.50m de profundidad además de una escollera de protección de piedra calcárea.

2.2.4. Muros

M 3,1

Muro pantalla con dos tipologías. El muro tipo I es una pantalla de 0.65 m de espesor con una viga de atado de 0.65 m de canto. Los muros tipo II y III son pantallas del mismo tipo pero con un recrecido de pantalla por encima del terreno existente.

Longitud: Tipo I 12.54 m
Tipo II 10.40 m
Tipo III 15.60 m

Longitud total: 38.54 m

M 3,2

Muro con dos tipologías. El muro tipo I es un muro de hormigón armado con la cota superior de la zapata a una profundidad mínima de 1.00 m. La altura del muro varía entre 2.06 m y 2.27 m

Los demás tipos de muro consisten en una pantalla de 0.65 m de espesor hasta el terreno existente y un recrecido de muro de canto 0.65 m que en los últimos 0.40 metros se reducen hasta 0.30 m.

Longitud: Tipo I 11.98 m
Tipo II 7.80 m
Tipo III 7.80 m
Tipo IV 5.20 m
Tipo V 5.84 m

Longitud total: 38.82 m

M 3,5 MD

Muro constituido por una pantalla de espesor 0.65 m con una bandeja de canto 0.50 m, y un recrecido de la pantalla del mismo espesor que la pantalla.

Longitud: Tipo IV 16.80 m
Tipo V 433.55 m
Tipo VIII 15.60 m

Longitud total: 465.95 m

M 3,5 MI

El muro es una pantalla en voladizo de espesor 0.45 m con una viga de atado de canto 0.45 m.

Longitud total: 200.20 m

M 2,2 (VIA B-M)

El muro M2,2 es una pantalla de espesor 0.45 m y con una viga de atado de canto 0.45 m, y un recrecido de 0.30 m de canto hasta 0.30 m por encima de la cota del trasdós.

Longitud: Tipo I 33.68 m
Tipo II 31.20 m
Tipo III 20.80 m

Longitud total: 85.68 m

M 2,6 (VIA B-M)

Los 270.71 m del muro 2.6 están constituidos por tres tipologías diferentes de muro. Por un lado los tipos VIII y IX son muros de gravedad de hormigón armado, apoyados sobre relleno compactado. Los tipos I, II, III, y IV están constituidos por una pantalla de espesor 0.45 m y con una viga de atado de canto 0.45 m, y un recrecido de 0.30 m de canto hasta 0.30 m por encima de la cota del trasdós. La pantalla en voladizo es desaconsejable para el resto de pantallas, (tipos V, VI y VII) que han sido proyectadas como pantallas con bandeja. En estas pantallas de espesor 0.45 m, la bandeja de canto 0.45 m ejerce de viga de atado. Por encima de la bandeja, se realiza un recrecido de la pantalla con un muro de 0.30 m.

Longitud: Tipo I 15.11 m
Tipo II 40.80 m
Tipo III 20.80 m
Tipo IV 10.40 m
Tipo V 6 m
Tipo VI 6 m
Tipo VII 41.60 m
Tipo VIII 20.80 m
Tipo IX 20.80 m
Tipo X 46.80 m
Tipo XI 41.60 m

Longitud total: 270.71 m

M 2,9 (VIA B-M)

El muro 2,9 es una pantalla con un recrecido de hormigón del mismo espesor que la pantalla, por encima de la viga de atado.

Longitud total: 535 m

M 4,2

El primer tramo del muro 4,2 es un muro de poca altura, de espesor 0.45, con una clava en el terreno de 1.0m. En los tipos II, III, IV, V y VI dado que el terreno existente se encuentra por debajo del intradós, las pantallas son de pequeña altura y de espesor 0.45 m, con un recrecido de muro hasta 0.30 m por encima del trasdós futuro. En los tipos VII y VIII ocurre lo mismo que en los casos anteriores, sin embargo, aquí es necesaria una bandeja, que se sitúa en la zona de relleno. En resumen, para estos dos tipos, se tiene pantalla con viga de atado hasta la cota de terreno existente, un

recrecido de pantalla hasta la cota inferior de la bandeja. Se hormigona la bandeja, y se sigue con un muro de 0.45 m de canto. Para los tipos IX y X, la pantalla de espesor 0.45 m es una pantalla con bandeja, que realiza las funciones de viga de atado, y un recrecido de muro.

Longitud: Tipo II 228.80 m
Tipo III 41.60 m
Tipo IV 145.60 m
Tipo V 78 m
Tipo VI 36.40 m
Tipo VII 52.00 m
Tipo VIII 44.20 m
Tipo IX 18.20 m
Tipo X 30.31 m
Tipo XI 11.56 m

Longitud total: 686.67 m

M 4,4

En este muro confluyen dos tipologías. El muro tipo I es una pantalla en voladizo con una altura libre de unos 3.0 m y espesor 0.45 m. Por encima de la viga de atado se levanta un recrecido de la pantalla de poca altura. Los muros restantes son pantallas con bandeja, las pantallas son de canto 0.65 m exceptuando los tipos VII y VIII que son pantallas de 0.80 m de espesor. La bandeja tiene un espesor de 0.65 m, y ejerce como viga de atado. El canto del muro por encima de la pantalla es variable según el tipo pero en cabeza es siempre de 0.45 m.

Longitud: Tipo I 238.30 m
Tipo II 140.40 m
Tipo III 62.40 m
Tipo IV 52 m
Tipo V 41.6 m
Tipo VI 52 m
Tipo VII 72.80 m
Tipo VIII 57.20 m
Tipo IX 31.20 m
Tipo X 67.40 m

Longitud total: 815.30 m

M 5,3 (VIA DOBLE B-M)

Dado que el terreno existente está por debajo de la cota de trasdós del muro, se construye una pantalla de 0.45 m de espesor con viga de atado, hasta la cota de terreno existente y se realiza un recrecido de 0.30 m de canto.

Longitud: Tipo V 253.97 m.
Tipo VI 42 m.
Tipo VII 20.80 m.

Longitud total: 318.12 m

M 4,0 MD

El muro es de hormigón armado apoyado sobre gravas compactas. Se divide en dos tipos según la altura.

Longitud: Tipo I 24.30 m

Tipo II 35.00 m

Longitud total: 59.30 m

M 4,0 MI

El muro sigue la misma tipología que el anterior. Este muro y el anterior son muros laterales a la reposición de un vial adyacente a la trinchera del ferrocarril.

Longitud: Tipo I 45.00 m
Tipo II 69.70 m
Tipo III 45.00 m

Longitud total: 159.70 m

M 4,1 (B-V)

Este muro de pie del terraplén de la reposición del vial de la c/Metalurgia es de hormigón armado y sus dimensiones se indican en los planos en función del tipo.

Longitud: Tipo I 57.26 m
Tipo II 52.70 m
Tipo III 80.00 m
Tipo IV 30.00 m
Tipo V 30.00 m
Tipo VI 5.00 m
Tipo VII 5.00 m

Longitud total: 259.96 m

M 1 MD (Ctra C-1413a)

El muro, dividido en tres tipos según su altura, es una pantalla de 0.65 m de espesor hasta cota de terreno existente, una bandeja de canto 0.65 m apoyada sobre 0.10 m de hormigón de limpieza. Por encima se levanta un muro de espesor 0.45 m hasta 0.30 m por encima de la cota de trasdós del muro

Longitud: Tipo I 26 m
Tipo II 31.20 m
Tipo III 55 m
Tipo IV 10.40 m.
Longitud total: 122.60 m

M 7,4 (VIA P-M)

El muro consta de dos tipologías diferentes. El tipo I es un muro de hormigón armado. Los restantes son pantallas de 0.65 m de espesor con bandeja de 0.65 m de canto, y un recrecido con un muro de 0.45 m de espesor de altura variable en función del tipo.

Longitud: Tipo I 28.58 m
Tipo II 20.80 m
Tipo III 20.80 m
Tipo IV 10.40 m
Tipo V 10.40 m
Tipo VI 10.40 m
Tipo VII 9.20 m

Longitud total: 110.59 m

Tipo XI 13.27 m

M 5,5

El muro está formado por pantallas de 0.65 m de espesor con bandeja de 0.65m de canto, y un recrecido con un muro de 0.65 m de espesor de altura variable en función del tipo. El muro tipo I en lugar de bandeja, tiene una viga de atado de 0.65 x 0.65m

Longitud total: 686.80 m

Longitud: Tipo I 2.53 m
Tipo II 5.20 m
Tipo III 5.20 m
Tipo IV 98.8 m
Tipo V 60.09 m.
Tipo VI 180.09 m.

Longitud total: 351.91 m

M 4,2 B

La tipología estructural de este muro es muy parecido al presentado por el muro 4.2. anteriormente descrito. A continuación se presentan las diferentes tipologías:

Longitud: Tipo II 228.79 m
Tipo III 41.60 m
Tipo IV 145.60 m
Tipo V 78 m
Tipo VI 36.42 m
Tipo VII 52.03 m
Tipo VIII 44.23 m
Tipo IX 18.21 m
Tipo X 28.62 m

3.1. DEFINICIÓN GEOMETRICA

3. DEFINICIÓN geométrica

3.1. Viaductos

3.1.1. Viaducto sobre vías de ancho ibérico (L.A.V.)

La estructura se divide en dos tramos. El primero, con 2 vanos de 26.00 y 15.20 m esta constituido por vigas prefabricadas y prelosas. El segundo es una pérgola de 139.00 m de longitud.

Tramo de vigas prefabricadas:

Longitud: 41.20 m (26.00 m + 15.20 m)

Trazado en planta: Clotoide A=746.06

Tramo de pérgola:

Luz libre: 8.20 m

Longitud: 129.93 m (vía izquierda)

139.00 m (vía derecha)

Trazado en planta: Curvo (clotoide + curva circular)

Radio 2420 m

TABLERO:

Tramo de vigas prefabricadas:

Anchura del tablero: 2 tableros de 7.00 m

Canto del tablero 2,14 m

Tramo de pérgola:

Losa de hormigón armado con espesor variable de 20 a 50 cm con nervios de H=1.20

Anchura del tablero: de 14 a 20 m

ESTRIBO 1:

Tipología: Estribo cerrado

Altura: 10.5 m

Número de apoyos: 2

Separación entre apoyos: 2.70 m

Tipo de apoyos: POT (3000 kN)

Empotran tablero a torsión: Sí

Estribo fija en sentido longitudinal: No

PILA 1:

Sección: tipo hipódromo 3.20 x 1.00

Altura de fuste: 10 m

Número de apoyos: 2

Tipo de apoyos: POT (5000 kN)

Separación entre apoyos: 1.90 m

Empotran el tablero a torsión: Sí

Pila fija en sentido longitudinal: No

PILA 2:

Sección: rectangular 6.60 x 1.90

Altura de fuste: 5.619 m

Número de apoyos: 4

Tipo de apoyos: POT (3000 y 1000 kN)

Separación entre apoyos: 2.70 m

Empotran el tablero a torsión: Sí

Pila fija en sentido longitudinal: No

PILAS PERGOLA:

Sección: Circular D=1.00 m

Altura de fuste: 10 m

Número de apoyos: 1

Tipo de apoyos: POT (1000-2000-3000 kN)

Pila fija en sentido longitudinal: No

PANTALLAS:

Sección: Rectangular 6.00 x 0.80

Altura: 10 m

Empotradas al tablero. Funcionan como tope longitudinal del tablero (tablero pretensado unido longitudinalmente a pérgola.

ESTRIBO 2:

Altura: 10 m

Número de apoyos: 2

Separación entre apoyos 7.00 m

Tipo de apoyos: POT (1000 kN)

Empotran tablero a torsión: Sí

Pila fija en sentido longitudinal: No

CIMENTACIÓN:

	Elemento	Zapata	Ten. Admisible
Directa	E-1	6.2x7.3x1.5	0.40 N/mm^2
	P-1	7.3x5.0x1.5	0.45 N/mm^2
	P-2	8.2x3.5x1.2	0.45 N/mm^2
	P-Pérgola	3.4x3.4x1.0	0.45 N/mm^2
	Pantallas	12x8.0x2.5	0.45 N/mm^2
	E-2	13.45x6.0x1.3	0.40 N/mm^2

CONSTRUCCIÓN:

Procedimiento constructivo:

Colocación de vigas y prelosas prefabricadas mediante grúas de gran tonelaje. Armado y hormigonado de tablero.

Hormigón armado in situ sobre cimbra apoyada en el terreno (zona pérgola). Se deberá demoler previamente el viaducto existente.

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.

Se han dispuesto sumideros con rejilla.

APARATO DE DILATACIÓN DE VÍA

No requiere.

3.1.2. Viaducto sobre ramal Martorell-Vallés (vía Barcelona-Martorell)

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Placa alveolar prefabricada
Longitud:	20.20 m (1 vano)
Trazado en planta:	Curva circular R=3650
Esviaje:	56^g

TABLERO:

Canto:	1.00 m
Ángulo de esviaje:	144 g
Anchura del tablero:	6.20 m
Hormigón:	HP-50 (vigas)

ESTRIBOS:

Tipología:	Estribos Cerrados sobre pilotes
Altura:	E-1: 8.80 m
	E-2: 8.50 m
Hormigón:	HA-25

ALETAS

En E-1 y E-2:	**Aletas sobre pilotes**
Altura máxima	**E-1 ~ 8.80 m**
	E-2 ~ 8.50 m
Longitud:	**E-1: 8.00 m (izq) – 23.85 (der)**
	E-2: 15.71 m (izq)
	HA-25

CIMENTACIÓN:

Profunda	Elemento	Nº Pilotes	ϕ (m)	Tope estructural
	E-1	8	1.00	4.5 N/mm^2
	Muro izq E-1	6	1.00	4.5 N/mm^2
	Muro der E-1	16	1.00	4.5 N/mm^2
	E-2	8	1.00	4.5 N/mm^2
	Muro izq E-2	12	1.00	4.5 N/mm^2

APARATOS DE APOYO Y JUNTAS:

Apoyos de neopreno armado: 200 x 300 x 34(24) Tipo 1

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.

DEFENSAS Y PROTECCIONES:

Barandillas H=1.00 m

Barreras de seguridad H=0.50 m

3.1.3. Viaducto Riera de Rubí (L.A.V.)

ASPECTOS GENERALES:

Tipología: Vigas artesa prefabricadas + prelosas

Luces: 26 + 32 + 32 + 32 + 32 + 26

Longitud: 180 m

Trazado en planta: Curvo

Radio 2360 m

TABLERO:

Canto: 2.09 m

Anchura del tablero: 2 tableros de 7.00 m

ESTRIBO 1:

Tipología: Cargadero sobre pilotes

Dimensiones: 3.50 x 3.21 x 7.00 m

Número de apoyos: 2+2

Separación entre apoyos: 2.70 m

Tipo de apoyos: POT (5000 kN)

Empotran tablero a torsión: Sí

Estribo fija en sentido longitudinal: No

PILAS:

Pilas según la dirección de la riera y esviadas con respecto a la L.A.V.

Todas las pilas empotran el tablero a torsión.

El tablero esta vinculado transversalmente a todas las pilas y longitudinalmente solo a la pila 3.

Altura máxima de fuste: 5.62 m

Número de apoyos: 2+2, en cada pila

Tipo de apoyos: POT

Separación entre apoyos: 1.90 m

ESTRIBO 2:

Dimensiones: 1.20 x 3.619 x 7.00 m

Número de apoyos: 4

Separación entre apoyos 2.70 m

Tipo de apoyos: POT (5000 kN)

Empotran tablero a torsión: Sí

Pila fija en sentido longitudinal: No

CIMENTACIÓN:

Profunda	Elemento	Nº Pilotes	Diámetro (m)
	E-1	4	1.50
	P-1	6	1.50
	P-2	6	1.50
	P-3	8	1.50
	P-4	6	1.50
	P-5	6	1.50

E-2	4	1.50

CONSTRUCCIÓN:

Procedimiento constructivo: Colocación de vigas y prelosas prefabricadas desde plataformas habilitadas. Armado y hormigonado del tablero. Se debió demoler previamente el puente existente y pasar su tráfico por el viaducto de la riera de Rubí. (vía doble B-M)

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.

Se han dispuesto sumideros con rejilla.

APARATO DE DILATACIÓN DE VÍA

No requiere.

3.1.4. Viaducto Riera de Rubí (Vía doble Barcelona–Martorell)

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Vigas artesa prefabricadas + prelosas
Luces:	25 + 30.5 + 30.25 + 30 + 29.75 + 25
Longitud:	170.5 m
Trazado en planta:	Curvo (círculo + clotoide)
Radio	4500 m

TABLERO:

Canto:	2.09 m.
Anchura del tablero:	2 tableros de 6.10 m

ESTRIBO 1:

Tipología:	Cargadero sobre pilotes
Dimensiones:	**1.80 x 2.168 x 6.10 m**
Número de apoyos:	**4**
Separación entre apoyos:	**2.70 m**
Tipo de apoyos:	**POT (3500 kN)**
Empotran tablero a torsión:	**Sí**

Estribo fija en sentido longitudinal: No

PILAS:

Pilas según la dirección de la riera y enfrentadas a las del viaducto de la L.A.V.

Todas las pilas empotran el tablero a torsión.

El tablero esta vinculado transversalmente a todas las pilas y longitudinalmente solo a la pila 3.

Altura máxima de fuste: 5.67 m
Número de apoyos: 2+2, en cada pila
Tipo de apoyos: POT
Separación entre apoyos: 1.90 m

ESTRIBO 2:

Dimensiones: 1.20 x 3.168 x 6.10 m
Número de apoyos: 4
Separación entre apoyos 2.70 m
Tipo de apoyos: POT (3500 kN)
Empotran tablero a torsión: Sí
Pila fija en sentido longitudinal: No

CIMENTACIÓN:

Profunda	Elemento	Nº Pilotes	Diámetro (m)
	E-1	4	1.50
	P-1	6	1.50
	P-2	6	1.50
	P-3	8	1.80
	P-4	6	1.50
	P-5	6	1.50
	E-2	4	1.50

CONSTRUCCIÓN: Colocación de vigas y prelosas prefabricadas desde plataformas habilitadas. Armado y hormigonado del tablero.

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.
Se han dispuesto sumideros con rejilla.

APARATO DE DILATACIÓN DE VÍA

No requiere.

3.1.5. Viaducto sobre vías de ancho ibérico (vía Puerto-Martorell)

ASPECTOS GENERALES:

La estructura se divide en dos tramos. El primero es una pérgola de 66,00 m de longitud y el segundo es una losa aligerada de hormigón pretensado con 2 vanos de 17,00 y 20,50 m. El tramo de 66.00 m a su vez está dividido en 2 zonas: una losa armada entre el estribo y el dintel de apoyo de la pérgola; y la pérgola de vigas pretensadas.

Tramo de pérgola:

Luz libre: 12.00 m
Luz de cálculo 12.80 m
Longitud: 65.83 m
Trazado en planta: Curvo (Clotoide + curva circular)
Radio 1100 m

Tramo de losa aligerada de hormigón pretensado:

Longitud: 37.50 m (17.00 m + 20.50 m)

Trazado en planta: Curva circular R=1100

TABLERO

Tramo de pérgola:

Losa de hormigón armado e=0.30 m con vigas en las líneas de apoyos.

Pérgola: Vigas T invertidas con apariencia final de losa.

Tramo de losa aligerada de hormigón pretensado:

Anchura del tablero: 8.20 m

Canto del tablero : 1.60 m

Aligeramiento: Circular ϕ 1.30 m

APOYOS

E-1:

Estribo cerrado sobre pilotes

Altura total: ~ 10.50 m

Aparatos de apoyo de neopreno: 2 para la losa de hormigón armado (tipo 4)

1 para el dintel de la pérgola (tipo 1)

APOYOS DE PÉRGOLA:

Cargadero de 1.20 x 1.00 m sobre pilas-pilote separadas ~ 5.00 m

Altura de fuste: 9.50 m

Diámetro de fuste: 0.80 m

Pilas empotradas en el cargadero

PILA 1:

Tabique de 2.00 m x 6.80 m

Altura total: ~ 10.90 m

Altura de fuste: 9.61 m

Aparatos de apoyo de neopreno: 2 para la losa de hormigón armado (tipo 4)

1 para el dintel de la pérgola (tipo 1)

Aparatos de apoyo tipo POT: 2 para el tablero pretensado (2000 kN)

Separación entre apoyos:3.20 m

Empotran el tablero a torsión

Pila fija en sentido longitudinal: No

PILA 2: 2.20 x 1.00 m

Altura total: 8.63

Altura de fuste: 7.33 m

Número de apoyos: 2

Aparatos de apoyo tipo POT: 2 (5000 kN)

Separación entre apoyos:2.20 m

Empotran el tablero a torsión

Pila fija en sentido longitudinal: No

E-2:

Estribo cerrado sobre pilotes

Altura total: ~ 10.80 m

Aparatos de apoyo tipo POT: 2 (2500 kN). Sirven de punto fijo longitudinal.

Separación entre apoyos:3.20 m

Empotran el tablero a torsión — No requiere.

Estribo fijo en sentido longitudinal: Si

ALETAS

E-2: 2 aletas sobre pilotes

Altura máxima ~ 10.30 m (total)

CIMENTACIÓN:

Profunda	Elemento	Nº Pilotes	ϕ (m)
	E-1	4	1.25
	Apoyos pérgola	1	1.00
	P-1	2	1.50
	P-2	2	1.25
	E-2	8	1.25
	Aleta izq E-2	10	1.00
	Aleta der E-2	12	1.00

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.

Se han dispuesto sumideros con rejilla.

APARATO DE DILATACIÓN DE VÍA

Hormigón: HA-30

Aparatos de apoyo: TIPO POT

3.1.6. Viaducto sobre carretera C-1413a (vía Puerto-Martorell)

ASPECTOS GENERALES:

Tipología: Vigas artesa prefabricadas + prelosas

Luces: 7 vanos con máx. 38.5 m.

Longitud: 244.50 m

Trazado en planta: Curvo circular

TABLERO

Vigas prefabricadas sección artesa y losa in situ

Canto total: 2.20 m (viga)+0.30 m (losa)

Hormigón: HP-50 (vigas)

HA-25 (losa)

Apoyos tipo POT (ver anejos de cálculo)

ESTRIBOS

E-1 y E-2: Estribos cerrados sobre pilotes

Altura total: E-1~ 9.10 m

E-2~ 10.70 m

PILAS:

Sección: Zapata Rectangular 7x7 m.

Fuste circular (diám. 2m.)

Altura de pilas: Aprox.7.80 m.

CIMENTACIÓN:

Profunda

Elemento	Nº Pilotes	ϕ (m)
E-1	4	1.80
P-1	4	1.50
P-2	4	1.50
P-3	4	1.50
P-4	4	1.50
P-5	2+2	1.50
P-6	4	1.50
E-2	6	1.80

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.

Se han dispuesto sumideros con rejilla.

SERVICIOS AFECTADOS

Entre la C-1413a y el E-2 se ubican varias reposiciones de tuberías de gas cuya distancia mínima de separación al estribo y a la carretera condiciona la luz del tablero.

3.1.7. Viaductos Torrente de Batzacs (L.A.V. y vía Martorell-Puerto)

ASPECTOS GENERALES:

LAV:

Tipología:	Vigas artesa prefabricadas + prelosas
Luces:	4 vanos con máx. 30.30 m.
Longitud:	115 m

VÍA M-P:

Tipología:	Vigas artesa prefabricadas + prelosas
Luces:	5 vanos con máx. 30 m.
Longitud:	140 m

ESPESORES:

Tablero: Viga (1.90 m) + Losa (media 0.30 m).

Apoyos tipo POT (ver anejos de cálculo)

CIMENTACIÓN:

Profunda mediante pilotes de diámetro 1,50 mts.

LAV: E-1 (9 uds.) + pilas (6 uds/ pila) + E-2 (12 uds.)

VÍA M-P: E-1 (4 uds.) + pilas (4 uds/pila) + E-2 (10 uds.)

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.

Se han dispuesto sumideros con rejilla.

3.1.8. Viaducto 6.0. LM

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Vigas artesa prefabricadas + prelosas
Luces:	3 vanos (luz máx. 29 m.)
Longitud:	84.50 m

ESPESORES:

Tablero: Viga (2.20 m) + Losa (media 0.30 m).

Apoyos tipo POT (ver anejo cálculo)

CIMENTACIÓN:

Profunda mediante pilotes (6+4+4+8) de diámetro 1,50 mts.

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.

Se han dispuesto sumideros con rejilla.

CONSTRUCCIÓN: Colocación de vigas y prelosas prefabricadas desde plataformas habilitadas. Armado y hormigonado del tablero.

3.1.9. Viaducto 6.0. LAV

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Vigas artesa prefabricadas + prelosas
Luces:	3 vanos
Longitud:	29 m

ESPESORES:

Tablero: Viga (2.20 m) + Losa (media 0.30 m).

Apoyos tipo POT 6000 KN.

CIMENTACIÓN:

Profunda mediante 12 pilotes (6+6) de diámetro 1,50 mts.

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización. El sistema de impermeabilización es tipo I bajo balasto y tipo III en el resto.

Se han dispuesto sumideros con rejilla.

CONSTRUCCIÓN: Colocación de vigas y prelosas prefabricadas desde plataformas habilitadas. Armado y hormigonado del tablero.

3.2. Pasos superiores e inferiores

3.2.1. P.I. 3,3

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Marco de hormigón armado
Longitud:	14.65 m
Dimensiones:	5.00 m x 4.00 m (interiores)
Hormigón:	HA-25
Esviaje:	99.73^g

ESPESORES:

Dintel:	0.50 m
Hastiales:	0.50 m
Zapata:	0.50 m

CIMENTACIÓN:

Directa

Hormigón:	HA-25
Dimensiones	14.65 x 6.00 x 0.50
σ_{adm}	0.30 N/mm^2

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La estructura se protege con una capa de impermeabilización. Se ha dispuesto una lámina drenante en los hastiales y un tubo dren poroso al nivel de la zapata.

CONSTRUCCIÓN:

Compatible con calle Metalurgia, paso inferior existente, muros adyacentes y reposición vía B-M que se inicia junto a esta estructura.

3.2.2. P.I. 3,8

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Marco de hormigón armado
Longitud:	32.00 m
Dimensiones:	14.50 m x 6.0 m (interiores)
Hormigón:	HA-25
Esviaje:	79^g

ESPESORES:

Dintel:	1.25 m
Hastiales:	1.10 m
Zapata:	1.40 m

CIMENTACIÓN:

Directa

Hormigón:	HA-25
Dimensiones	32.00 x 17.10 x 1.40
σ_{adm}	0.30 N/mm^2

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La estructura se protege con una capa de impermeabilización. Se ha dispuesto una lámina drenante en los hastiales y un tubo dren poroso al nivel de la zapata.

CONSTRUCCIÓN:

Compatible con calle Metalurgia, demolición del viaducto existente y reposición vía B-M.

3.2.3. P.S. 4.3

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Vigas doble T prefabricadas+losa in situ
Longitud:	16.50 m (1 vano)
Esviaje:	57^g

TABLERO:

Canto:	0.80 m (vigas)+0.25 m (losa)
Ángulo de esviaje:	57 g
Anchura del tablero:	Variable $B_{máx}$=11.90 m
Anchura aceras:	1.20 m
Hormigón:	HP-45 (vigas)
	HA-25 (losa)

ESTRIBOS:

Tipología:	Estribos Cerrados sobre pilotes
Altura:	E-1: 10.20 m
	E-2: 10.10 m
Hormigón:	HA-25

CIMENTACIÓN:

Profunda

Elemento	Nº Pilotes	ϕ (m)	Tope estructural
E-1	11	1.25	4.5 N/mm^2
Muro en E-1	4	1.25	4.5 N/mm^2

E-2	11	1.25	4.5 N/mm^2
Muro izq E-2	6	1.25	4.5 N/mm^2
Muro der E-2	4	1.25	4.5 N/mm^2

APARATOS DE APOYO Y JUNTAS:

Apoyos de neopreno armado: 200 x 250 x 30(21) Tipo 1

Junta de dilatación de 50 mm de recorrido

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización y se han dispuesto sumideros con rejilla.

DEFENSAS Y PROTECCIONES:

Barandillas H=1.00 m

Barreras de seguridad H=0.50 m

3.2.4. P.S. 4.8

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Vigas artesa prefabricadas (2)+losa in situ
Luces:	6x25.00
Longitud:	150.00 m
Trazado en planta:	Recto
Esviaje:	53^g

TABLERO:

Canto:	1.30 m (vigas)+0.25 m (losa)
Ángulo de esviaje:	147 g
Anchura del tablero:	11.20 m
Anchura aceras:	1.20 m
Hormigón:	HP-45 (vigas)
	HA-25 (losa)

PILAS:

Tipología:	Pila pilote con fuste circular (2 fustes)
Sección:	Maciza circular ϕ1.10 m
Altura máxima de pilas:	P-3: 9.60 m
Hormigón:	HA-30
Apoyos de neopreno armado:	250x600x74(53) en P-3
	250x600x63(45) en el resto

ESTRIBOS:

Tipología:	Cargadero sobre tierra armada
Altura máxima:	~8.50 m (muro T.A.)
Hormigón:	HA-25

Apoyos de neopreno armado: 350x400x84(60)

CIMENTACIÓN :

	Elemento	Nº Pilotes	ϕ (m)	Tope estructural
Profunda	Pilas	1/pila	1.25	4.5 N/mm^2

JUNTAS:

Junta de dilatación de 76 mm de recorrido en P-3 y de 50 mm de recorrido en estribos

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización y se han dispuesto sumideros con rejilla.

DEFENSAS Y PROTECCIONES:

Valla de protección H=2.50 m (sobre la acera) en la zona sobre el FFCC
Barandillas H=1.00 m
Barreras de seguridad H=0.50 m

3.2.5. P.S. 5.8

ASPECTOS GENERALES:

Tipología:	Vigas artesa prefabricadas +losa in situ
Luces:	20 + 25.50 + 26 +33.30
Longitud:	104.8
Trazado en planta:	Recto – Clotoide A=125
Esviaje:	52^g

TABLERO:

Canto:	1.50 m (vigas)+0.25 m (losa)
Ángulo de esviaje:	148 g
Anchura del tablero:	16 m.
Anchura aceras:	1.20 m
Hormigón:	HP-45 (vigas)
	HA-25 (losa)

PILAS:

Tipología:	Pila pilote con fuste circular (3 fustes)
Sección:	Maciza circular ϕ1.10 m
Altura de pilas:	Aprox. 10.90 m
Hormigón:	HA-30

Apoyos de neopreno armado.

ESTRIBOS:

Tipología:	Estribos Cerrados sobre pilotes
Hormigón:	HA-25

Apoyos de neopreno armado.

ALETAS

En E-1 y E-2: Aletas sobre pilotes

Altura máxima	**E-1 ~ 10.30 m**
	E-2 ~ 10.40 m
Longitud:	**E-1: 13.28 m (izq) – 26.30 (der)**
	E-2: 23.75 m (izq) – 7.00 (der)
	HA-25

CIMENTACIÓN:

Profunda	Elemento	Nº Pilotes	ϕ (m)
	E-1	11	1.80
	Aleta E-1 izq	4+4	1.25 – 1.00
	Pilas	1/pila	1.25
	E-2	11	1.80
	Aleta E-2 izq	4+4+4	1.25 – 1.00

JUNTAS:

Junta de dilatación de 50 mm de recorrido en estribos

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE:

La cara superior del tablero lleva una capa de impermeabilización y se han dispuesto sumideros con rejilla.

DEFENSAS Y PROTECCIONES:

Barandillas H=1.00 m

Barreras de seguridad H=0.50 m

3.3. Muros

La definición geométrica de las diferentes tipologías de muros ya se ha presentado en el apartado nº2 DESCRICPIÓN del presente anejo de estructuras. Para un mayor detalle puede consultarse el documento nº2 Planos del presente proyecto construido.

3.2. CLASIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 6. ESTRUCTURAS

3.2 CLASIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS

La **clasificación de las estructuras** se encuentra detallada en el epigrafe numero 4 del presente PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA DE LA L.A.V. MADRID ZARAGOZA BARCELONA FRONTERA FRANCESA TRAMO: CASTELLBISBAL – PAPIOL.

4. Cálculos

4.1. ACCIONES CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO

CÁLCULO DE LAS ESTRUCTURAS

1.1. BASES DE CÁLCULO

1.1.1. Viaductos

Instrucciones y Normas aplicadas

Para el establecimiento de acciones y combinaciones necesarias para la obtención de las solicitaciones de cálculo empleadas en la comprobación de los diferentes estados límite se ha seguido una doble vía paralela:

Cálculo 1: Se han utilizado las siguientes instrucciones:

-"Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril", correspondiente a la O.M. de 25 de junio de 1975 (IPF-75)

-"Norma de construcción sismoresistente: Parte general y edificación (NSCE-94)" R.D. 29 de diciembre de 1994

Para establecer las hipótesis y combinaciones de cálculo y sus correspondientes coeficientes se ha utilizado la siguiente instrucción:

-"Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) " R.D. 2661/1998 de 11 de diciembre

En este caso se han considerado las acciones proporcionadas por las instrucciones indicadas como valores característicos Q_k. Para determinar los valores de combinación, frecuente y cuasipermanente de las acciones se han utilizado los siguientes valores de los coeficientes Ψ:

Acciones	Ψ_o	Ψ_1	Ψ_2
Cargas de Tráfico	0.8	0.8 1 vía cargada 0.6 2 vías cargadas 0.4 3 ó más vías cargadas	0.0
Viento	0.6	0.5	0.0
Temperatura	0.6	0.6	0.5

Cálculo 2: Se han utilizado las siguientes instrucciones:

"Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 3: Cargas de tráfico en Puentes". UNE-ENV 1991-3: Octubre 1997 (EC1.1.3)

- Para establecer las hipótesis y combinaciones de cálculo y sus correspondientes coeficientes de ponderación se ha utilizado la siguiente instrucción:

"Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 1: Bases de Proyecto". UNE-ENV 1991-1: Octubre 1997 (EC1.1)

Una vez realizados los dos cálculos paralelos por las dos vías anteriores, se han adoptado como solicitaciones de diseño, la envolvente de las obtenidas.

- Para dimensionamiento y comprobación de secciones: Se ha actuado en todo momento, de acuerdo con la normativa española:

-"Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE) R.D. 2661/1998 de 11 de diciembre

- Para la evaluación de los coeficientes de impacto de las sobrecargas ferroviarias:

Se ha realizado un análisis dinámico con los trenes 3 y 4 del EC1. Las deformaciones obtenidas con este análisis se han comparado con las obtenidas al aplicar estáticamente el modelo 71 (EC1) con sus correspondientes coeficientes.

- Para la comprobación de la fatiga :

"Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón". ENV 1992.2: Septiembre 1996 (EC2.2)

- La comprobación de flechas, deformaciones y vibraciones se ha hecho de acuerdo con la norma:

"Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 3: Cargas de tráfico en Puentes". UNE-ENV 1991-3: Octubre 1997 (EC1.1.3)

- El análisis de la interacción vía estructura se ha hecho de acuerdo con la norma:

"Norma U.I.C. Ficha 774.3 R" 1ª edición. Febrero 1999 (U.I.C. 774.3)

Características de los materiales

- Hormigones:

TIPO	fck (N/mm^2)	ELEMENTO ESTRUCTURAL
HP-50	50	Vigas prefabricadas
HP-40	40	Tableros pretensados construidos in situ
HA-30	30	Alzados de pilas
HA-25	25	Cimentación y estribos
HM-15	15	Limpieza en cimentaciones

Coeficiente parcial de seguridad para E.L.U.: γ_c= 1.50

- Acero:

- Armaduras pasivas:

B 500 S f_{yk} = 500 N/mm^2

Coeficiente parcial de seguridad para E.L.U.: γ_s= 1.15

- Para armaduras activas

Y 1860 S7 ϕ 15.2 mm $f_{máx}$ = 1860 N/mm^2

- Características del acero de pretensado:

Relajación del 2.5% para una tensión del 70% de $f_{máx}$ aplicada durante 1000 horas.

Tendones de pretensado interior adherentes no reemplazables.

Tensiones máximas de anclajes de 0.75 $f_{máx,k}$ al tesar.

Tensiones máximas de anclajes de 0.75 $f_{máx,k}$ al bloquear

Coeficiente parcial de seguridad para E.L.U.: γ_p= 1.15

Niveles de control de calidad adoptados

Para todos los elementos de las estructuras se ha empleado un nivel de control de ejecución a nivel intenso

Recubrimientos y abertura de fisura máxima:

Elemento estructural	Tipo de ambiente	$r_{mín}$ (mm)	r_{nom}(mm)	$w_{máx}$(mm)
Vigas prefabricadas	IIb	25	30	0.2
Tablero de HP	IIb	30	35	0.2
Encepados y pilotes	IIa	25	30	-

Descripción de programas de ordenador utilizados

Para obtener las solicitaciones de cálculo que se emplean para la comprobación de los diferentes estados límite se ha utilizado el programa de análisis estructural ROBOT Millenium V.14.5

A continuación se describen otros programas utilizados:

Envolvente de Hipótesis de Carga
(“robcomb”)

Los resultados obtenidos para cada una de las hipótesis de carga mediante el programa ROBOT, son almacenados en un fichero *.TXT.

El programa ROBCOMB se encarga de realizar la combinación de las diferentes hipótesis de carga, al leer el fichero TXT. Para su funcionamiento, precisa unos ficheros *.PON, en los que se define el carácter de cada una de las hipótesis y el coeficiente por el que queda afectada dicha hipótesis.

El carácter de cada hipótesis puede ser:
1 -Permanente: La hipótesis está siempre actuando en la estructura.
2 -Variable: Si la hipótesis puede aparecer o no combinada con las demás hipótesis. Se indica con 2.
3 al 10 -Excluyente: Un conjunto de hipótesis de carga se agrupan bajo un mismo carácter excluyente cuando sólo puede existir una de esas hipótesis simultáneamente. Todo el grupo tiene un carácter variable con las demás hipótesis que tengan carácter diferente al suyo.

Diagrama de interacción N - M en secciones
de hormigón armado y pretensado .
(“esfulta”)

El siguiente programa tiene por objeto determinar el diagrama de interacción axil - flector de secciones de hormigón armado y pretensado sometidas a solicitaciones normales siguiendo los dominios de deformación de la EHE.

La sección transversal se discretiza en “n” trapecios de hormigón. Como diagrama tensión – deformación se adopta en el cálculo el diagrama parábola – rectángulo.

El acero pasivo se introduce en capas, definiéndose sus áreas y sus profundidades respectivas a partir de la fibra superior. Como diagrama tensión – deformación se usa el diagrama bilineal de la norma.

El acero activo se introduce en varias capas, análogamente al pasivo. El programa calcula internamente las deformaciones de neutralización del acero activo

El programa calcula los diferentes planos de rotura variando la fibra neutra y apoyándose en el pivote correspondiente de los diferentes planos de dominios de deformación de la norma.

Diagrama Momento - Curvatura en seciones
de hormigón armado y pretensado .
(“momcur”)

El siguiente programa tiene por objeto determinar el diagrama momento curvatura de secciones de hormigón armado y pretensado sometidas a un axil dado.

La sección transversal se discretiza en n trapecios de hormigón. Como diagrama tensión – deformación se adopta en el cálculo el diagrama definido en el capítulo 21.3.3 de la EHE.

El acero pasivo se introduce en capas, definiéndose sus áreas y sus profundidades respectivas a partir de la fibra superior. Como diagrama tensión – deformación se usa el diagrama bilineal de la norma.

El acero activo se introduce en varias capas, análogamente al pasivo. El programa calcula internamente las deformaciones de neutralización del acero activo

El programa calcula el diagrama momento - curvatura imponiendo distintas curvaturas crecientes en la sección hasta alcanzar las deformaciones últimas permitidas y calculando para cada curvatura el momento flector resultante, verificándose siempre que el axil resultante es igual al axil exterior dado.

Programa de fuerzas equivalentes de pretensado

El siguiente programa tiene por objeto determinar las cargas equivalentes de pretensado que un tendón produce en una estructura espacial.

Se discretiza cada tendón en una poligonal de n segmentos cuyos n+1 vértices se relacionan con n+1 nudos diferentes de la estructura. Se considera que los vértices del tendón se hallan siempre en la vertical del centro de gravedad de su sección asociada de la estructura.

El programa considera las pérdidas de pretensado por rozamiento y las pérdidas por penetración de cuñas según las fórmulas:

$$Proz(x) = P_0 \, e^{-(\mu \Sigma \alpha + kx)}$$

donde

Proz(x) = Fuerza de pretensado a la distancia x del anclaje

P_0 = Fuerza de pretensado en anclaje

$\Sigma \alpha$ = Suma de la desviación angular total a la distancia x del anclaje

$$\Delta Pcu = a \, E_p \, A_p / L$$

donde

Pcu(x) = Fuerza de pretensado a la distancia x del anclaje una vez deducidas las pérdidas por rozamiento y por penetración de cuñas

a = penetración de cuñas

E_p = módulo de elasticidad de la armadura activa

A_p = sección de la armadura activa

L = longitud afectada por la penetración de cuñas.

Las pérdidas por acortamiento elástico y las pérdidas diferidas se consideran como un coeficiente global afectando a la fuerza de pretensado del tendón.

Al estar el tendón discretizado como una poligonal, las variaciones angulares se acumulan en los vértices. Así en cada vértice aparecen dos fuerzas P1 y P2, correspondientes a la fuerza de pretensado antes y después del vértice.

Las vectores (Fx, Fy, Fz, Mx, My) son las fuerzas equivalentes de pretensado aplicadas a los nudos asociados de la estructura; comprobándose en todos los casos que dichas fuerzas constituyen un sistema autoequilibrado para la totalidad del tendón.

El programa considera la posibilidad de tesar por un extremo, por el otro o tesar por uno y retesar por el otro.

VERIFICACIÓN DE FUSTES
(“pila”)

Se lleva a cabo mediante el análisis, en teoría de segundo orden, de los esfuerzos y deformaciones de la pila del puente sometida a flexocompresión esviada. Tanto las dimensiones de la sección como las armaduras y los esfuerzos de primer orden pueden ser variables a lo largo de la altura de la pila. El análisis es no lineal, tanto en geometría como en cuanto a comportamiento del material.

El proceso está preparado para analizar el caso más simple de pila en ménsula, equivalente a una pieza biarticulada de longitud doble.

La base del método es un algoritmo para el análisis de una pila alta de hormigón armado de sección y armaduras variables, sometida a una solicitación normal general (flexocompresión esviada) también variable a lo largo de la altura de la pila.

El cálculo se realiza aplicando el Método General, también llamado de las diferencias finitas, en el que se efectúan recorridos sucesivos de las distintas secciones de la pieza. En cada sección, en función de las flechas estimadas o conocidas del recorrido anterior, se obtienen los momentos de segundo orden, que se suman a los de primero para obtener los momentos totales. A partir de estos momentos y del axil se efectúa un cálculo de sección, obteniendo las deformaciones de sus fibras y por consiguientes las curvaturas. Estas curvaturas, integradas a lo largo de la pieza, permiten obtener una nueva ley de flechas y el proceso se repite hasta que se alcanza la convergencia.

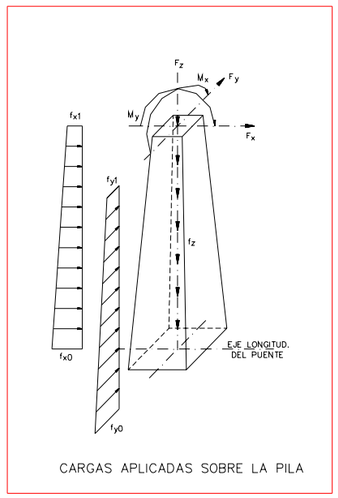
Se verifican 10 secciones a lo largo de toda la pila, con comprobación de agotamiento, inestabilidad de la pila y análisis del equilibrio o convergencia.

El proceso proporciona un listado de salida con los siguientes datos:

- flecha. x = flecha en la sección considerada, en dirección longitudinal.
- flecha. y = flecha en la sección considerada, en dirección transversal.
- Mom. x = momento actuante total usado como dato para el ajuste de la sección, girando alrededor del eje longitudinal del puente.
- Mom. y = idem girando alrededor de un eje transversal al puente.
- Axil = esfuerzo axil actuante en la sección, incluyendo peso propio.
- curv. x = curvatura corregida en la sección (después del cálculo semidirecto), girando alrededor del eje longitudinal del puente.
- curv. y = idem girando alrededor de un eje transversal al puente.

Se dan los valores de la última iteración, que indica la situación final de la pila para la hipótesis considerada.

El programa esta preparado para analizar pilas de sección circular, rectangular (ambas huecas o macizas) o en “H”, permitiendo la variación de sus dimensiones a lo largo de la altura. De igual forma, puede variarse la armadura desde la base hasta la cabeza de la pila.
En los siguientes esquemas se muestra la forma de definir las secciones y su armadura y el sentido de los esfuerzos que actúan sobre el fuste.

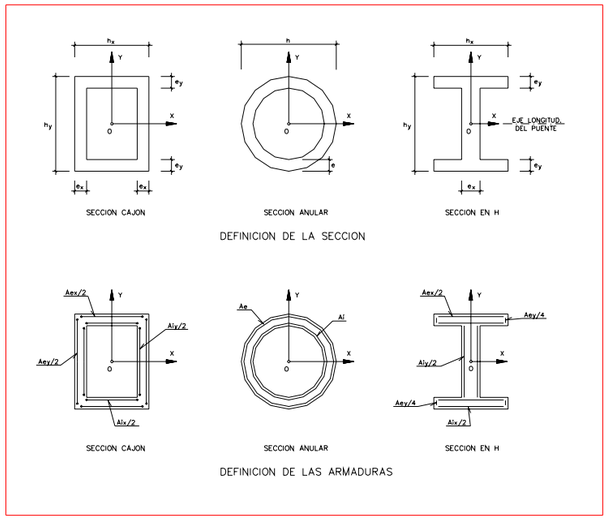


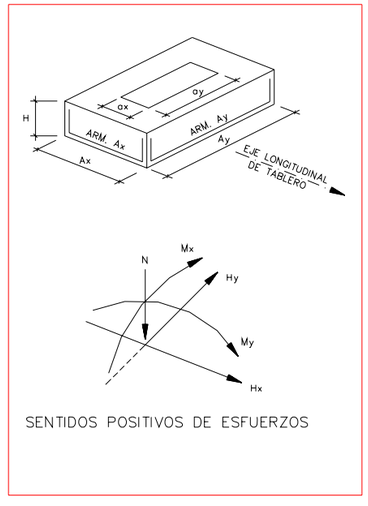
CARGAS APLICADAS SOBRE LA PILA

Zapatas de pilas
(“zapata”)

El programa tiene por objeto la determinación de tensiones sobre el terreno en zapatas que soportan fustes sometidos a carga vertical y flexión en las dos direcciones perpendiculares, teniendo en cuenta el peso propio de la zapata y el relleno de tierras existente sobre ella. Las armaduras en ambas direcciones son calculadas de acuerdo con los criterios de la instrucción EHE, verificándose la seguridad frente al cortante y punzonamiento.

Las cargas introducidas son las obtenidas como resultado del programa “pila”.
En el siguiente esquema se muestra el convenio de signos utilizado así como la dirección de las armaduras resultantes del cálculo.





Calculo de estribos
(“estribo”)

El programa tiene por objeto el diseño y verificación de Estribos de puente. En el caso más general (Estribos abiertos), las tierras, además de poder derramarse por la parte anterior del estribo, se introducen entre los tabiques verticales que soportan el cargadero.
El programa permite la verificación de estribos cerrados, como un caso particular de estribos abiertos con un solo tabique de sustentación de un cargadero virtual.

Para el caso de estribos abiertos, el número mínimo de tabiques verticales es de 2 y el máximo de 5. Los tabiques pueden tener sección variable a lo largo de su altura.

Para el caso particular de tratarse de un estribo cerrado, existirá un solo tabique vertical.

El derrame anterior de tierras se define por las cotas ZB y ZC, sobre la cara superior de la zapata.

Se consideran las siguientes cargas:

- Peso propio del estribo, en su totalidad, de acuerdo con la definición geométrica realizada
- Peso propio de tierras.
- Empuje activo de tierras
- Carga vertical uniforme sobre el relleno de tierras situadas en el trasdós del estribo (q).
- Carga vertical puntual sobre el cargadero (V), debida a los esfuerzos inducidos por el tablero. Esta carga es la suma de las reacciones verticales sobre cada uno de los apoyos.
- Carga horizontal inducida por el tablero (H). Se considera, como en el caso anterior, la carga total actuante.

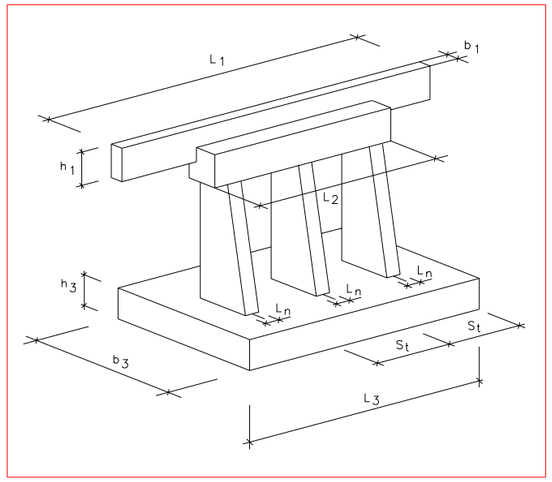
Para el cálculo del empuje activo se aplica la teoría de Coulomb. La aplicación de dicha teoría a los tabiques verticales del estribo lleva a considerar el "efecto arco", mediante el cual resulta modificada la superficie eficaz de aplicación de presiones del terreno sobre dichos elementos. Debido al "efecto arco", la superficie eficaz que se opone al empuje de tierras en un estribo abierto es la correspondiente a la que tiene una altura igual a la real del elemento, mientras que el ancho a considerar es tres veces el real.

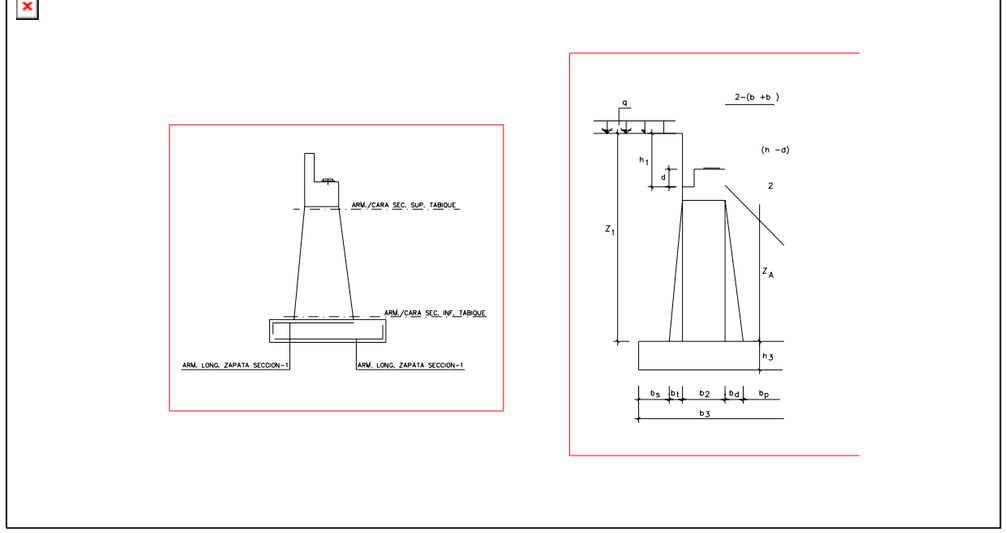
La salida de resultados consta de dos partes:

- Dimensionamiento global del estribo.- Se obtienen valores del empuje de tierras, coeficientes de seguridad al vuelco y al deslizamiento, tensiones sobre el terreno bajo zapata.

- Dimensionamiento estructural del estribo.- Esfuerzos resultantes en distintos elementos del estribo (Se imprimen los resultados de los valores de los esfuerzos característicos, es decir, sin mayorar). Verificación como piezas de hormigón armado. Cálculo de armaduras necesarias y mínimas, de acuerdo con los criterios de cuantía mínima de la EHE, en las secciones más representativas.

En el esquema de la pagina siguiente se indican los parámetros que hay que introducir en el archivo de entrada, así como la colocación de las armaduras indicadas en el archivo de salida.





Programa de armado a cortante y torsión de losas pretensadas

(“robcort”)

El programa ROBCORT está preparado para calcular las armaduras a cortante y torsión de una losa de hormigón pretensada calculada con el programa ROBOT. El cálculo se efectúa según los artículos 44 y 45 de la EHE. Para su ejecución se requieren los siguientes ficheros:

**.PON Coeficientes de ponderación de cada una de la hipótesis

**.COR Características de torsión y cortante de la sección

Generando los dos archivos de resultados siguientes:

**.PNC Ponderación y comprobación de esfuerzos de cortante y torsión

**.ARM Resumen de armaduras en los nudos del tablero

Las comprobaciones que efectúa el programa son las siguientes:

1) $(V_{rd}/V_{u1})^{\beta} + (T_d/T_{u1})^{\beta} \leq 1$
2) $Vrd \leq Vu2$
3) $Td \leq Tu2$
4) $Td \leq Tu3$

Donde: $\beta = 2*(1-h_e/b)$

V_{rd} = Cortante reducido de cálculo

V_{u1}= Cortante de agotamiento por compresión

T_d = Momento torsor de cálculo

T_{u1} = Torsor de agotamiento por compresión

T_{u2} = Torsor de agotamiento por tracción longitudinal

T_{u3} = Torsor de agotamiento por tracción transversal

Partiendo de las comprobaciones anteriores, el programa calcula la cuantía de armadura necesaria de cortante, torsión longitudinal, torsión transversal y rasante.

El programa facilita un listado resumido con las armaduras.

1.1.2. Pasos superiores, pasos inferiores

Pasos superiores

Instrucciones y Normas aplicadas

- Para establecer las acciones y combinaciones necesarias para la obtención de las solicitaciones de cálculo que se emplean en la comprobación de los diferentes estados límite se ha utilizado la norma:
  "Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de puentes de Carretera" (IAP-98)

- Para dimensionamiento y comprobación de secciones: Se ha actuado en todo momento, de acuerdo con la normativa española:
  -"Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE) R.D. 2661/1998 de 11 de diciembre

Características de los materiales

- Hormigones:

TIPO	f_{ck} (N/mm^2)	ELEMENTO ESTRUCTURAL
HP-45	45	Vigas prefabricadas
HP-40	40	Tableros pretensados
HA-30	30	Alzados de pilas
HA-25	25	Cimentación y estribos
HM-15	15	Limpieza en cimentaciones

Coeficiente parcial de seguridad para E.L.U.: γ_c= 1.50

- Acero:

- Armaduras pasivas:

B 500 S f_{yk} = 500 N/mm^2

Coeficiente parcial de seguridad para E.L.U.: γ_s= 1.15

- Armaduras activas

Y 1860 S7 ϕ 15.2 mm $f_{máx}$ = 1860 N/mm^2

Características del acero de pretensado:

Relajación del 2.5% para una tensión del 70% de $f_{máx}$ aplicada durante 1000 horas.

Tendones de pretensado interior adherentes no reemplazables.

Tensiones máximas de anclajes de 0.75 $f_{máx,k}$ al tesar.

Tensiones máximas de anclajes de 0.75 $f_{máx,k}$ al bloquear

Coeficiente parcial de seguridad para E.L.U.: γ_p= 1.15

Niveles de control de calidad adoptados

Para los elementos de tablero y pilas se ha empleado un nivel de control de ejecución intenso. Para los demás elementos, un nivel normal.

Recubrimientos y abertura de fisura máxima:

Elemento estructural	Tipo de ambiente	$r_{mín}$ (mm)	r_{nom}(mm)	$w_{máx}$(mm)
Vigas prefabricadas	IIb	25	30	0.2
Tablero de HP	IIb	30	35	0.2
Encepados y pilotes	IIa	25	30	-

Pasos inferiores

Instrucciones y Normas aplicadas

- Para el establecimiento de acciones y combinaciones necesarias para la obtención de las solicitaciones de cálculo que se emplean en la comprobación de los diferentes estados límite se han seguido las instrucciones y normas indicadas para puentes y viaductos.

- Para dimensionamiento y comprobación de secciones: Se ha actuado en todo momento, de acuerdo con la normativa española:

-"Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) " R.D. 2661/1998 de 11 de diciembre

- Para la comprobación de la fatiga :

"Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2:Puentes de hormigón". ENV 1992.2: Septiembre 1996 (EC2.2)

Características de los materiales

- Hormigones:

TIPO	fck (N/mm^2)	ELEMENTO ESTRUCTURAL
HA-25	25	Pórticos enterrados
HA-25	25	Cimentación y aletas
HM-15	15	Limpieza en cimentaciones

Coeficiente parcial de seguridad para E.L.U.: γ_c= 1.50

- Acero:

- Armaduras pasivas:

B 500 S f_{yk} = 500 N/mm^2

Coeficiente parcial de seguridad para E.L.U.: γ_s= 1.15

Niveles de control de calidad adoptados

Para todos los elementos de las estructuras se ha empleado un nivel de control de ejecución a nivel intenso
El recubrimiento mínimo es de 30 mm, para un ambiente IIa.

Descripción de programas de ordenador utilizados

Para obtener las solicitaciones de cálculo que se emplean para la comprobación de los diferentes estados límite se ha utilizado el programa de análisis estructural ROBOT Millenium V.14.5.
Se han utilizado además los programas “robcomb”, “esfulta”, “momcur”, “programa de fuerzas equivalentes de pretensado”, “pila” y “robcort”; descritos en el apartado 3.1.1. (Bases de cálculo de viaductos)

1.1.3. Obras de drenaje

Instrucciones y Normativa utilizada.

En el cálculo de las obras de drenaje del presente proyecto se han consultado y utilizado las siguientes normativas:

- Instrucción de hormigón estructural”, EHE, (R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre)
- “Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, IPF-75, (O.M. de 25 de Junio de 1975)
- “Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 3: Cargas de tráfico en puentes” E.C. 1.1.3, UNE-ENV 1991-3,(Octubre de 1997)
- “Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación, NCSE-94 (R.D. 29 de Diciembre de 1994)

Características de los materiales

Las características de los materiales utilizados se especifican en el siguiente cuadro:

MATERIAL	ELEMENTO	TIPO	f_{ck} (Mpa)
Hormigón	Losa	HA-25/P/20/II.b	25
	Alzados	HA-25/P/20/II.b	25
	Cimentación	HA-25/P/20/II.a	25
	Limpieza	HM-15	15
Acero	Armadura pasiva	B500S	500

Coeficientes de seguridad y niveles de control empleados

Los coeficientes de seguridad a utilizar se aplicarán tanto a los materiales, en los que se minorarán sus resistencias como en las acciones, que serán mayoradas en el caso que sean desfavorables y se minoraran en el caso de ser favorables

- Coeficientes de minoración de la resistencia del hormigón $\gamma_c = 1.50$

- Coeficientes de minoración de la resistencia del acero

armadura pasiva $\gamma_s = 1.15$

- Coeficientes de mayoración de acciones desfavorables en estructuras de hormigón:

para carga permanente $\gamma = 1.50$
para carga variable $\gamma = 1.60$

- Coeficientes de minoración de acciones favorables en estructuras de hormigón:
-
  - para carga permanente $\gamma = 0.90$
    para carga variable $\gamma = 0.00$

El control de los materiales es normal, y el de ejecución de losas y alzados también es intenso.

Programas de ordenador utilizados

Para el cálculo de las obras de drenaje y de las obras de fábrica se han utilizado los siguientes programas de ordenador:

- SAP-2000 Programa de cálculo basado en el método de los elementos finitos utilizado para modelizar la interacción de las obras de drenaje tipo cajón abovedado y el bloque técnico.
- Pronturario informático del hormigón IECA
- Hojas de cálculo realizadas en base a la normativa EHE.

Cálculos realizados para las obras de drenaje transversal

Se ha realizado un estudio basado en el método de los elementos finitos con elementos tipo barra para estudiar la interrelación de los cajones con el bloque técnico, el terreno natural y el terraplen.

Las acciones que actúan sobre la estructura son:

- Peso de las tierras
- Peso propio (pp) de la estructura (γ_h = 2,50 t/m^3). El peso propio de la losa no actúa en el esquema como pórtico y éste se añade para la posterior comprobación de tensiones en el terreno.
- Peso del balasto y superestructura en general (cp).
- Tren de cargas. Los trenes considerados y su coeficiente de impacto se detallan a continuación:

  Se han considerado los trenes de carga de la Instrucción IPF-75 y del Eurocódigo EC1.3 con sus correspondientes coeficientes de impacto.

- Peso y empuje del agua en el interior del cajón. A efectos de cálculo se ha considerado situación hidrostática con 0.40m de lámina libre por encima del dintel de los cajones.

Mediante el análisis de elementos finitos se han comprobado las tensiones en el terreno y se han obtenido las leyes de esfuerzos de cálculo que figuran en los listados correspondientes.

Debido a la naturaleza de la obra se han realizado solamente comprobaciones en estado límite último. En particular se ha comprobado el E.L.U. de esfuerzos normales y el E.L.U. de cortante siguiendo la formulación de la Instrucción EHE.

Cálculo de los muros de las aletas

El cálculo de los muros se ha llevado a cabo mediante una hoja de cálculo elaborada en el programa Excel.

El análisis de estabilidad al deslizamiento, estabilidad al vuelco y comprobación del terreno se basa en el libro Muros de contención de J. Calavera que considera el rozamiento entre el terreno y la estructura de hormigón.

Las acciones consideradas son:

- Peso de las tierras
- Empuje lateral de las tierras sobre los hastiales considerando el talud existente.
- Peso propio (pp) de la estructura (γ_h = 2,50 t/m^3).
- Sobrecarga repartida

1.1.4. Muros

Instrucciones y Normativa utilizada.

En el cálculo de los muros del proyecto se han consultado y utilizado las siguientes normativas:

- Instrucción de hormigón estructural", EHE, (R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre)
- "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril", IPF-75, (O.M. de 25 de Junio de 1975)
- "Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 3: Cargas de tráfico en puentes" E.C. 1.1.3, UNE-ENV 1991-3,(Octubre de 1997)

Características de los materiales

Las características de los materiales utilizados se especifican en el siguiente cuadro:

MATERIAL	ELEMENTO	TIPO	f_{ck} (Mpa)
Hormigón	Alzados	HA-25/P/20/II.b	25
	Cimentación	HA-25/P/20/II.a	25
	Limpieza	HM-15	15
Acero	Armadura pasiva	B500S	500

Coeficientes de seguridad y niveles de control empleados

Los coeficientes de seguridad a utilizar se aplicarán tanto a los materiales, en los que se minorarán sus resistencias como en las acciones, que serán mayoradas en el caso que sean desfavorables y se minoraran en el caso de ser favorables.

- Coeficientes de minoración de la resistencia del hormigón $\gamma_c = 1.50$

- Coeficientes de minoración de la resistencia del acero: $\gamma_s = 1.15$

- Coeficientes de mayoración de acciones desfavorables en estructuras de hormigón:

  para carga permanente $\gamma = 1.50$
  para carga variable $\gamma = 1.60$

- Coeficientes de minoración de acciones favorables en estructuras de hormigón:
-
  - para carga permanente $\gamma = 0.90$
  para carga variable $\gamma = 0.00$

El control de los materiales es normal, y el de ejecución de alzados es intenso.

Programas de ordenador utilizados

Para el cálculo de los muros se han utilizado los siguientes programas de ordenador:

SPW99 Sheet Pile Wall Programa de Geotechnic Delft de cálculo de pantallas.
SAP 2000. Programa basado en el método de los elementos finitos utilizado para modelizar las pantallas con bandeja y poder calcular los desplazamientos en cabeza de los muros.

- Hoja de cálculo para muros de hormigón armado, con un análisis de estabilidad, comprobación de tensiones en el terreno, y dimensionamiento del muro y de la zapata a flexión y cortante.
- Hoja de cálculo para muros pantalla con bandeja. Esta hoja calcula los empujes del terreno y dimensiona el muro.
- Pronturario informático del hormigón IECA
- Hojas de cálculo realizadas en base a la normativa EHE.

Cálculos realizados para los muros

Las acciones que actúan sobre la estructura son:

- Peso de las tierras
- Peso propio (pp) de la estructura (γ_h = 2,50 t/m^3).
- Peso del balasto y superestructura en general (cp).
- Empuje de tierras. Para el cálculo de los empujes de relleno las constantes del empuje a utilizar serán:
  $K_a = tg^2(45 - \phi/2)$
- $K_p = 0.6 \cdot tg^2(45 + \phi/2)$
  $K_0 = 1 - sen\phi$
- Sobrecarga: variable de 1.0t/m2 a 3.0t/m2 (en el caso en que las sobrecargas actúen a una distancia medida en horizontal igual o menor a las mitad de su altura).

Primero se ha realizado un análisis de estabilidad. El coeficiente de seguridad al deslizamiento se ha tomado de 1.50 en servicio y 1.35 en construcción. El coeficiente de seguridad frente a vuelco adoptado es de 2.00.

Seguidamente, se comprueba que las tensiones en el terreno sean inferiores a la tensión admisible del terreno.

Una vez se cumplan estas tres premisas se pasa al dimensionamiento del muro. Primero se dimensiona el hastial, empezando por la sección más desfavorable, calculando la armadura del trasdós con el momento resultante del empuje de tierras. Se dispone armadura mínima en el intradós. Se coloca una armadura de reparto horizontal mínima. Por último se

comprueba las sección más desfavorable a cortante. Seguidamente, se dimensiona la zapata a flexión en la sección S1 definida por la EHE y se comprueba a cortante la sección S2.

Cálculos realizados para los muros pantalla

Utilizando las características del terreno del estudio geotécnico se calculan las constantes de empuje del terreno.

Para calcular la estabilidad de las pantallas se utiliza el programa Sheet Pile Wall que parte de las siguientes hipótesis:

Se admite que la pantalla en Equilibrio límite está sometida a un empuje activo en el trasdós debido al terreno que contiene y ejerce un empuje de tipo pasivo sobre el terreno por debajo del fondo de la excavación, en la parte empotrada.

Los coeficientes de empuje empleados son los que define la teoría de Rankine. Se considera la cohesión de las distintas capas del terreno, lo que supone una disminución de los empujes activos y un aumento de los empujes pasivos. Se calcula también la influencia sobre la pantalla debida al nivel freático, sobrecargas de tierra.

Leyes de empuje

Empuje activo: $E_a = (\gamma \cdot h + q) \cdot K_a - cA + E_w$

Donde: E_a: empuje activo unitario

E_w: empuje hidrostático

γ : Peso específico del terreno

ϕ : Ángulo de rozamiento del terreno

c: Cohesión

q: Sobrecarga de tierras

Empuje activo: $E_a = (\gamma \cdot h + q) \cdot K_p + cA' + E_w$

Donde: E_a: empuje pasivo unitario

Método de cálculo

En el proceso de cálculo se estudia la única fase para todos los tipos de pantalla presentes en el proyecto, que es la fase definitiva de pantalla en voladizo. La estabilidad de la pantalla se analiza en cada uno de los casos siguiendo la teoría de Blum (soporte empotrado).

En el voladizo se considera como pie de pantalla aquel punto en que se anula en momento flector debido a los empujes activos y pasivos. El empotramiento real de la pantalla se obtiene incrementando un 20% el empotramiento teórico definido en los resultados.

De los resultados del programa se deduce el empotramiento teórico de la pantalla así como las leyes de empujes, esfuerzos cortantes y momentos flectores actuantes en la fase de excavación.

Uno de los condicionantes en el diseño del muro estriba en limitar el desplazamiento en cabeza del muro pantalla a 20mm como máximo. En algunos casos, se ha aumentado la longitud de clava de la pantalla para reducir este desplazamiento.

El programa Sheet Pile Wall se basa en la teoría de vigas con apoyos elásticos. Se considera la pantalla como una viga sometida a flexión. Las acciones y reacciones del terreno se describen con muelles no lineales. Para pequeños desplazamientos las tensiones en el terreno son proporcionales a los desplazamientos. La máxima tensión horizontal efectiva se determina a partir de un coeficiente pasivo de empuje lateral. La tensión mínima horizontal se determina con un coeficiente de empuje activo. En la rama elástica el comportamiento del terreno viene definido por la diferencia de desplazamiento provocada por el pasivo y el activo. El problema viene definido por los siguientes datos:

Datos generales: Identificación del problema, y número de estratos de terreno

Datos de los estratos: Espesor y características mecánicas

Datos de los anclajes y fuerzas laterales, actuando únicamente entre estratos
Datos de axiles y momentos en cabeza de pantalla
Datos de las secciones de pantalla

La salida de resultados consiste en listados y gráficas con los desplazamientos a distintas profundidades, las leyes de cortantes, momentos flectores y resultantes de empujes.

Cálculos realizados para los muros pantalla en voladizo con bandeja

El muro pantalla con bandeja tiene como objetivo reducir los esfuerzos sobre el alzado. El relleno que actúa sobre las bandejas proporciona por un lado una fuerza vertical, y por otro lado unos momentos compensadores de los producidos por el empuje de tierras. Ello permite construir muros con alzados muy esbeltos. Esta ventaja se ve en parte contrastada por el superior coste de la construcción de las bandejas que deben ser encofradas y cimbradas en algún caso a alturas importantes. En los casos en que se ha proyectado este tipo de muro, se ha procurado colocar la bandeja a una cota cercana a la del terreno existente. Cuando la bandeja se encuentra a una cota superior a la del terreno existente, se irá realizando el relleno del trasdós y su compactación al tiempo que se hormigona el alzado, hormigonando las bandejas sobre el propio relleno debidamente compactado y por tanto sin cimbra ni encofrado.

En alguno de los casos, la propia bandeja ejerce de viga de atado de la pantalla.

El cálculo de los empujes se ha realizado mediante las teoría de Rankine. Debido a que el suelo que descansa sobre la bandeja experimenta corrimientos conjuntamente con el muro. Para los muros con bandeja el cálculo del empuje se realiza como en el caso de un muro con talón. En un muro con talón, la cuña de terreno que se desplaza en el muro viene definida por una recta tal que forma un ángulo con la horizontal ν, que se puede extraer de la figura 9-4 del libro de Muros de contención y de sótano, de J. Calavera.

En el tramo comprendido entre la cabeza del muro y el punto en que dicha recta interseca con el alzado del muro, la ley de empujes es la correspondiente a la ley de Coulomb o de Rankine, para los valores ϕ de rozamiento del relleno, β de superficie libre, y α del plano del trasdós (generalmente 90°) y δ de rozamiento entre terreno y muro. En el tramo comprendido entre dicho punto y la cota superior de la bandeja, la distribución de presiones vienen dadas por $\alpha=\nu$, y $\delta=\phi$. Por debajo de la bandeja se traza una recta que forma con la horizontal un ángulo θ, correspondiente a la cuña de deslizamiento del relleno para el ángulo β de talud, φ el ángulo de rozamiento interno, y δ de rozamiento-relleno.

Las leyes de momentos flectores presentan un salto correspondiente a los momentos producidos por las fuerzas actuantes sobre las bandejas, debidas a los pesos de las cuñas de relleno.

Utilizando una hoja de cálculo desarrollada para pantallas con bandeja se han calculado los empujes del terreno y dado la naturaleza del problema con dicha hoja se han realizado solamente comprobaciones en estado límite último. En particular se ha comprobado el E.L.U. de esfuerzos normales y el E.L.U. de cortante siguiendo la Instrucción EHE.

Mediante el análisis de elementos finitos se han comprobado las tensiones en el terreno en la bandeja y se han obtenido los desplazamientos en cabeza de las pantallas

1.1.5. Reposición de servicios afectados

Instrucciones y Normativa utilizada.

En el cálculo de las estrucuturas paa la reposición de servicios afectados del presente proyecto se han consultado y utilizado las siguientes normativas:

- Instrucción de hormigón estructural", EHE, (R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre)
- "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril", IPF-75, (O.M. de 25 de Junio de 1975)
- "Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 3: Cargas de tráfico en puentes" E.C. 1.1.3, UNE-ENV 1991-3,(Octubre de 1997)
- "Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación, NCSE-94 (R.D. 29 de Diciembre de 1994)

Características de los materiales

Las características de los materiales utilizados se especifican en el siguiente cuadro:

MATERIAL	ELEMENTO	TIPO	f_{ck} (Mpa)
Hormigón	Losa	HA-25/P/20/II.b	25
	Alzados	HA-25/P/20/II.b	25
	Cimentación	HA-25/P/20/II.a	25
	Limpieza	HM-15	15
Acero	Armadura pasiva	B500S	500

Coeficientes de seguridad y niveles de control empleados

Los coeficientes de seguridad a utilizar se aplicarán tanto a los materiales, en los que se minorarán sus resistencias como en las acciones, que serán mayoradas en el caso que sean desfavorables y se minoraran en el caso de ser favorables

- Coeficientes de minoración de la resistencia del hormigón $\gamma_c = 1.50$
- Coeficientes de minoración de la resistencia del acero

  armadura pasiva $\gamma_s = 1.15$

- Coeficientes de mayoración de acciones desfavorables en estructuras de hormigón:

  para carga permanente $\gamma = 1.50$
  para carga variable $\gamma = 1.60$

- Coeficientes de minoración de acciones favorables en estructuras de hormigón:
-
  - para carga permanente $\gamma = 0.90$
    para carga variable $\gamma = 0.00$

El control de los materiales es normal, y el de ejecución de losas y alzados también es intenso.

Programas de ordenador utilizados

Para el cálculo de las estrucuturas paa la reposición de servicios afectados se han utilizado los siguientes programas de ordenador:

- SAP-2000 Programa de cálculo basado en el método de los elementos finitos utilizado para modelizar la interacción de las obras de drenaje tipo cajón abovedado y el bloque técnico.
- Pronturario informático del hormigón IECA

- Hojas de cálculo realizadas en base a la normativa EHE.

Cálculos realizados para las estrucuturas paa la reposición de servicios afectados

Se ha realizado un estudio basado en el método de los elementos finitos con elementos tipo barra para estudiar la interrelación de las estructuras con el bloque técnico, el terreno natural y el terraplen.

Las acciones que actúan sobre la estructura son:

- Peso de las tierras
- Peso propio (pp) de la estructura (γ_h = 2,50 t/m^3). El peso propio de la losa no actúa en el esquema como pórtico y éste se añade para la posterior comprobación de tensiones en el terreno.
- Peso del balasto y superestructura en general (cp).
- Tren de cargas. Los trenes considerados y su coeficiente de impacto se detallan a continuación:

  Se han considerado los trenes de carga de la Instrucción IPF-75 y del Eurocódigo EC1.3 con sus correspondientes coeficientes de impacto.

- Peso y empuje del agua en el interior del cajón. A efectos de cálculo se ha considerado situación hidrostática con 0.40m de lámina libre por encima del dintel de los cajones.

Mediante el análisis de elementos finitos se han comprobado las tensiones en el terreno y se han obtenido las leyes de esfuerzos de cálculo que figuran en los listados correspondientes.

Debido a la naturaleza de la obra se han realizado solamente comprobaciones en estado límite último. En particular se ha comprobado el E.L.U. de esfuerzos normales y el E.L.U. de cortante siguiendo la formulación de la Instrucción EH

4.2. PROGRAMAS DE CÁLCULO

ANEJO Nº 6. ESTRUCTURAS

4.2 PROGRAMAS DE CALCULO UTILIZADOS.

Los **programas de calculo utilizados** estan mencionados en la respectiva memoria de calculo de cada una de las estructuras del presente PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA DE LA L.A.V. MADRID ZARAGOZA BARCELONA FRONTERA FRANCESA TRAMO: CASTELLBISBAL – PAPIOL.

4.3. CÁLCULOS

4.3.1. VIADUCTOS

• Viaductos sobre vías de ancho ibérico (L.A.V.)

LAV PAPIOL

Viaducto 1

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN

1. DEFINICIÓN GENERAL

2. MEMORIA DE CÁLCULO
   - 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
   - 2.2. BASES DE CÁLCULO
     - 2.2.1. Instrucciones y Normas aplicadas
     - 2.2.2. Características de los materiales
     - 2.2.3. Niveles de control de calidad adoptados
     - 2.2.4. Durabilidad
     - 2.2.5. Criterios generales de cálculo
   - 2.3. ACCIONES LOSA PRETENSADA
     - 2.3.1. Acciones Permanentes (G)
       - 2.3.1.1. Peso Propio
       - 2.3.1.2. Cargas Muertas
     - 2.3.2. Acciones Permanentes de Valor No Constante (G*)
       - 2.3.2.1. Pretensado
       - 2.3.2.2. Fluencia y Retracción
     - 2.3.3. Sobrecargas de Uso IPF – 75
       - 2.3.3.1. Sobrecarga en Paseos
       - 2.3.3.2. Sobrecargas Móviles
       - 2.3.3.3. Carga de Frenado y Arranque
       - 2.3.3.4. Efecto de Lazo
     - 2.3.4. Sobrecargas Eurocódigo 1
       - 2.3.4.1. Sobrecarga en Paseos
       - 2.3.4.2. Sobrecargas Móviles
       - 2.3.4.3. Carga de Tracción y Frenado
       - 2.3.4.4. Efecto de Lazo

2.3.4.5. Descarrilamiento
2.3.5. Interacción Vía – Estructura
2.3.6. Acciones Climáticas
2.3.6.1. Cargas de Viento
2.3.6.2. Acciones Térmicas
2.3.7. Acciones Dinámicas
2.4. CASOS DE CARGA LOSA PRETENSADA
2.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES LOSA PRETENSADA
2.5.1. Estados Límite de Servicio
Estados Límite Últimos
2.6. ACCIONES PÉRGOLA
2.6.1. Acciones Permanentes (G)
2.6.1.1. Peso Propio
2.6.1.2. Cargas Muertas
2.6.2. Acciones Permanentes de Valor No Constante (G*)
2.6.2.1. Pretensado
2.6.2.2. Fluencia y Retracción
2.6.3. Sobrecargas de Uso IPF – 75
2.6.3.1. Sobrecarga en Paseos
2.6.3.2. Sobrecargas Móviles
2.6.3.3. Carga de Frenado y Arranque
2.6.3.4. Efecto de Lazo
2.6.4. Sobrecargas Eurocódigo 1
2.6.4.1. Sobrecarga en Paseos
2.6.4.2. Sobrecargas Móviles
2.6.4.3. Carga de Tracción y Frenado
2.6.4.4. Efecto de Lazo
2.6.4.5. Descarrilamiento
2.6.5. Interacción Vía – Estructura
2.6.6. Acciones Climáticas
2.6.6.1. Cargas de Viento
2.6.6.2. Acciones Térmicas
2.6.7. Acciones Dinámicas
2.7. CASOS DE CARGA PÉRGOLA
2.8. COMBINACIÓN DE ACCIONES PÉRGOLA
2.8.1. Estados Límite de Servicio
2.8.2. Estados Límite Últimos
2.9. MODELOS DE CÁLCULO
2.10. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LOSA PRETENSADA
2.10.1. ELS
2.10.1.1. Tensiones
2.10.1.2. Comprobación del Estado Límite de Fisuración
2.10.1.3. Giro por Torsión del tablero
2.10.1.4. Giros en el final del tablero
2.10.1.5. Deformaciones Horizontales del tablero
2.10.1.6. Valores Límite para la máxima deformación vertical en función del confort de los usuarios
2.10.2. ELU
2.10.2.1. E.L.U. de Agotamiento frente a Solicitaciones Normales
2.10.2.2. E.L.U. de Cortante y Torsión
2.10.2.3. Fatiga
2.10.3. Tensiones en Cimentación
2.11. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL PÉRGOLA
2.11.1. ELS
2.11.1.1. Comprobación del Estado Límite de Fisuración
2.11.2. ELU
2.11.2.1. E.L.U. de Agotamiento frente a Solicitaciones Normales
2.11.2.2. E.L.U. de Cortante
2.11.2.3. Fatiga
2.11.3. Tensiones en Cimentación

3. TABLERO LOSA PRETENSADA
3.1. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y DISCRETIZACIÓN
3.1.1. Definición geométrica
3.1.2. Características mecánicas
3.2. PRETENSADO. TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS
3.3. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.S.
3.3.1. Resumen de tensiones
3.3.2. Cálculo de Fisuración
3.4. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.U.
3.4.1. Solicitaciones Normales
3.4.1.1. Comprobación de Secciones
3.4.2. Solicitaciones Tangentes

3.4.3. Fatiga
3.4.4. Riostras
3.4.4.1. Combinaciones de Cálculo
3.4.4.1.1. IPF – 75
3.4.4.1.2. Eurocódigo 1
3.4.4.2. Esfuerzos Riostras de Pilas
3.4.4.3. Esfuerzos Riostras de Estribos
3.4.4.4. Dimensionamiento
3.4.5. Cálculo Voladizo Lateral
3.4.6. Esquemas de Armado

4. TABLERO PÉRGOLA
4.1. DEFINICIÓN Y MODELOS
4.2. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.S.
4.2.1. Cálculo de Fisuración
4.3. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.U.
4.3.1. Losa: Comprobación de Secciones a solicitaciones normales y tangentes
4.3.2. Nervios: Comprobación de Secciones a solicitaciones normales y tangentes
4.3.3. Fatiga
4.3.3.1. Cálculo de Tensiones
4.3.3.2. Comprobación de Fatiga
4.3.4. Unión de tableros mediante barras pretensadas
4.3.5. Esquemas de Armado

5. APOYOS

6. PILAS
6.1. CARGAS EN CABEZA DE PILAS 1 Y 2
6.2. P-1
6.3. P-2
6.4. PILAS DE PÉRGOLA
6.5. PANTALLAS EMPOTRADAS
6.6. ESQUEMAS DE ARMADO

7. ESTRIBOS
7.1. ESTRIBO 1
7.2. ESTRIBO 2
7.3. ALETAS
7.4. ESQUEMAS DE ARMADO

8. ANEJOS: LISTADOS
8.1. MODELO DE CÁLCULO LOSA PRETENSADA
8.1.1. Discretización: Nudos, Barras, Apoyos y Características Mecánicas
8.1.2. Fuerzas de Pretensado
8.1.3. Casos de Carga
8.2. ANÁLISIS DE LOSA PRETENSADA EN E.L.S.: LISTADOS DE TENSIONES
8.2.1. Combinación Cuasipermanente t=0
8.2.2. Combinación Frecuente t=∞
8.2.2.1. Combinaciones IPF – 75
8.2.2.2. Combinaciones Eurocódigo 1
8.3. ANÁLISIS DE LOSA PRETENSADA EN E.L.S.: DEFORMACIONES
8.3.1. Listados Momentos Torsores
8.3.1.1. Ley de Torsores Tren 71
8.3.1.2. Leyes de Torsores Trenes 3 y 4
8.3.2. Giros
8.3.2.1. Giros Tren 71 y Gradiente de Temperatura
8.3.2.2. Giros Trenes 3 y 4
8.3.3. Desplazamientos Horizontales
8.3.4. Desplazamientos Verticales
8.4. ANÁLISIS de LOSA PRETENSADA EN E.L.U.

8.4.1. E.L.U. de Flexocompresión
8.4.1.1. Esfuerzos de Pretensado
8.4.1.2. Esfuerzos exteriores IPF – 75
8.4.1.3. Esfuerzos exteriores Eurocódigo 1
8.4.2. E.L.U. de Cortante y Torsión
8.4.2.1. Cálculos Combinaciones IPF – 75
8.4.2.2. Cálculos Combinaciones Eurocódigo 1
8.5. Combinaciones para cálculo de apoyos y estribos (ELS Comb. Rara)
8.6. INTERACCIÓN VÍA – TABLERO
8.7. ANÁLISIS DINÁMICO LOSA PRETENSADA
8.7.1. Introducción
8.7.2. Modelo de Cálculo
8.7.3. Análisis Modal
8.7.4. Modelos de Carga
8.7.5. Método de cálculo
8.7.6. Resultados
8.7.6.1. Resultados Carga Estática
8.7.6.2. Resultados Cargas Dinámicas
8.7.6.3. Coeficientes de Amplificación Dinámicos
8.7.6.4. Desplazamientos trenes IPF – 75 y EC1
8.7.6.5. Conclusiones
8.7.7. Resultados en el tiempo

8.8. ANÁLISIS DINÁMICO PÉRGOLA
8.8.1. Introducción
8.8.2. Modelo de Cálculo
8.8.3. Análisis Modal
8.8.4. Modelos de Carga
8.8.5. Método de cálculo
8.8.6. Resultados
8.8.6.1. Resultados Carga Estática
8.8.6.2. Resultados Cargas Dinámicas
8.8.6.3. Coeficientes de Amplificación Dinámicos
8.8.6.4. Desplazamientos trenes IPF – 75 y EC1
8.8.6.5. Conclusiones
8.8.7. Resultados en el tiempo

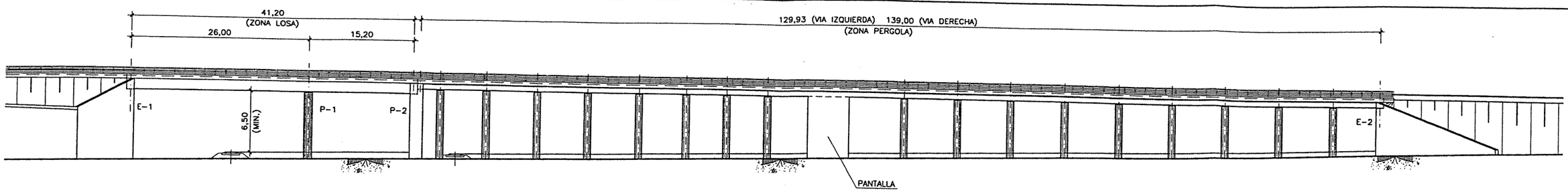
8.9. PRUEBA DE CARGA LOSA PRETENSADA
8.10. PRUEBA DE CARGA PÉRGOLA
8.11. PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS

0. INTRODUCCIÓN

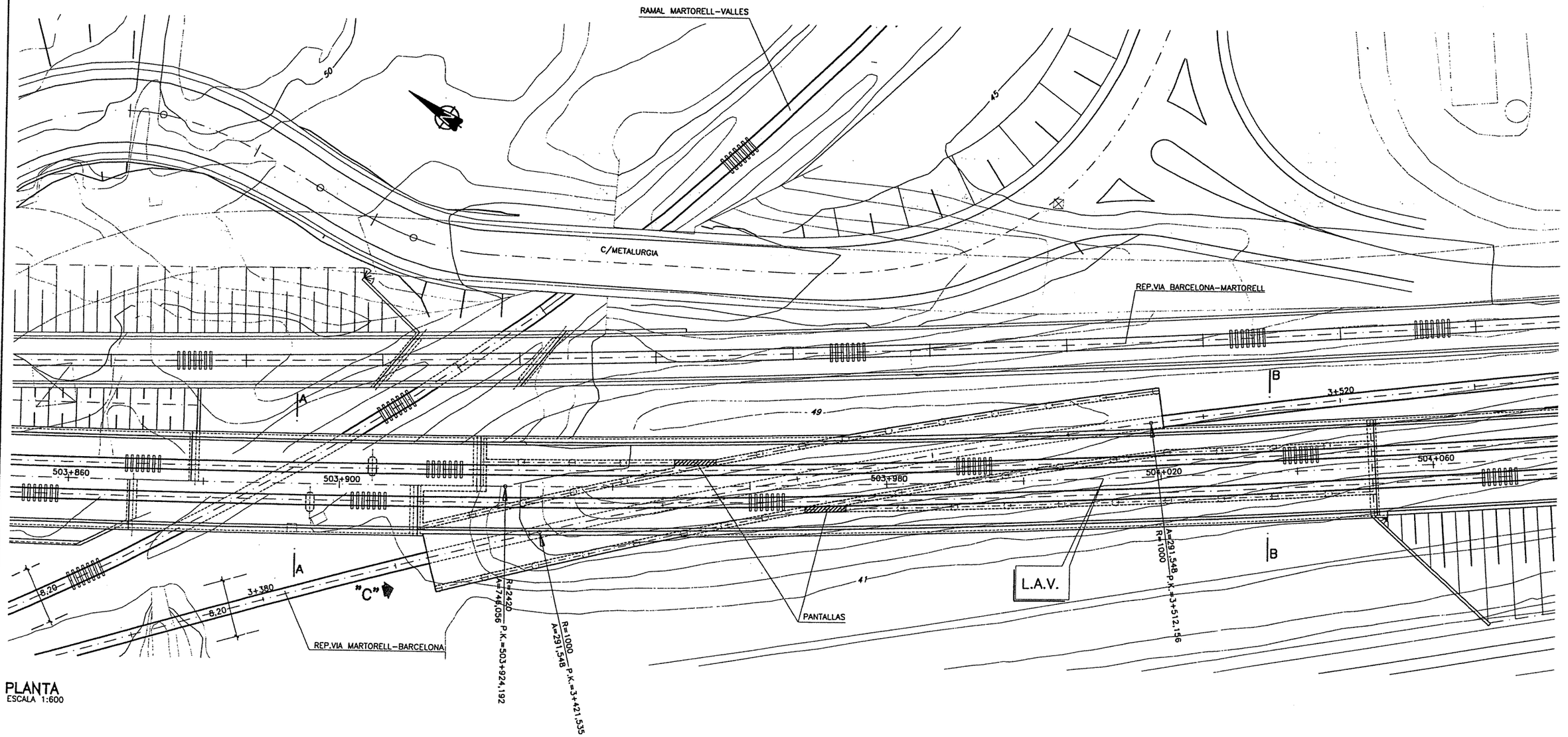
0. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se incluyen la definición y los cálculos de la estructura ubicada en el P.K. 503+960 de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Barcelona – Zaragoza – Frontera Francesa. Tramo Castellbisbal – El Papiol. Viaducto sobre vías de ancho ibérico.

1. DEFINICIÓN GENERAL



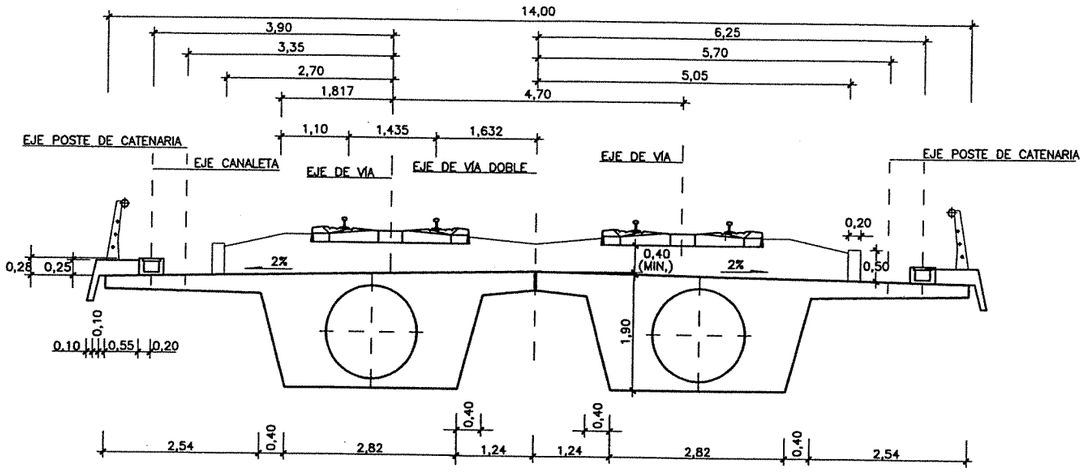
ALZADO FRONTAL
ESCALA 1:600



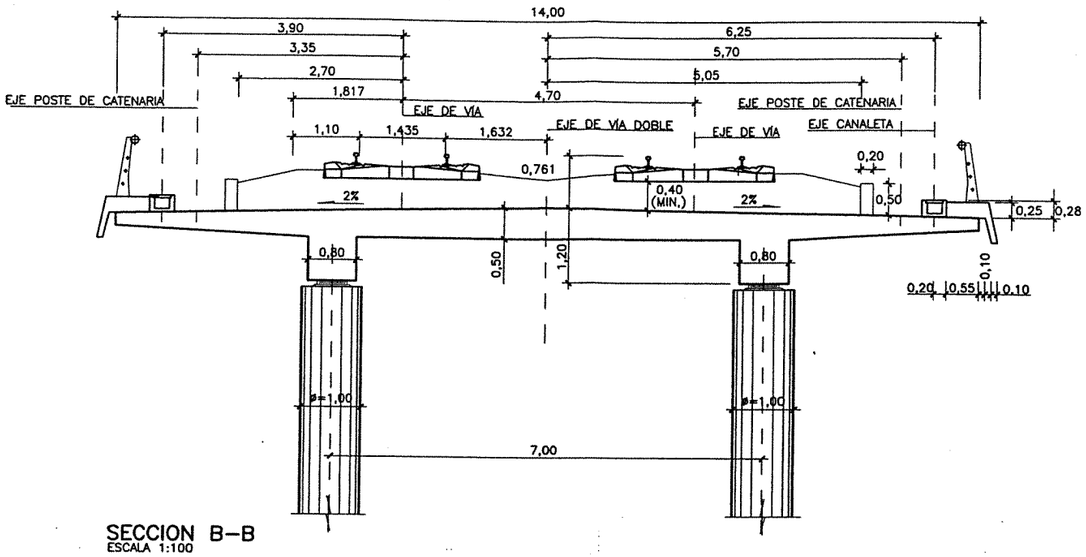
PLANTA
ESCALA 1:600

GIF Gestor de Infraestructuras Ferroviarias	TÍTULO: PROYECTO BÁSICO DE PLATAFORMA LINEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA TRAMO: CASTELLBISBAL - PAPIOL	AUTOR: EDUARDO BORRELL ARQUÉ — Intraesa Ingeniería de Trazados y Estructuras — tec INGENIEROS CONSULTORES	ESCALA: Numérica / Gráfica	FECHA: DICIEMBRE - 2001	TÍTULO DEL PLANO: VIADUCTO SOBRE VIAS DE ANCHO IBERICO (L.A.V.) — Nº DE PLANO: 2.10.1.1 — Hoja 1 de 2

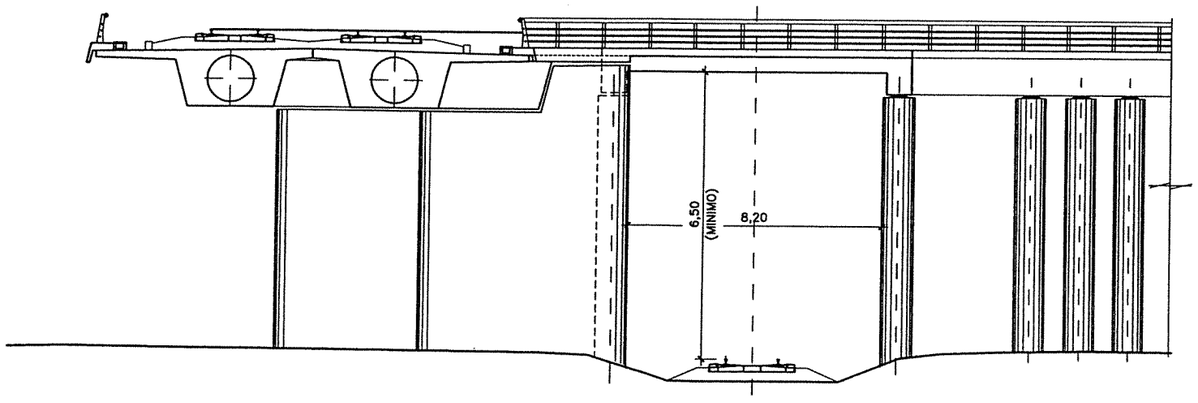
.DGN\RAL-V1(META)



SECCION A–A
ESCALA 1:50



SECCION B–B
ESCALA 1:100



ALZADO POR "C"
ESCALA 1:200

.DEFPAL-V1-2(META)

GIF Gestor de Infraestructuras Ferroviarias	TÍTULO: PROYECTO BÁSICO DE PLATAFORMA LINEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA TRAMO: CASTELLBISBAL - PAPIOL	AUTOR: EDUARDO BORRELL ARQUÉ Intraesa Ingeniería de Trazados y Estructuras Tec' 4 INGENIEROS CONSULTORES	ESCALA Numérica / Gráfica	FECHA DICIEMBRE - 2001	TÍTULO DEL PLANO VIADUCTO SOBRE VIAS DE ANCHO IBERICO (L.A.V.)	Nº DE PLANO 2.10.1.1 Hoja 2 de 2

2. MEMORIA DE CÁLCULO

2.1. Descripción de la estructura y 2.2. Bases de cálculo

La descripción de la estructura así como las bases de cálculo están recogidas en los epígrafes del presente Anejo nº 6:

"2. Descripción" y "3. Definición geométrica".

2.3. Acciones Losa Pretensada

2.3.1. Acciones permanentes (G)

2.3.1.1. Peso Propio

Partiendo de las características de los elementos, el programa ROBOT ofrece la opción de introducir el peso propio de la estructura.

2.3.1.2. Cargas Muertas

En el modelo, la carga muerta se representa por una carga uniformemente repartida.

- Balasto:

γ_{bal} =	16 kN/m^3
Área balasto =	2.58 m^2
q_0 = 16 * 2.58 =	-41.28 kN/ml
m_0 = -45.28 * 0.05 =	-2.26 mkN/ml

- hip.1: Valor característico:

q_0 =	-41.28 kN/ml
m_0 =	-2.26 mkN/ml

- hip2: Valor máximo:

q_s = -0.30 * 41.28 =	-12.38 kN/ml
m_s = -0.30 * 2.26 =	-0.678 mkN/ml

- hip3: Valor mínimo:

q_i = 0.30 * 41.28 =	12.38 kN/ml
m_i = 0.30 * 2.26 =	0.678 mkN/ml

- hip4: Desbalastado 50% de la vía en toda su longitud

q_{desb} = 41.28 * 0.5 =	20.64 kN/ml
m_{desb} = 2.26 * 0.5 =	1.13 mkN/ml

- hip5: Desbalastado 100% de la vía en 15 m: esta hipótesis no se introduce, ya que es menos desfavorable que otras en todos los casos. Para verificar tensiones en las combinaciones frecuente o cuasipermanente a t=0 sobre la P-1 se utiliza la hipótesis 4. Para el cálculo del posible despegue del tablero en la P-2 lo más desfavorable es situar la SC en el vano de 26 m, lo cual es incompatible con esta hipótesis.

- Traviesas y carriles:

$q_{traviesas}$ = -5.20 kN/ml

$q_{carriles}$ = -1.20 kN/ml

q = -(5.20 + 1.20) = -6.40 kN/ml

m_{alig} = -6.40 * 0.30 = -1.92 mkM/ml

- Murete de retención:

q= -2.5 kN/ml

m= 2.50 * 2.50 = 6.25 mkN/ml

- Conductos de cableado y paseos:

$q_{cond+cables}$ = -3.00 kN/ml

q = -3.0 kN/ml

m_{alig} = 3.00 * 3.60= 10.80 mkN/ml

- Impostas y barandillas:
  - Imposta

A = 0.25 m^2

q = 25 x 0.25 = -6.25 kN/ml

m = 6.25 * 4.20 = 26.25 mkN/ml

- Barandilla

q = -1.00 kN/ml

m = 1* 4.23 = 4.23 mkN/ml

$q_{imp+bar}$ = -7.25 kN/ml

$m_{imp+bar}$ = 30.48 mkN/ml

Por tanto:

Hip1:	p_z =	-60.43 kN/ml
	m_x =	43.35 mkN/ml
Hip2:	p_z =	-12.38 kN/ml
	m_x =	-0.68 mkN/ml
Hip3:	p_z =	12.38 kN/ml
	m_x =	0.68 mkN/ml
Hip4:	p_z =	20.64 kN/ml
	m_x =	1.13 mkN/ml

2.3.2. Acciones Permanentes de Valor No Constante (G*)

2.3.2.1. Pretensado.

Dentro del modelo, las fuerzas generadas por el pretensado se introducen como cargas equivalentes en los nudos. En el cálculo se introduce un tendón equivalente a una fuerza de tesado de 1000 kN, por lo que en la combinación de hipótesis la correspondiente al pretensado estará afectada por el coeficiente que represente la fuerza real introducida. Estos coeficientes se indican en las siguientes tablas:

Pretensado Curvo **4 x 19 ϕ 0.6"**			
	Servicio t = 0	Servicio (t = ∞)	Rotura (t = ∞)
Eurocódigo	14.860	12.929	12.929
IPF-75	16.346	11.635	12.929

2.3.2.2. Fluencia y Retracción.

La acción del pretensado provocará un acortamiento de tablero por fluencia que se sumará al debido a la retracción del hormigón. Los valores de estas deformaciones se muestran en las páginas siguientes. Dada la interacción existente durante la vida útil entre el tablero y la vía, esta acción se introduce en dos etapas:

a) La deformación reológica producida durante los tres primeros meses de la estructura, se introduce en el modelo general del viaducto.

b) La deformación restante se introduce en el modelo de acciones longitudinales que tiene en cuenta la interacción entre la vía y la estructura.

FLUENCIA

Art. 39.8 EHE

PROYECTO: **LAV PAPIOL** **V-1. Losa Pretensada. Fluencia a los 90 días.**

DATOS INICIALES:

Resistencia característica		f_{ck}	40 N/mm^2
Número de tendones de pretensado			8 Uds
Fuerza en anclajes de pretensado			3715 kN
Área de la sección transversal (m2)		A	5.23 m2
Perímetro en contacto con la atmósfera (m)		u	16.83 m
Período de actuación de la fluencia (Infinito: (t - t_0) >10000)		t - t_0	90 días
Edad del hormigón al actuar la carga.		t_0	7 días
Humedad relativa aproximada:		Humedad	70 %
En agua	100 %		
En atmósfera muy húmeda	90 %		
En atmósfera húmeda	70 %		
En atmósfera seca	40 %		

VALORES INTERMEDIOS:

Espesor ficticio (cm)	e	621.509 mm
	φ_{HR}	1.3551
	$\beta(f_{cm})$	2.4249
	$\beta(t_0)$	0.6346
Coeficiente básico de fluencia	φ_0	2.0853
	β_H	1222.6810
	$\beta_{c\,(t\,-\,to)}$	0.44753

COEFICIENTE DE FLUENCIA: $\varphi(t,t_0)$ **0.9332**

DEFORMACIÓN DE FLUENCIA: $\varepsilon\varphi(t,t_0)$ **145.922 *E-0.6**

FLUENCIA

Art. 39.8 EHE

PROYECTO: **LAV PAPIOL** **V-1. Losa Pretensada. Fluencia a t=inf.**

DATOS INICIALES:

Resistencia característica		f_{ck}	40	N/mm²
Número de tendones de pretensado			8	Uds
Fuerza en anclajes de pretensado			3715	kN
Área de la sección transversal (m2)		A	5.23	m2
Perímetro en contacto con la atmósfera (m)		u	16.83	m
Período de actuación de la fluencia		$t - t_0$	10000	días
(Infinito: $(t - t_0) > 10000$)				
Edad del hormigón al actuar la carga.		t_0	7	días
Humedad relativa aproximada:		Humedad	70	%
En agua	100 %			
En atmósfera muy húmeda	90 %			
En atmósfera húmeda	70 %			
En atmósfera seca	40 %			

VALORES INTERMEDIOS:

Espesor ficticio (cm)	e	621.509 mm
	φ_{HR}	1.3551
	$\beta(f_{cm})$	2.4249
	$\beta(t_0)$	0.6346
Coeficiente básico de fluencia	φ_0	2.0853
	β_H	1222.6810
	$\beta_{c\,(t - t_0)}$	0.96599

COEFICIENTE DE FLUENCIA: $\varphi(t,t_0)$ **2.0143**

DEFORMACIÓN DE FLUENCIA: $\varepsilon\varphi(t,t_0)$ **314.968 *E-0.6**

RETRACCIÓN

Art. 39.7 EHE

PROYECTO: **LAV PAPIOL** **V-1. Losa Pretensada. Retracción a los 90 días.**

DATOS INICIALES:

Resistencia característica		f_{ck}	40	N/mm²
Área de la sección transversal (m^2)		A	5.23	m2
Perímetro en contacto con la atmósfera (m)		u	16.83	m
Período de actuación de la retracción.		$t - t_s$	90	días
(Infinito: $(t - t_s) > 10000$)				
Humedad relativa aproximada:		HR	70	%
Sumergido en agua	100 %			
En atmósfera muy húmeda	90 %			
En atmósfera húmeda	70 %			
En atmósfera seca	40 %			

VALORES INTERMEDIOS:

Espesor ficticio (cm)	e	621.509 mm
	ε_s	370.000 *E-0.6
	β_{HR}	-1.0184
Coeficiente básico de retracción	ε_{cs0}	-376.790 *E-0.6
	$\beta_{s\,(t - t_s)}$	0.0813

DEFORMACIÓN DE RETRACCIÓN: $\varepsilon_{cs}(t, t_s) =$ **-30.641 *E-0.6**

RETRACCIÓN

Art. 39.7 EHE

PROYECTO: **LAV PAPIOL** **V-1. Losa Pretensada. Retracción a t=inf.**

DATOS INICIALES:

Resistencia característica		f_{ck}	40 N/mm^2
Área de la sección transversal (m^2)		A	5.23 m2
Perímetro en contacto con la atmósfera (m)		u	16.83 m
Período de actuación de la retracción. (Infinito: (t - t_s) >10000)		t - t_s	10000 días
Humedad relativa aproximada:		HR	70 %
Sumergido en agua	100 %		
En atmósfera muy húmeda	90 %		
En atmósfera húmeda	70 %		
En atmósfera seca	40 %		

VALORES INTERMEDIOS:

Espesor ficticio (cm)	e	621.509 mm
	ε_s	370.000 *E-0.6
	β_{HR}	-1.0184
Coeficiente básico de retracción	ε_{cs0}	-376.790 *E-0.6
	β_s (t - ts)	0.6521

DEFORMACIÓN DE RETRACCIÓN: ε_{cs} (t, ts) = **-245.688 *E-0.6**

2.3.3. Sobrecargas de uso según IPF-75.

2.3.3.1. Sobrecarga en Paseos.

q_{sc} = -5.00 kN/m^2

q_{sc} = -5 x 1.75 = -8.75 kN/ml

m_{sc} = 8.75 * 3.6= 31.50 mkN/ml

2.3.3.2. Sobrecargas móviles.

- Tren tipo A

  Esta sobrecarga es más propia para el análisis de efectos locales en puentes cortos, por tanto sólo se tendrá en cuenta en el análisis transversal.

- Tren tipo B

Considerando un ripado de 30 cm se tienen las excentricidades:

- excentricidad: $e_{máx}$ = -0.28 - 0.30 = -0.58 m

  $e_{mín}$ = -0.28 + 0.30 = 0.02 m

Además se aplicará un coeficiente de impacto:

Para tramos apoyados continuos $I = 65 \cdot \frac{\mu}{1-\mu+\mu^2}$, donde $\mu = \frac{v \cdot T}{2 \cdot L}$

V=200 km/h = 55.55m/sg

$$T = \frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{m}{EI}L^4}$$

donde:

m = 5.23 x 2.5 + 7.17 = 20.25 t/ml = 20245 kg/ml

E = 36340 * 10^6 N/m^2

I = 1.81 m^4

L = 20.6 m

Operando se obtiene:

T = 0.15 s

μ = 0.202

I = 15.7

Por tanto se toma un coeficiente de impacto de 1.16.

Finalmente, los valores de la sobrecarga junto con el **ripado** y el **coeficiente dinámico** quedan:

Tren IPF-75	Carga 120 kN/m	
	q_z	m_x
e_{neg}	-139.20	-80.74
e_{pos}	-139.20	2.78

Sin considerar el **coeficiente de impacto**:

Tren IPF-75	Carga 120 kN/m	
	q_z	m_x
e_{neg}	-120.00	-69.60
e_{pos}	-120.00	2.40

En las siguientes páginas se muestran esquemáticamente las hipótesis consideradas según las distintas posiciones de la sobrecarga.

2.3.3.3. Carga de Frenado y Arranque.

- Frenado:

El frenado sobre esta estructura se transmite a la estructura que la sigue (pérgola) y es resistido por las pantallas empotradas en el tablero de la misma. Por lo tanto, el cálculo de esta acción está recogido en los cálculos de dicha estructura.

- Arranque:

El arranque sólo actúa sobre la carga correspondiente a la locomotora, por lo cual su efecto es siempre menor o igual que el frenado.

2.3.3.4. Efecto de Lazo.

Fuerza transversal: Fy = 50 kN

Momento torsor: Mx = 50 * (0.942 + 1.213) = 107.75 mkN

Se aplicará en pilas y estribos.

2.3.4. Sobrecargas Eurocódigo 1.

2.3.4.1. Sobrecarga en paseos.

q_{sc} = -5.0 kN/m^2

q_{sc} = -5.0 * 1.75 = -8.75 kN/ml

m = 8.75 * 3.6 = 31.50 mkN/m

2.3.4.2. Sobrecargas Móviles.

- Tren L71
- Tren SW0
- Tren SW2

Para calcular los valores característicos de estas acciones, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

a) A los modelos 71 y SW/O se les aplicará un coeficiente a = 1.21

b) Se consideran las siguientes desviaciones de la sobrecarga respecto al eje de la vía en el sentido más desfavorable:

Ripado de la vía:	±0.30 m
Asimetría de la carga (sólo modelo 71):	±1.435 / 18 = 0.080 m

con lo que se obtienen las excentricidades siguientes:

- exc. máxima (modelo 71): e = -0.28 - 0.3 - 0.08 = -0.66 m
- exc. mínima (modelo 71): e = 0.3 + 0.08 - 0.28 = 0.10 m
- exc. máxima (modelos SW): e = -0.28 - 0.3 = -0.58 m
- exc. mínima (modelos SW): e = 0.3 - 0.28 = 0.02 m

c) Se aplicará un coeficiente de impacto:

$$\phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 \qquad \text{con } 1.0 < \phi_2 < 1.67$$

$$L_m = \frac{26.00 + 15.20}{2} = 20.60m$$

$$n = 2 \Rightarrow k = 1.2$$

$$L_\phi = k \cdot L_m = 1.2 \times 20.6 = 24.72m$$

$$\phi_2 = 1.12$$

Con estos datos, y **con coeficiente de impacto**, la sobrecarga a aplicar será:

Modelo 71	Exc. máxima	Exc. mínima
Sobrecarga uniforme q	-108.41 kN/m	-108.41 kN/ m
Cargas concentradas q en 7.00 m	- 194.29 kN/m	- 194.29 kN/m
Momento sobrecarga uniforme m_q	-71.55 mkN/m	10.84 mkN/m
Momento cargas concentradas m_Q en 7.00 m	-128.27 mkN/m	19.47 mkN/m

Modelo SW/O	Exc. máxima	Exc. mínima
Sobrecarga uniforme Q	-180.24 kN/m	-180.24 kN/ m
Momento sobrecarga uniforme M_q	-104.54 mkN/m	3.61 mkN/m

Modelo SW/2	Exc. máxima	Exc. mínima
Sobrecarga uniforme q	-168.00 kN/m	-168.00 kN/ m
Momento sobrecarga uniforme m_q	-97.44 mkN/m	3.36 mkN/m

Sin considerar **el coeficiente de impacto**:

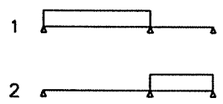
Modelo 71	Exc. máxima	Exc. mínima
Sobrecarga uniforme q	-96.80 kN/m	-96.80 kN/ m
Cargas concentradas q en 7.00 m	173.47 Kn/m	173.47 kN/m
Momento sobrecarga uniforme m_q	-63.88 mkN/m	9.68 mkN/m
Momento cargas concentradas m_Q en 7.00 m	-114.53 mkN	17.38 mkN

Modelo SW/O	Exc. máxima	Exc. mínima
Sobrecarga uniforme Q	-160.93 kN/m	-160.93 kN/ m
Momento sobrecarga uniforme M_q	-93.33 mkN/m	3.22 mkN/m

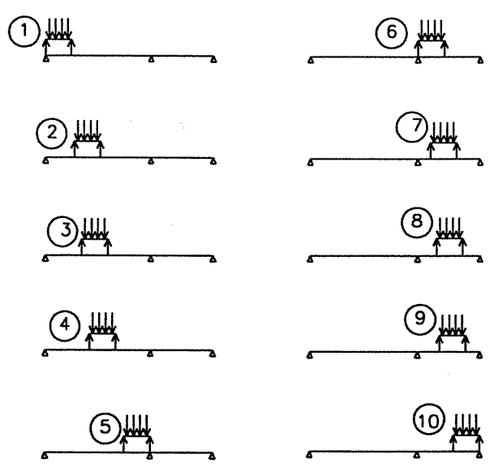
Modelo SW/2	Exc. máxima	Exc. mínima
Sobrecarga uniforme q	-150.00 kN/m	-150.00 kN/ m
Momento sobrecarga uniforme m_q	-87.00 mkN/m	3.00 mkN/m

En las siguientes páginas se muestran esquemáticamente las hipótesis consideradas según las distintas posiciones de la sobrecarga.

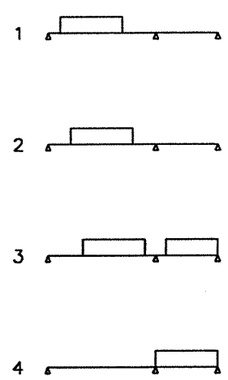
Modelo 71
SC Uniforme



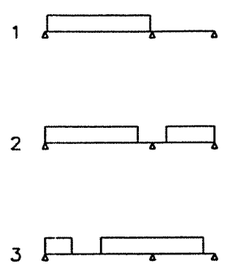
Modelo 71
Carro



Modelo SW/0



Modelo SW/2



Modelo 71: Esta acción se compone en el cálculo de la combinación de las acciones arriba representadas. La peor de las hipótesis de la sobrecarga uniforme se combinará con el carro más desfavorable de los representados a continuación.

2.3.4.3. Carga de Tracción y Frenado.

El frenado de esta estructura se transmite a la estructura que la sigue (pérgola) y es resistido por las pantallas empotradas en el tablero de la misma. Por lo tanto, el cálculo de esta acción está recogido en los cálculos de dicha estructura.

2.3.4.4. Efecto de Lazo.

Fuerza transversal Fy= 100 kN
Momento torsor Mx = 100 * 1.83 = 183 mkN/ml

Se aplicará en pilas y estribos.

2.3.4.5. Descarrilamiento.

a) Situación de Proyecto I

Se considera que los trenes descarrilan dentro del tablero entre las dos vías. De esta forma hay que comprobar que la losa superior de la sección pueda aguantar esta acción. Se introducen dos cargas lineales de valor:

$$q = 1.21 * 50 \text{ kN/m} = 60.50 \text{ kN/ml}$$

en una longitud de 6.40 metros.

b) Situación de Proyecto II

Se considera que los trenes descarrilan en la zona del voladizo. Hay que comprobar la estabilidad general del tablero y que el voladizo pueda aguantar esta carga. Se introduce una carga lineal de valor:

$$q = 1.21 * 80 \text{ kN/m} = 96.80 \text{ kN/ml}$$

en una longitud de 20 metros.

2.3.5. Interacción Vía - Estructura

Para el cálculo de las acciones longitudinales se realiza un modelo especial en el que se añaden al tablero dos barras con las características de las vías unidas al dintel por unas barras de gran rigidez. Estas barras actúan como muelles en sentido longitudinal con la constante indicada en la ficha de la UIC. Para representar las condiciones de la barra larga soldada, se han añadido 200 m de vías antes y después del tablero, unidas al terreno por apoyos verticales y muelles longitudinales. Como simplificación, se ha realizado un modelo recto. En este modelo se han introducido las siguientes acciones:

- Frenado y arranque
- Temperatura
- Deformaciones reológicas transcurridos tres meses

En los casos en que el muelle horizontal alcanza su máximo valor, se introduce en el tablero una carga uniformemente repartida de valor:

Vía cargada:	60 kN/m
Vía sin carga:	20 kN/m

repitiéndose el cálculo hasta que todos los muelles trabajen en el rango establecido

2.3.6. Acciones Climáticas

2.3.6.1. Cargas de viento

Según la IAP-98, el viento puede actuar de las siguientes formas:

- Viento considerado como acción concomitante:
  - Se considera el área expuesta teniendo en cuenta los 4 m. debidos a la presencia de las sobrecargas.
  - Se aplica el coeficiente reductor del 50 % al valor característico obtenido al ser simultáneo con las sobrecargas.

- Viento considerado como acción dominante:
  - No se considera ningún incremento de área expuesta con respecto al tablero
  - No se aplica ningún coeficiente reductor.

Se aplicará el método general. Por tanto:

Entorno tipo II

$K_z = 0.19$

$Z_{min} = 4 < z = 7$ m

$Z_0 = 0.05$

$C_t = 1.0$

$C_r = 1.04$

$C_z = K_z \ln(z/z_0) = 0.94$

$C_g = 1.55$

$V_{ref} = 28$ m/s

$$Vc = C_t C_r C_z C_g V_{ref} = 42.43 \text{ m/s}$$

Ángulo de inclinación de la sección: 14.837º

Reducción de C_D: 0.5 * 14.837 = 7.419%

<u>- Empuje dominante en el tablero:</u>

Se considera una altura adicional de 1.20 como altura de la barrera. Dada la altura del balasto y de las vías, se considera que el empuje actúa en una altura total de 3.10 m.

Para el cálculo del momento de vuelco se considera, de forma simplificada, el empuje del viento actuando a una altura del 60% de la altura total.

Coef. de arrastre C_D	1.823
Coef. de arrastre reducido C_D	1.758
Empuje E_{dom} (kN/m)	6.13
Brazo b (m)	0.75
Momento de vuelco M_{dom} (mkN/m)	4.60

<u>- Empuje del viento concomitante con las sobrecargas:</u>

Se toma el empuje característico afectado por el coeficiente 0.5 de simultaneidad. El viento actuará sobre una altura de 6.73 m, procedentes de considerar una altura de 4.00 m de la sobrecarga sobre la cabeza del carril.

Para el cálculo del momento de vuelco se considera, de forma simplificada, el empuje de barlovento actuando a una altura del 60% de la altura total:

Coef. De arrastre C_D	2.19
Coef. de arrastre reducido C_D	2.10
Empuje E_{conc} (kN/m)	7.96
Brazo B (m)	2.926
Momento de vuelco M_{conc} (mkN/m)	23.28

- Empuje del viento sobre las pilas:

La Pila-1 tiene una sección tipo hipódromo de 3.20 x 1.00 m. El coeficiente de arrastre será:

$C_D = 1.2$

El área expuesta es de 1.00 m a lo largo de toda la altura de la pila.

$\mathbf{E_{conc}} = 0.5 * C_D A (½ \rho V_c^2) = 0.5 * 1.20 * 1.00 * ½ * 1.25 * 42.43^2 =$ **0.68 kN/m**

$\mathbf{E_{dom}} = C_D A (½ \rho V_c^2) = 1.20 * 1.00 * ½ * 1.25 * 42.43^2 =$ **1.35 kN/m**

La Pila-2 tiene una sección rectangular de 6.60 x 1.90 m. El coeficiente de arrastre será:

$C_D = 1.15$

El área expuesta es de 1.90 m a lo largo de toda la altura de la pila.

$\mathbf{E_{conc}} = 0.5 * C_D A (½ \rho V_c^2) = 0.5 * 1.15 * 1.90 * ½ * 1.25 * 42.43^2 =$ **1.24 kN/m**

$\mathbf{E_{dom}} = C_D A (½ \rho V_c^2) = 1.15 * 1.90 * ½ * 1.25 * 42.43^2 =$ **2.46 kN/m**

2.3.6.2. Acciones Térmicas.

- Variación uniforme de temperatura

El viaducto está situado en zona III

Según la Instrucción:

$\Delta T_1 = K \cdot z^a \cdot h^b \cdot s^c = 24.91 * 3^{0.292} * 1.50^{-0.172} * 1^0 = 32.02\ ^oC$

donde: $z = 3$

$h = 1.90$; $h_{mín} = 0.60\ m < h < h_{máx} = 1.50\ m$;

$s = 1$

De tabla 8:

Losa aligerada de hormigón:

$K = 24.91$

$a = 0.292$

$b = -0.172$

$c = 0$

- Gradiente térmico vertical positivo del tablero:

Losa aligerada de hormigón:

$\Delta T_{si}\ (^oC) = K_1 * K_2 * K_3 * \Delta T_{si,ref} = 0.80 * 1.04 * 0.855 * 9 = 8.54\ ^oC$

donde: K_1: (fig. 8a) = 0.80 (h = 1.40 m)

K_2: (fig. 8c) = 1.04 (h = 1.40 m)

K_3: (fig. 8d) = 0.855 (e = 12 cm.)

$\Delta T_{si,ref}$: (fig. 9) = 12 ºC

- Gradiente térmico vertical inverso o negativo del tablero:

No se considera al ser el tablero de hormigón y tener pavimento bituminoso.

2.3.7. Acciones Dinámicas

Se ha realizado un análisis dinámico con los trenes de 3 y 4 del Eurocódigo para la evaluación del coeficiente dinámico. Estos trenes actúan sobre el tablero con velocidades comprendidas entre los 40 y 120 m/s.

Se estudian las flechas en las secciones de centro de vano y se comparan sus valores con los obtenidos con la aplicación estática del modelo 71 del Eurocódigo y del tren B de la IPF-75, afectados por sus correspondientes coeficientes dinámicos.

Tal y como se comprueba en el anejo de cálculo dinámico, las flechas dinámicas son superadas en gran medida por las producidas por los trenes de las instrucciones, por lo que los esfuerzos dinámicos serán igualmente menores que los que se obtengan con la aplicación del tren B y del modelo 71.

2.4. Casos de carga

FICHERO 1 - CARGAS IPF

CASo # 1 PESO PROPIO
CASo # 2 CARGA PERMANENTE CARACTERISTICA
CASo # 3 VALOR MAXIMO DEL BALASTO
CASo # 4 VALOR MINIMO DEL BALASTO
CASo # 5 DESBALASTADO 50 POR CIENTO
CASo # 6 SC PASEOS VANO 1
CASo # 7 SC PASEOS VANO 2
CASo # 8 TREN B VANO 1 EXC.MAXIMA
CASo # 9 TREN B VANO 1 EXC.MINIMA
CASo # 10 TREN B VANO 2 EXC.MAXIMA
CASo # 11 TREN B VANO 2 EXC.MINIMA
CASo # 12 GRADIENTE DE TEMPERATURA +
CASo # 13 LAV PAPIOL. V-1. Losa Pretensada. Tendon superior. Est C
CASo # 14 LAV PAPIOL. V-1. Losa Pretensada. Tendon intermedio. Est C
CASo # 15 LAV PAPIOL. V-1. Losa Pretensada. Tendon inferior. Est C

FICHERO 2 - CARGAS EC

CASo # 1 PESO PROPIO
CASo # 2 CARGA PERMANENTE CARACTERISTICA
CASo # 3 VALOR MAXIMO DEL BALASTO
CASo # 4 VALOR MINIMO DEL BALASTO
CASo # 5 DESBALASTADO 50 POR CIENTO
CASo # 6 SC PASEOS VANO 1
CASo # 7 SC PASEOS VANO 2
CASo # 8 TREN 71 SC UNIFORME VANO 1 EXC.MAXIMA
CASo # 9 TREN 71 SC UNIFORME VANO 1 EXC.MINIMA
CASo # 10 TREN 71 SC UNIFORME VANO 2 EXC.MAXIMA
CASo # 11 TREN 71 SC UNIFORME VANO 2 EXC.MINIMA
CASo # 12 CARRO TREN 71 POSICION 1 EXC.MAXIMA
CASo # 13 CARRO TREN 71 POSICION 1 EXC.MINIMA
CASo # 14 CARRO TREN 71 POSICION 2 EXC.MAXIMA
CASo # 15 CARRO TREN 71 POSICION 2 EXC.MINIMA
CASo # 16 CARRO TREN 71 POSICION 3 EXC.MAXIMA
CASo # 17 CARRO TREN 71 POSICION 3 EXC.MINIMA
CASo # 18 CARRO TREN 71 POSICION 4 EXC.MAXIMA
CASo # 19 CARRO TREN 71 POSICION 4 EXC.MINIMA
CASo # 20 CARRO TREN 71 POSICION 5 EXC.MAXIMA
CASo # 21 CARRO TREN 71 POSICION 5 EXC.MINIMA
CASo # 22 CARRO TREN 71 POSICION 6 EXC.MAXIMA
CASo # 23 CARRO TREN 71 POSICION 6 EXC.MINIMA
CASo # 24 CARRO TREN 71 POSICION 7 EXC.MAXIMA
CASo # 25 CARRO TREN 71 POSICION 7 EXC.MINIMA
CASo # 26 CARRO TREN 71 POSICION 8 EXC.MAXIMA
CASo # 27 CARRO TREN 71 POSICION 8 EXC.MINIMA
CASo # 28 CARRO TREN 71 POSICION 9 EXC.MAXIMA
CASo # 29 CARRO TREN 71 POSICION 9 EXC.MINIMA
CASo # 30 CARRO TREN 71 POSICION 10 EXC.MAXIMA
CASo # 31 CARRO TREN 71 POSICION 10 EXC.MINIMA
CASo # 32 TREN SW0 POSICION 1 EXC. MAXIMA
CASo # 33 TREN SW0 POSICION 1 EXC. MINIMA
CASo # 34 TREN SW0 POSICION 2 EXC. MAXIMA
CASo # 35 TREN SW0 POSICION 2 EXC. MINIMA
CASo # 36 TREN SW0 POSICION 3 EXC. MAXIMA
CASo # 37 TREN SW0 POSICION 3 EXC. MINIMA
CASo # 38 TREN SW0 POSICION 4 EXC. MAXIMA
CASo # 39 TREN SW0 POSICION 4 EXC. MINIMA
CASo # 40 TREN SW2 POSICION 1 EXC. MAXIMA
CASo # 41 TREN SW2 POSICION 1 EXC. MINIMA
CASo # 42 TREN SW2 POSICION 2 EXC. MAXIMA
CASo # 43 TREN SW2 POSICION 2 EXC. MINIMA
CASo # 44 TREN SW2 POSICION 3 EXC. MAXIMA
CASo # 45 TREN SW2 POSICION 3 EXC. MINIMA
CASo # 46 GRADIENTE DE TEMPERATURA +
CASo # 47 LAV PAPIOL. V-1. Losa Pretensada. Tendon superior. Est C
CASo # 48 LAV PAPIOL. V-1. Losa Pretensada. Tendon intermedio. Est C
CASo # 49 LAV PAPIOL. V-1. Losa Pretensada. Tendon inferior. Est C

2.5. Combinación de Acciones

En este apartado, la referencia a las acciones se hará de acuerdo con lo siguiente:

G	G_1:	Peso Propio
	G_2:	Balasto característico más cargas permanentes
	G_3:	Variaciones del balasto
	G*	Acortamiento del tablero por retracción y fluencia
	Pret	Pretensado
Q	TrenB	Tren B de la IPF
	M71	Modelo 71 del Eurocódigo
	SW0	Modelo SW0 del Eurocódigo
	SW2	Modelo SW2 del Eurocódigo
	FR	Frenado y arranque
	Vdom	Viento característico considerado como acción dominante
	Vc	Viento característico concomitante con las sobrecargas de tráfico
	T	Variación uniforme de temperatura
	GT	Gradiente térmico vertical positivo del tablero

2.5.1. Estado Límite de Servicio

Combinaciones Cuasipermanentes: (según EHE, que es más desfavorable que el E.C.)

i) $1.00G+R.E+1.10Pret_{t=0}+0.50(T+GT)$

Combinaciones Frecuentes:

Eurocódigo

i) $1.00G+1.00Pret_{t=\infty}+0.80(M71 \text{ ó } SW0 \text{ ó } SW2)+0.50(T+GT)$

IPF

ii) $1.00G+R.E.+0.90Pret_{t=\infty}+0.80TrenB+0.50(T+GT)$

Combinaciones Raras (cálculo de Apoyos y Estribos):

Eurocódigo

i) $1.00G+1.00Pret_{t=\infty}+1.00(M71 \text{ ó } SW0 \text{ ó } SW2)+0.60(T+GT+Vc)$
ii) $1.00G+1.00Pret_{t=0}+1.00(M71 \text{ ó } SW0 \text{ ó } SW2)+0.60(T+GT+Vc)$
iii) $1.00G+1.00Pret_{t=0}+0.80\ (M71 \text{ ó } SW0 \text{ ó } SW2)+0.60\ Vc+1.00(T+GT)$

IPF

iv) $1.00G+0.90Pret_{t=\infty}+1.00\ TrenB+0.60(T+GT+Vc)$
v) $1.00G+0.90Pret_{t=\infty}+0.60(T+GT)+1.00Vd$
vi) $1.00G+1.10Pret_{t=0}+1.00\ TrenB+0.60(T+GT+Vc)$
vii) $1.00G+1.10Pret_{t=0}+0.80\ TrenB+1.00(T+GT)+0.60Vc$
viii) $1.00G+1.10Pret_{t=0}+0.60(T+GT)+1.00Vd$

2.5.2. Estado Límite Último

- Para tablero:

Eurocódigo

Rotura por flexión y solicitaciones tangenciales:

i) $1.35G+1.00Pret_{t=\infty}+(1.45(M71 \text{ ó } SW0) \text{ ó } 1.20SW2))+0.90(T+GT)$

Fatiga:

ii) $1.00G+1.00Pret_{t=\infty}+1.00M71+0.60(T+GT)$

IPF

iii) $1.35G+1.00Pret_{t=\infty}+1.50TrenB+0.90(T+GT)$

- Para pilas:

Eurocódigo

Combinación 1

i) $1.35G+1.00Pret_{t=\infty}+1.45M71+0.90(T+GT+Vc)$
ii) $1.35G+1.00Pret_{t=0}+1.45(M71 \text{ ó } SW0) \text{ ó } 1.20SW2+0.90\ Vc+0.90(T+GT)$

IPF

i) 1.35G +1.00Pret$_{t=\infty}$ + 1.50TrenB+ 0.90(T+GT+Vc)

ii) 1.00G +1.00Pret$_{t=\infty}$ + 1.50Vd+ 0.90(T+GT)

En todas las combinaciones, se considera un valor de Pret$_{t=\infty}$ igual al 87% del pretensado inicial.

2.6.- ACCIONES PÉRGOLA

2.6.1. ACCIONES PERMANENTES (G)

2.6.1.1. PESO PROPIO

Partiendo de las características de los elementos, el programa ROBOT ofrece la opción de introducir el peso propio de la estructura.

2.6.1.2. CARGAS MUERTAS

En el modelo, la carga muerta se representa por una carga uniformemente repartida.

Balasto:

γ_{bal} =	16 kN/m^3
Área balasto ambas vías =	5.16 m^2 (h_{eq}= 0.511 m)
q_0 = 16 * 0.511 =	8.18 kN/m^2 en 10.10 m.

Esta carga se introduce en dos partes: una coincide con la posición de la carga que proviene de la vía, y la otra es el resto del balasto, que queda por fuera de esta posición. La primera se introduce como seis cargas lineales con 8.18 · 8.0 / 6 = 10.91 kN/ml. La segunda se introduce como dos cargas lineales laterales y otra central de 8.18 · 0.70 = 5.73 kN/ml. A las cargas laterales se les añade el peso del hormigón de forma: q = 0.10 * 24 = 2.40 kN/m/circulación, quedando q = 8.13 kN/ml

hip.1: Valor característico:

q_0 = (8.13 – 10.91 – 5.73) kN/ml

hip2: Incremento para valor máximo:

q_s = 0.30 * (10.91 ó 5.73) = (1.72 – 3.27 - 1.72) kN/ml

hip3: Decremento para valor mínimo:

q_i = -0.30 * (10.91 ó 5.73) = (1.72 – 3.27 - 1.72) kN/ml

hip4: Desbalastado 100% de una vía en 15 m.:
(en esta estructura la hipótesis del desbalastado del 50 % en toda la longitud de una vía no tiene sentido)

q_0 = -(8.13 – 10.91 – 5.73) kN/ml

Carriles y traviesas:

$q_{traviesas}$ = 5.20 kN/ml
$q_{carriles}$ = 1.20 kN/ml

q = 5.20 + 1.20 = 6.40 kN/ml/circulación, repartido en 3 cargas lineales:
q= 2.13 kN/ml

Conductos de cableado, impostas y barandillas :

q_{cables} = 3.00 kN/ml

Imposta
A = 0.25 m^2
q = 25 x 0.25 = 6.25 kN/ml/imposta

Barandilla

q = 1.00 kN/ml/barandilla

q = 3.0 + 6.25 + 1.00 = 10.25 kN/ml/circulación

2.6.2. ACCIONES PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)

RETRACCIÓN

Los valores de la deformación por retracción se muestran en las páginas siguientes. Dada la interacción existente durante la vida útil entre el tablero y la vía, esta acción se calcula en dos instantes:

La deformación reológica producida durante los tres primeros meses de la estructura.

La deformación a tiempo infinito, que se introduce en el modelo de acciones longitudinales que tiene en cuenta la interacción entre la vía y la estructura.

RETRACCIÓN

Art. 39.7 EHE

PROYECTO: LAV Papiol V-1 (Pérgola) Retracción a 90 días

DATOS INICIALES:

Resistencia característica		f_{ck}	30 N/mm2
Área de la sección transversal (m2)		A	6.64 m2
Perímetro en contacto con la atmósfera (m)		u	31.21 m
Período de actuación de la retracción.		$t - t_s$	90 días
(Infinito: $(t - t_s) > 10000$)			
Humedad relativa aproximada:		HR	70 %
Sumergido en agua	100 %		
En atmósfera muy húmeda	90 %		
En atmósfera húmeda	70 %		
En atmósfera seca	40 %		

VALORES INTERMEDIOS:

Espesor ficticio (cm)	e	425.761 mm
	ε_s	420.000 *E-0.6
	β_{HR}	-1.0184
Coeficiente básico de retracción	ε_{cs0}	-427.707 *E-0.6
	$\beta_s (t - t_s)$	0.1183

DEFORMACIÓN DE RETRACCIÓN: $\varepsilon_{cs}(t, t_s) =$ **-50.584 *E-0.6**

RETRACCIÓN

Art. 39.7 EHE

PROYECTO: LAV Papiol V-1 (Pérgola)

DATOS INICIALES:

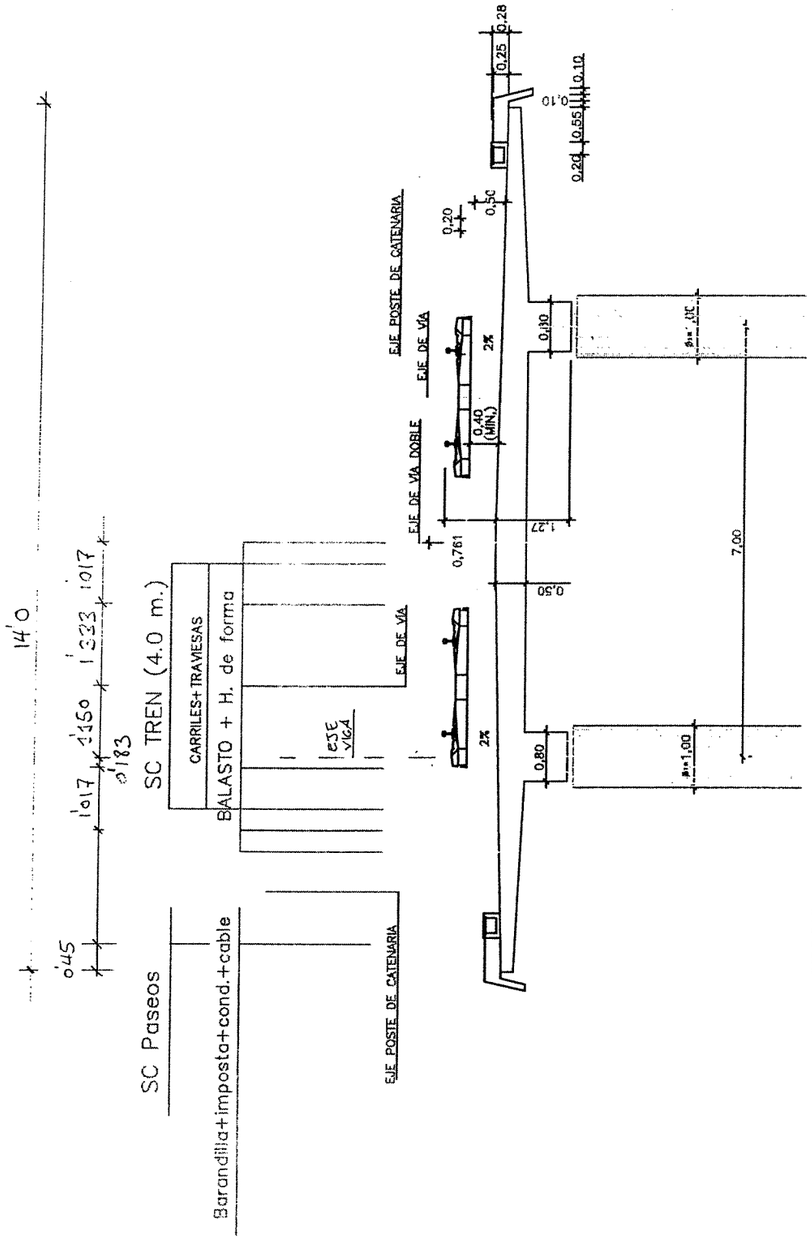
Resistencia característica		f_{ck}	30 N/mm2
Área de la sección transversal (m2)		A	6.64 m2
Perímetro en contacto con la atmósfera (m)		u	31.21 m
Período de actuación de la retracción.		$t - t_s$	10000 días
(Infinito: $(t - t_s) > 10000$)			
Humedad relativa aproximada:		HR	70 %
Sumergido en agua	100 %		
En atmósfera muy húmeda	90 %		
En atmósfera húmeda	70 %		
En atmósfera seca	40 %		

VALORES INTERMEDIOS:

Espesor ficticio (cm)	e	425.761 mm
	ε_s	420.000 *E-0.6
	β_{HR}	-1.0184
Coeficiente básico de retracción	ε_{cs0}	-427.707 *E-0.6
	$\beta_s (t - t_s)$	0.7822

DEFORMACIÓN DE RETRACCIÓN: $\varepsilon_{cs}(t, t_s) =$ **-334.549 *E-0.6**

POSICIÓN de CARGAS LINEALES en SECCIÓN TRANSVERSAL



2.6.3. SOBRECARGAS DE USO SEGÚN IPF-75

2.6.3.1. SOBRECARGA EN PASEOS

q_{sc} =0.5 t/m^2
q_{sc} =0.5 x 1.45 = 0.725 t/ml = 7.25 kN/ml

2.6.3.2. SOBRECARGAS MÓVILES

Tren tipo A
Este tren será el que produzca mayores momentos positivos y cortantes en la presente estructura, dada la configuración de luces de la misma. Se introduce como tres cargas lineales de:
q = 90 / 3.90 / 3 = 7.69 t/ml = 76.92 kN/ml en una longitud de 3.90 m.

Tren tipo B
Este tren será el que produzca mayores momentos negativos en el tablero en ciertas zonas y ciertas direcciones y mayores reacciones en algunas de las pilas, dada la configuración de luces. Se introduce como tres cargas lineales de:

q = 12 / 3 = 4 t/ml = 40 kN/ml con una longitud de 15 o 30 m.

En el cálculo se considerará un posible ripado de ± 30 cm, simultáneo en las dos vías. Este ripado se introduce en el modelo añadiendo el momento correspondiente a la carga vertical de la SC. Para el cálculo de los voladizos, se hará un cálculo específico.

Además se aplicará un coeficiente de impacto:

1º En <u>dirección longitudinal</u>, para tramos apoyados continuos $I = 65 \cdot \frac{\mu}{1-\mu+\mu^2}$, donde $\mu = \frac{VT}{2L}$

V=200 km/h = 55.55m/sg

$$T = \frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{m}{EI}L^4}$$

donde:
m = 14 x 0.45 x 2.5 + 10.10 x 0.511 x 1.6 = 24.0 t/ml = 24000 kg/ml
E = 33620 * 10^6 N/m^2
I = 0.194 m^4
L = 7.50 m

Operando se obtiene:

T = 0.0687 s
μ = 0.254
I = 80.21

Por tanto se toma un coeficiente de impacto de 1.802.

2º En <u>dirección transversal</u>, para vanos simplemente apoyados:

$I = \frac{114\sqrt{L}}{3.10-1.76\sqrt{L}+L}$, donde L = 9.20 m ; I = 49.67

Por tanto se obtiene un coeficiente de impacto de 1.500. Para simplificar el cálculo se utiliza en todos los casos el coeficiente de impacto de 1.80, ya que para utilizar el transversal habría que repetir todos los cálculos.

En las siguientes páginas se muestran esquemáticamente las hipótesis consideradas según las distintas posiciones de la sobrecarga.

2.6.3.3. C.3.- CARGA DE FRENADO Y ARRANQUE

Frenado:

Las cargas longitudinales se calculan independientemente de las verticales, dada la disposición de dos pantallas empotradas al tablero, que sujetan en esta dirección el puente. Se calcula el frenado para la hipótesis con la máxima sobrecarga (tren B actuando en toda la longitud del puente con una carga de 12 y 10 tn)

Carga horizontal: H = (12 x 30 + 10 x 106) x 1.90 / 8 = 337.25 t = 3372.5 kN

Arranque:

Su efecto será siempre menor o igual que el de frenado.

2.6.3.4. EFECTO LAZO

Fuerza transversal: Fy = 50 kN

Se aplicará en pilas y estribos.

2.6.4. SOBRECARGAS EUROCÓDIGO 1

2.6.4.1. SOBRECARGA EN PASEOS

q_{sc} = 5.0 kN/m^2
q_{sc} = 5.0 * 1.45 = 7.25 kN/ml

Sólo el 50% de dicha carga es compatible con la SC ferroviaria.

2.6.4.2. SOBRECARGAS MÓVILES

Tren L71: se introduce como tres cargas lineales de 52.08 kN/ml en 6.40 m, acompañadas a ambos lados por tres cargas lineales de 26.67 kN/ml de longitud ilimitada.

Tren SW0: no se aplica por ser menos desfavorable que el Tren B de la IPF-75. El tren B tendrá una SC de 216 kN/ml en 30 m, incluyendo el coeficiente de impacto, mientras que el SWO tendría una SC de 214 kN/ml en 15 + 15 m, separados por 5.3 m, incluyendo su coeficiente de impacto y el coeficiente α.

Tren SW2: no se aplica por ser menos desfavorable que el SW0 (tiene menos carga, al ir multiplicado éste último por un coeficiente α = 1.21. El hecho de que la longitud cargada sea mayor no importa en este caso, dadas las pequeñas luces del puente.)

Para calcular los valores característicos de estas acciones, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

A los modelos LM71 y SW/O se les aplica un coeficiente α = 1.21

Se consideran las siguientes desviaciones de la sobrecarga respecto al eje de la vía en el sentido más desfavorable (hacia la derecha):

Ripado de la vía: 0.30 m
Asimetría de la carga (sólo modelo 71): 1.435 / 18 = 0.080 m

con lo que se obtienen las excentricidades siguientes:

- Modelo 71º: e = 0.08 + 0.30 = 0.38 m

Se aplicará un coeficiente de impacto: (mantenimiento cuidadoso)

$$\phi = \frac{1.44}{L_\phi - 0.2} + 0.82 \qquad \text{con } 1.0 < \Phi_2 < 1.67$$

$L_m = 7.50m$

En sentido longitudinal:
$n \geq 5 \Rightarrow k = 1.5$
$L_\phi = k \cdot L_m = 1.5 \times 7.5 = 11.25m$

Φ_2 = 1.277

En sentido transversal:
$L_\phi = 9.20m$

Φ_2 = 1.33

2.6.4.3. CARGA DE TRACCIÓN Y FRENADO

Para los efectos de tracción y frenado el puente estará fijado en las pantallas centrales. Para una longitud del viaducto de 140 m y vías continuas, no hay reducción de los esfuerzos de frenado y tracción.

Frenado:

Qf = 20 kN/m * 140 m = **2800 kN** < 6000 kN

Arranque:

Qa = 33 kN/m * 140 m = 4620 kN > **1000 kN**;

Estos esfuerzos se verán incrementados por el coeficiente α = 1.21.

2.6.4.4. EFECTO LAZO

Fuerza transversal Fy= 100 kN
Momento torsor Mx = 100 * 1.25 = 125 mkN

Se aplicará en pilas y estribos.

2.6.4.5. DESCARRILAMIENTO

Situación de Proyecto I

Por ser claramente menos desfavorable que las cargas de tráfico introducidas en la estructura, no es necesario calcularla.

Situación de Proyecto II

Se considera que los trenes descarrilan en la zona del voladizo. Hay que comprobar la estabilidad general del tablero y que el voladizo pueda aguantar esta carga. Se introduce una carga lineal de valor:

$$q = 1.21 * 80 \text{ kN/m}$$

en una longitud de 20 metros.

2.6.5. INTERACCIÓN VÍA ESTRUCTURA

Para el cálculo de las acciones longitudinales se realiza un modelo especial en el que se añaden al tablero dos barras con las características de las vías unidas al dintel por unas barras de gran rigidez. Estas barras actúan como muelles en sentido longitudinal con la constante indicada en la ficha de la UIC. Para representar las condiciones de la barra larga soldada, se han añadido 200 m de vías antes y después del tablero, unidas al terreno por apoyos verticales y muelles longitudinales. Como simplificación, se ha realizado un modelo recto. En este modelo se han introducido las siguientes acciones:

Frenado y arranque
Temperatura
Deformaciones reológicas transcurridos tres meses

En los casos en que el muelle horizontal alcanza su máximo valor, se introduce en el tablero una carga uniformemente repartida de valor:

Vía cargada: 60 kN/m
Vía sin carga: 20 kN/m

repitiéndose el cálculo hasta que todos los muelles trabajen en el rango establecido

2.6.6. ACCIONES CLIMÁTICAS

2.6.6.1. CARGAS DE VIENTO

Según la IAP-98, el viento puede actuar de las siguientes formas:

Viento considerado como acción concomitante:
Se considera el área expuesta teniendo en cuenta los 4.00 m. debidos a la presencia de las sobrecargas.
Se aplica el coeficiente reductor del 50 % al valor característico obtenido al ser simultáneo con las sobrecargas.

Viento considerado como acción dominante:
No se considera ningún incremento de área expuesta con respecto al tablero
No se aplica ningún coeficiente reductor.

Se aplicará el método simplificado. Por tanto:

Entorno tipo III
V_{ref} = 24 m/s

Empuje dominante en el tablero:

Se considera una altura de 1.20 como canto medio de las vigas laterales más 1.0 m correspondiente a vías y balasto, es decir el viento actúa sobre una altura total de 2.20 m.

$E_{dom} = 1.25 * 2.20 = 2.75$ kN/m

Pero este valor se obtiene de un cálculo que supone un coeficiente de arrastre de 1.8.
Realmente el valor del coeficiente de arrastre es:

B/h = 14.0 / 2.20 = 6.4 ; C_D = 1.10, luego $E_{dom} = 2.75 * 1.1 / 1.8 =$ **1.68 kN/m**

Empuje del viento concomitante con las sobrecargas:

Se toma el empuje característico afectado por el coeficiente 0.5 de simultaneidad.
El viento actuará sobre una altura de 6.20 m, procedentes de considerar una altura de 4.00 m de la sobrecarga sobre la cabeza del carril.

$E_{conco} = 0.50 * 1.25 * 6.20 = 3.88$ kN/m

Pero este valor se obtiene de un cálculo que supone un coeficiente de arrastre de 1.8.
Realmente el valor del coeficiente de arrastre es:

B/h = 14.0 / 6.20 = 2.2 ; C_D = 1.40, luego E_{conco} = 3.88 * 1.4 /1.8 = **3.01 kN/m**

Empuje del viento sobre pilas y pantallas:

Las pilas tienen sección circular de 1.00 m, luego el coeficiente de arrastre será:

C_D = 1.20

El área expuesta es de 1.00 m a lo largo de toda la altura de la pila.

E_{conc} = 0.5 * 1.54 * 1.2 / 2.2 * 1.00 = **0.42** kN/m

E_{dom} = 1.54 * 1.2 / 2.2 * 1.00 = **0.84** kN/m

(Se ha tenido en cuenta el verdadero valor del coeficiente de arrastre)

Las pantallas tienen sección rectangular de 0.80 x 6.00 m, luego el coeficiente de arrastre será:

C_D = 2.10

E_{conc} = 0.5 * 1.54 * 2.1 / 2.2 = **0.74** kN/m

E_{dom} = 1.54 * 2.1 / 2.2 = **1.47** kN/m

(Se ha tenido en cuenta el verdadero valor del coeficiente de arrastre)

2.6.6.2. ACCIONES TÉRMICAS

Variación uniforme de temperatura
El viaducto está situado en zona III
Según la Instrucción:

$\Delta T_1 = K \cdot z^a \cdot h^b \cdot s^c = 23.89 * 3^{0.292} * 0.40^{-0.139} * 1^0 = 37.40$ ºC

Se toma como valor de cálculo ½ del incremento o decremento máximo de temperatura, lo cual equivale a suponer que se hormigona la estructura a una temperatura cercana a la media (esto es cierto en la mayoría de las ocasiones). El rango de temperatura durante el hormigonado se fija en planos.

donde: z = 3
h = 0.40; $h_{mín} = 0.30 \text{ m} < h < h_{máx} = 1.20$ m;
s = 1
De tabla 8:
Cajón de hormigón:
K = 23.89
a = 0.292
b = -0.139
c = 0

Gradiente térmico vertical positivo del tablero:

Caso de losa maciza de hormigón:

ΔT_{si} (ºC) = K_1 * K_2 * $\Delta T_{si,ref}$ = 0.80 * 0.58 * 12 = 5.57 ºC

donde: K_1 : (fig. 8a) = 0.80 (h = 0.40 m)
K_2 : (fig. 8b) = 0.58
$\Delta T_{si,ref}$: (fig. 9) = 12 ºC

Gradiente térmico vertical inverso o negativo del tablero:

No se considera al ser el tablero de hormigón.

2.6.7. ACCIONES DINÁMICAS

Se ha realizado un análisis dinámico con los trenes de 3 y 4 del Eurocódigo para la evaluación del coeficiente dinámico. Estos trenes actúan sobre el tablero con velocidades comprendidas entre los 40 y 120 m/s.

Se estudian las flechas en las secciones de centro de vano y se comparan sus valores con los obtenidos con la aplicación estática del modelo 71 del Eurocódigo y del tren B de la IPF-75, afectados por sus correspondientes coeficientes dinámicos.

Tal y como se comprueba en el anejo de cálculo dinámico, las flechas dinámicas son superadas en gran medida por las producidas por los trenes de las instrucciones, por lo que los esfuerzos dinámicos serán igualmente menores que los que se obtengan con la aplicación del tren B y del modelo 71.

2.7.- CASOS DE CARGA

2.7. CASOS DE CARGA PERGOLA
==========

FICHERO 1: CARGAS VERTICALES
==========

CASo # 1 PESO PROPIO
CASo # 2 BALASTO CARACTERISTICO
CASo # 3 INC. BALASTO MAXIMO
CASo # 4 DEC. BALASTO MINIMO
CASo # 5 CARRILES Y TRAVIESAS
CASo # 6 C.M. LATERAL
CASo # 7 SC PASEOS
CASo # 8 SC TREN 1 A-A
CASo # 9 SC TREN 2 A-A RIP. IZ.
CASo # 10 SC TREN 3 B-B
CASo # 11 SC TREN 4 B-B
CASo # 12 SC TREN 5 X-A RIP. IZ.
CASo # 13 SC TREN 6 A-A RIP. IZ.
CASo # 14 SC TREN 7 A-A RIP. IZ.
CASo # 15 GRAD 5.57

FICHERO 2: CARGAS HORIZONTALES
==========

CASo # 1 TEMPERATURA
CASo # 2 RETRACCION

FICHERO 3: MODELO VIGA
==========

CASo # 1 CP
CASo # 2 TREN A
CASo # 3 TREN B
CASo # 4 TREN 71

2.8.- Combinación de Acciones

En este apartado, la referencia a las acciones se hará de acuerdo con lo siguiente:

G	G_1:	Peso Propio
	G_2:	Balasto característico más cargas permanentes
	G_3:	Variaciones del balasto
	G*	Acortamiento del tablero por retracción y fluencia
	Pret	Pretensado
Q	TrenA	Tren A de la IPF
	TrenB	Tren B de la IPF
	M71	Modelo 71 del Eurocódigo
	SW0	Modelo SW0 del Eurocódigo
	SW2	Modelo SW2 del Eurocódigo
	FR	Frenado y arranque
	Vdom	Viento característico considerado como acción dominante
	Vc	Viento característico concomitante con las sobrecargas de tráfico
	T	Variación uniforme de temperatura
	GT	Gradiente térmico vertical positivo del tablero

2.5.1. Estado Límite de Servicio

Combinaciones Cuasipermanentes: (según EHE, que es más desfavorable que el E.C.)

i) 1.00G+R.E + 0.50(T+GT)

Combinaciones Raras (cálculo de Apoyos y Estribos):

IPF

i) 1.00G +1.00 TrenB+ 0.60(T+GT+Vc)
ii) 1.00G +1.00 TrenA+ 0.60(T+GT+Vc)

2.5.2. Estado Límite Último

- Para tablero:

IPF

i) 1.35G+1.35 RET+ 1.50TrenB+ 0.90(T+GT)
ii) 1.35G+1.35 RET+ 1.50TrenA+ 0.90(T+GT)

- Para pilas:

IPF

i) 1.35G +1.35 RET + 1.50TrenA+ 0.90(T+GT+Vc)
ii) 1.35G +1.35 RET + 1.50TrenB+ 0.90(T+GT+Vc)
iii) 1.00G +1.35RET + 1.50Vd+ 0.90(T+GT)

Combinaciones de casos

- Casos: 16A32

Combinación	Nombre	Tipo de	Naturalez	Naturalez
16 (C)	1.35 CPmax + 1.50 PASEOS	Com	ELU	explo
17 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 1 A-A + 0.90 GRAD	Com	ELU	explo
18 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 2 A-A + 0.90 GRAD	Com	ELU	explo
19 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B	Com	ELU	explo
20 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B	Com	ELU	explo
21 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 5 X-A + 0.90 GRAD	Com	ELU	explo
22 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 6 A-A + 0.90 GRAD	Com	ELU	explo
23 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 7 A-A	Com	ELU	explo
24 (C)	1.00 CPmin	Com	ELU	explo
25 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 1 A-A + 0.90 GRAD (SIN IMPACTO)	Com	ELU	explo
26 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 2 A-A + 0.90 GRAD (SIN IMPACTO)	Com	ELU	explo
27 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B (SIN IMPACTO)	Com	ELU	explo
28 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B (SIN IMPACTO)	Com	ELU	explo
29 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 5 X-A + 0.90 GRAD (SIN IMPACTO)	Com	ELU	explo
30 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 6 A-A + 0.90 GRAD (SIN IMPACTO)	Com	ELU	explo
31 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 7 A-A (SIN IMPACTO)	Com	ELU	explo
32 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B (SIN IMPACTO)	Com	ELU	explo

Combinación	Definición
16 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*1.50
17 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+8*2.70+15*0.90
18 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+9*2.70+15*0.90
19 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+10*2.70
20 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+11*2.70
21 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+12*2.70+15*0.90
22 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+13*2.70+15*0.90
23 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+14*2.70
24 (C)	(1+2+4+5+6)*1.00
25 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+8*1.50+15*0.90
26 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+9*1.50+15*0.90
27 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+10*1.50
28 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+11*1.50
29 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+12*1.50+15*0.90
30 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+13*1.50+15*0.90
31 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+14*1.50
32 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+11*1.50

2.9. Modelos de cálculo

Para calcular la **losa pretensada**, se ha realizado un modelo de tipo **pórtico espacial** de seis grados de libertad por nudo.

La definición geométrica del modelo representa la directriz con la situación real de los estribos.

Los apoyos de pilas y estribos representan las condiciones reales de vinculación, liberando los giros allí donde están permitidos.

Para la modelización del reparto horizontal de las acciones se han repartido las acciones proporcionalmente a las rigideces de los apoyos y cimentación.

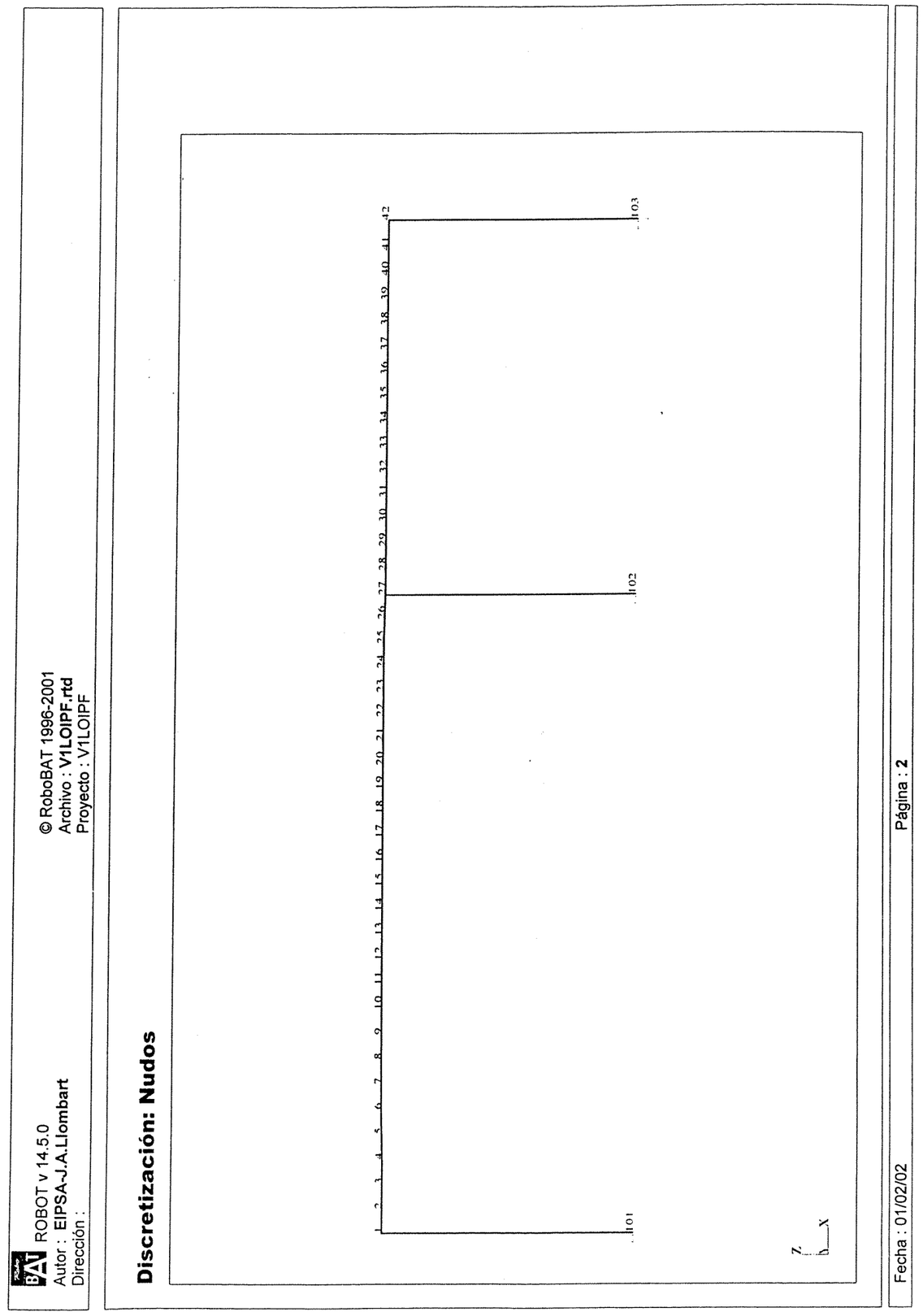
Los giros permitidos por los apoyos se liberan en el nudo inferior del nudo que representa el cargadero, orientada según el eje longitudinal del tablero. En el programa de cálculo se llama "relajación" a la función que permite liberar los movimientos y giros.

Para calcular la **pérgola** se utiliza un **modelo de elementos finitos en 3D**, con la geometría espacial de la estructura. Este modelo tiene en cuenta los distintos espesores de losa y las diferencias de altura entre centros de gravedad de nervios y losa y de las losas con espesores distintos. Para ello se utilizan enlaces rígidos entre los nudos de los elementos finitos adyacentes con distinto espesor. Dichos enlaces constituyen empotramientos totales entre los nudos, por lo que garantizan la completa transmisión de esfuerzos.

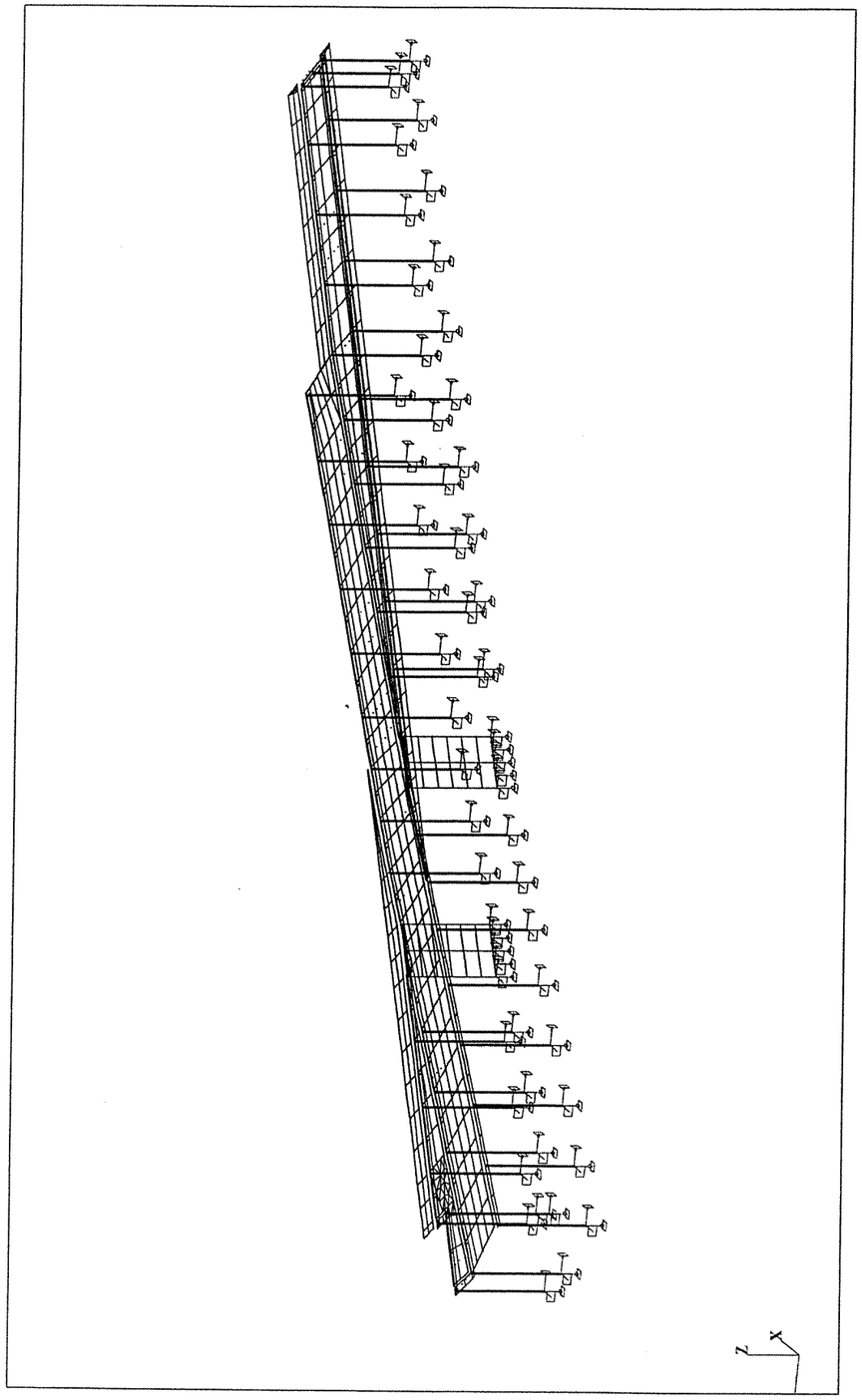
Por otro lado, se incluyen en el modelo las pantallas verticales empotradas al tablero, también modelizadas con elementos finitos, y unidas también al resto de la estructura con enlaces rígidos.

Por último, las pilas y estribos se introducen en la estructura por medio de barras, con las relajaciones correspondientes para liberar los grados de libertad no coaccionados.

Para poder contrastar los resultados que se obtienen de este modelo, se desarrolla un modelo adicional que consiste en un **pórtico plano**, con la sección completa. Ello permite comparar los esfuerzos de los nervios longitudinales del modelo de elementos finitos con los esfuerzos de la sección completa de la losa. Así, se obtiene una fácil y rápida verificación de un modelo tan complicado como el desarrollado, y del reparto de esfuerzos entre la losa y los nervios.

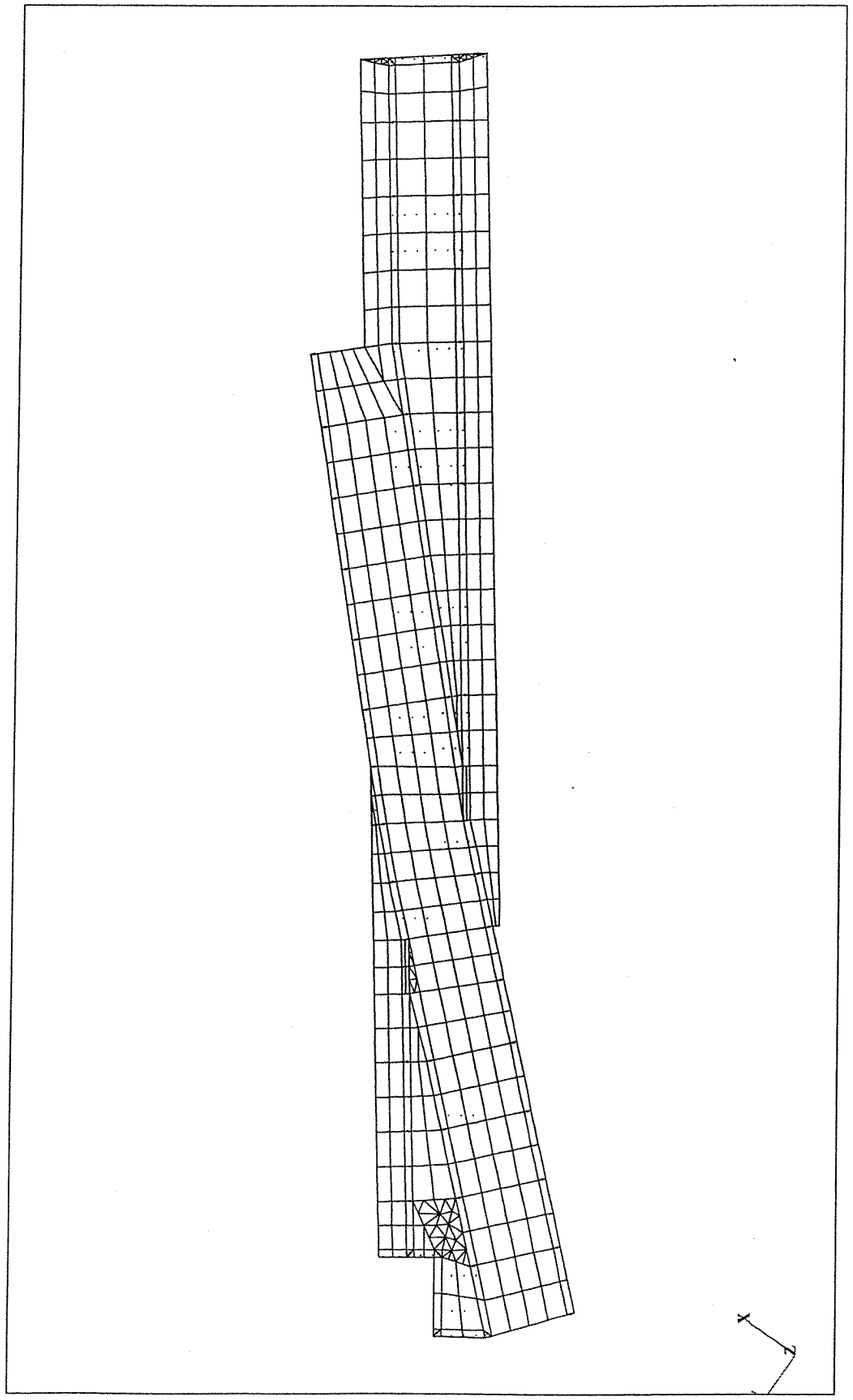


MODELO DE CALCULO DE TABLERO (PÉRGOLA)



ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **PERmodel.rtd**
Proyecto: PERmodel

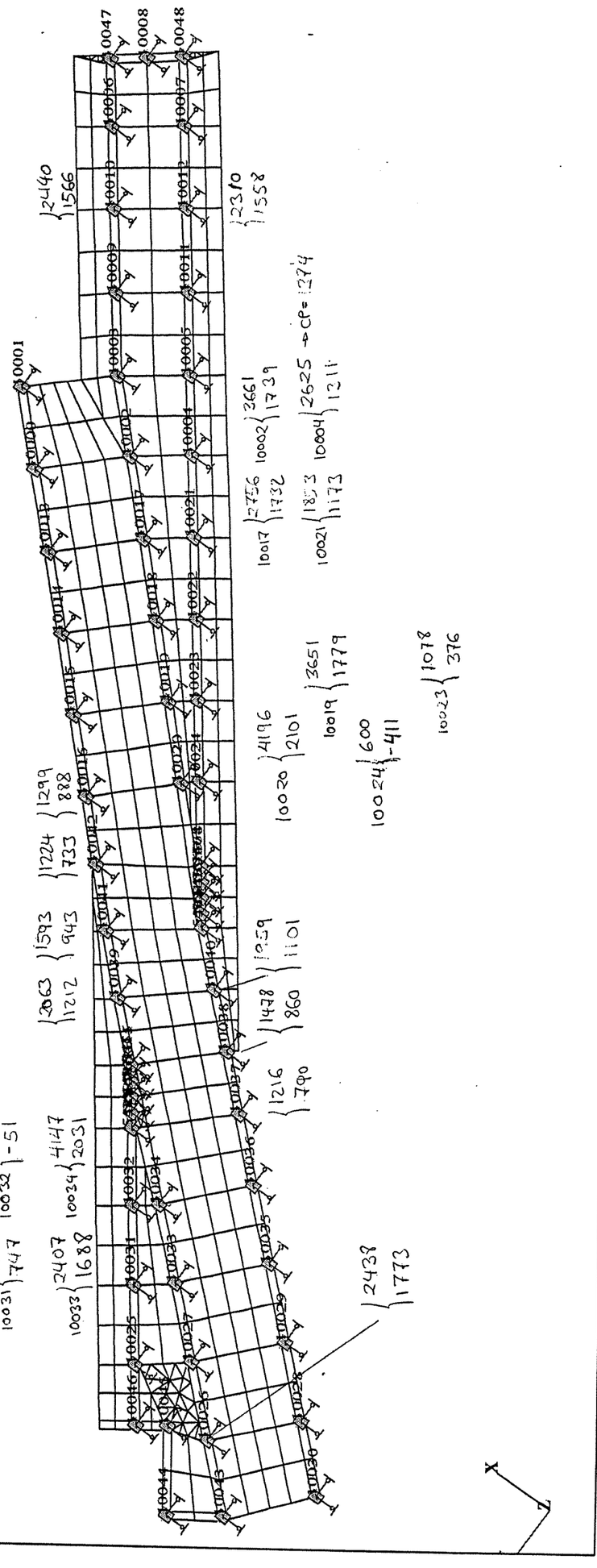
MODELO (PLANTA GENERAL) (PÉRGOLA)



APOYOS

REACCIONES MÁXIMAS y MÍNIMAS MAYORADAS (kN) (SIN COEFICIENTES DE IMPACTO)

(Sólo están indicadas las de las pilas representativas, cada una de disposición de cargas)



2.10. Comportamiento Estructural Losa Pretensada

2.10.1. E.L.S.

2.10.1.1. Tensiones

Combinaciones frecuentes: EC1

Combinación i) t=∞	Nudo	σ_{sup} (N/mm²)	σ_{inf} (N/mm²)
Centro Vano 1	8	6.0	2.60
Apoyo Pila 1	27	0.71	7.15
Centro Vano 2	35	5.80	0.53

Combinaciones frecuentes: IPF – 75

Combinación i) t=∞	Nudo	σ_{sup} (N/mm²)	σ_{inf} (N/mm²)
Centro Vano 1	8	5.98	1.15
Apoyo Pila 1	27	-0.22	7.53
Centro Vano 2	35	5.16	0.17

La tensión mínima se produce en el nudo 27 con un valor de σ_{inf}=-0.22 N/mm².

Combinación Cuasipermanente:

Combinación i) t=0	Nudo	σ_{sup} (N/mm²)	σ_{inf} (N/mm²)
Apoyo Pila 1	27	7.97	-0.74

Se comprueba que todas las fibras de pretensado están comprimidas para la combinación cuasipermanente.

2.10.1.2. Comprobación del estado límite de fisuración.

Se comprueba que todas las secciones susceptibles de fisurar están comprimidas bajo la combinación de acciones frecuentes, por lo que no es necesario realizar el cálculo.

2.10.1.3. Giro por torsión del tablero

El giro por torsión del tablero del puente se calculará teniendo en cuenta los valores característicos del modelo de carga 71 multiplicados por el correspondiente Coeficiente de Impacto.

La máxima variación angular resultante se producirá cuando el carro se sitúe cerca del apoyo. La ley de torsores pésima producida por el tren 71 en los 3 primeros metros se refleja en el siguiente cuadro:

MOMENTOS TORSORES (mkN)	
Nudo	Mt
1	1376.61
2	1248.34
3	1120.07

La variación angular unitaria:

$$\Delta\theta = \frac{M_T}{G \cdot J}$$

donde:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1+\nu)} = 11881.17 \frac{N}{mm^2}$$

J=7.00 m⁴

$$\theta = \sum \Delta\theta \cdot d_i = \frac{(1376.6 + 1702.53 + 1703.91) 1.0}{11881.17 \cdot 10^3 \cdot 7.00} = 4.50 \cdot 10^{-5} rad$$

t=0.31 mm<1.5 mm/3m

Para velocidades v<|220| km/h se requiere una comprobación adicional para asegurar que t≤|1.2| mm/3m para la carga de tráfico real, multiplicada por el

correspondiente coeficiente dinámico (CAD=5.04). Para ello, se emplearán los resultados del análisis dinámico, pues están realizados con los trenes reales.

$$\theta = \sum \Delta\theta \cdot d_i = \frac{(203.07 + 183.30 + 183.30) \cdot 1.00 \cdot 5.04}{11881.17 \cdot 10^3 \cdot 7.00} = 3.45 \cdot 10^{-5} rad$$

t=0.24 mm<1.2 mm/3m

2.10.1.4. Giros en el final del tablero.

Con los valores característicos del modelo de carga 71, multiplicados por el coeficiente de impacto y el gradiente de temperatura, los máximos giros medidos en el extremo del vano en el eje de la vía no deben exceder de 6.5 10^{-3} en puentes con una vía. De los listados mostrados se obtienen los siguientes resultados:

- Giro por sobrecarga uniforme tren 71: 0.0010 rad
- Giro por cargas puntuales tren 71: 0.0003 rad
- Giro por gradiente: -0.0003 rad
- Giro máximo: 0.0013<0.0065 rad

Para velocidades v>|220| km/h se debe realizar una comprobación adicional para las cargas de tráfico real multiplicadas por el correspondiente coeficiente dinámico.

$$\theta = 0.00037 \cdot 5.04 = 0.00186 rad < \frac{2 \cdot 10^{-3}}{h_{(m)}} = 0.0008 rad$$

donde:

- h(m): distancia entre el carril y el apoyo

2.10.1.5. Deformaciones Horizontales del tablero

Esta condición se comprueba para la carga de viento, ya que la fuerza centrífuga y la fuerza de lazo son despreciables.

La deformación horizontal δ_h no debe producir un radio de curvatura horizontal menor que 14000 metros, siendo el valor del radio de curvatura:

$$R = \frac{L^2}{8 \cdot \delta_h}$$

De los listados se obtienen los siguientes resultados:

Deformación Horizontal	
CASO	Uy (mm)
Viento	0.9

$$R = \frac{26^2}{8 \cdot 0.9 \cdot 10^{-3}} = 93889m > 14000m$$

2.10.1.6. Valores límite para la máxima deformación vertical en función del confort de los usuarios.

El confort de los pasajeros depende de la aceleración vertical b_v, en el interior del coche durante el trayecto. Para un nivel de confort muy bueno, la máxima aceleración vertical permitida es de 1.0 m/s^2, siendo la máxima en este viaducto 0.59 m/s^2.

Para una luz de 26 metros en una estructura hiperestática de 2 vanos y con una velocidad de 350 km/h en la línea, se tiene la limitación para las cargas de tráfico:

f<L/1400·1.50=27.8 mm

en los listados se comprueba que la máxima deformación vertical de las cargas del tren 71 es:

- Sobrecarga uniforme: -7.3 mm
- Carro: -2.5 mm
- Total: -9.8 mm < 27.8 mm

2.7.3. ELU

2.10.2.1. E.L.U. de Agotamiento frente a Solicitaciones Normales

Se han comprobado distintas secciones a cálculo a rotura. Los momentos de cálculo (Md), y los coeficientes de seguridad obtenidos para las secciones analizadas son los siguientes:

Sección	Nudo	Md (m kN)	γ adicional
Centro de vano 1	12	37119	1.25
Apoyo Pila 1	27	-32133	1.48

2.7.2.2. E.L.U. de Cortante y Torsión

Los resultados obtenidos en las secciones pésimas son los siguientes:

Sección	Nudo	Vd (kN)	Td (m kN)	$(V_{rd}/V_{u1})^{\beta} + (T_d/T_{u1})^{\beta}$
	1	3565	2004	0.196
	27	5742	1608	0.148

2.7.2.3. Fatiga

Para la comprobación a fatiga se seguirá el Eurocódigo 2. Parte 2. Puentes de Hormigón. Según se dispone en el apartado 4.3.7.1. , para esta estructura no es necesaria esta comprobación, ya que bajo la combinación de acciones frecuentes se cumple la abertura de fisura y bajo la combinación de acciones cuasipermanentes está comprimida toda la sección. Esto se puede aplicar al no tener la estructura acopladores intermedios.

2.7.3. Tensiones en cimentación

Elemento	σ (N / mm^2)
E-1	3.96
P-1	4.18

2.11. Comportamiento Estructural Pérgola

2.11.1. E.L.S.

2.11.1.1. Comprobación del estado límite de fisuración.

En el apartados posteriores se presentan los listados de tensiones para las combinaciones de acciones frecuente a t=0 y a t=∞.

Según el Artículo 49.2.4.de la EHE, para un ambiente IIb la abertura máxima de fisura debe ser 0.2 mm.

Como se observa en el apartado indicado la abertura de fisura producida es de 0.026 mm.

Adicionalmente se comprueba que todas las secciones están comprimidas bajo la combinación de acciones cuasipermanente.

2.11.2. ELU

2.11.2.1. E.L.U. de Agotamiento frente a Solicitaciones Normales

Se han comprobado un gran número de secciones a cálculo a rotura. Los momentos de cálculo (Md) obtenidos para las secciones más representativas analizadas son los siguientes:

Sección	Md (m kN /ml)
Centro de vano losa central	688
Apoyo Pila Losa Central	-485

2.11.2.2. E.L.U. de Cortante

Los esfuerzos obtenidos en las secciones pésimas son los siguientes:

Sección	Vd (kN)
Pila	665
Siguiente a pila	400

2.11.2.3. Fatiga

Para la comprobación a fatiga se seguirá el Eurocódigo 2. Parte 2. Puentes de Hormigón.

En el Apartado correspondiente se detalla la metodología seguida. Los resultados finales fueron:

Acero pasivo:

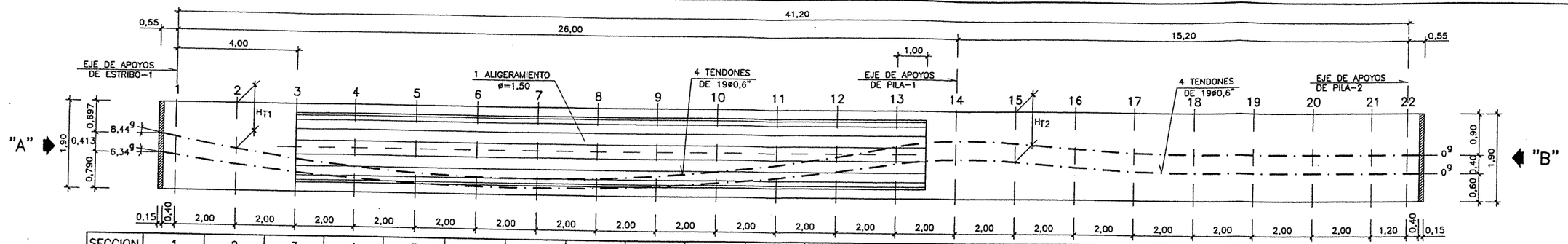
Comprobación a Fatiga Acero Pasivo		
Nudo	$\gamma_f \times \gamma_{sd} \times \Delta\sigma_{s,eq}$	$\Delta\sigma_{Rsk}\ (N^*) / \gamma_{s,fat}$
Centro vano losa central	97.48	169.565

2.11.3. Tensiones en cimentación

Elemento	σ (N / mm^2)
Pilas	4.22
E-1	3.80

3. TABLERO LOSA PRETENSADA

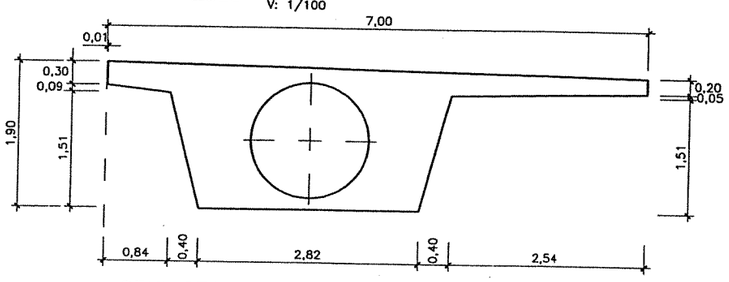
3.1. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y DISCRETIZACIÓN



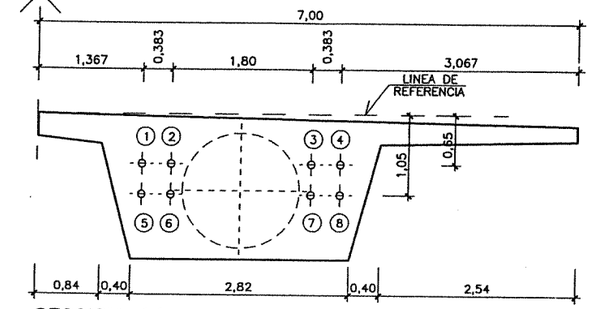
SECCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
H_{T1}	0,750	0,994	1,194	1,350	1,461	1,528	1,550	1,529	1,464	1,357	1,207	1,014	0,779	0,650	0,692	0,800	0,875	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
H_{T2}	1,150	1,333	1,483	1,600	1,683	1,733	1,750	1,733	1,683	1,600	1,483	1,333	1,150	1,050	1,092	1,200	1,275	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300

ALZADO DE TENDONES

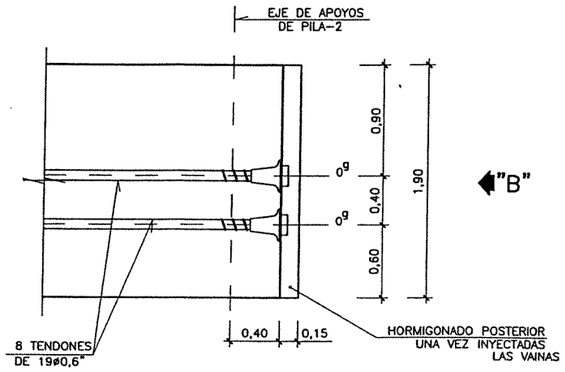
ESCALAS H: 1/150
V: 1/100



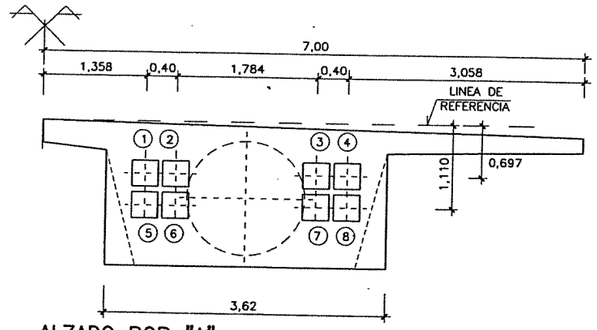
SEMI-SECCION TIPO DE TABLERO
(DEFINICION GEOMETRICA)
ESCALA 1:80



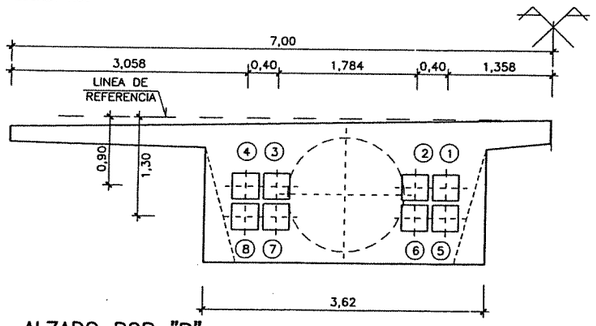
SECCION-14
ESCALA 1:80



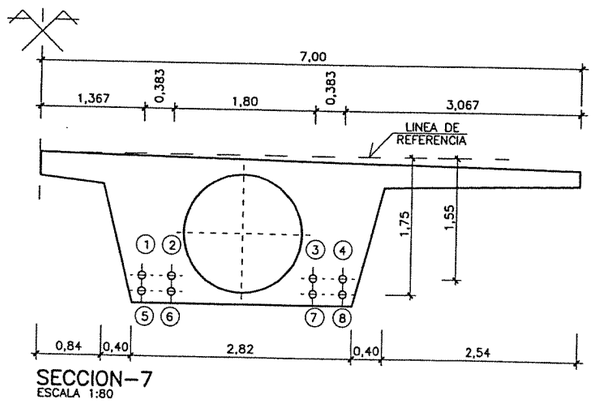
DETALLE DE ANCLAJES EN PILA-2
ESCALA 1:50



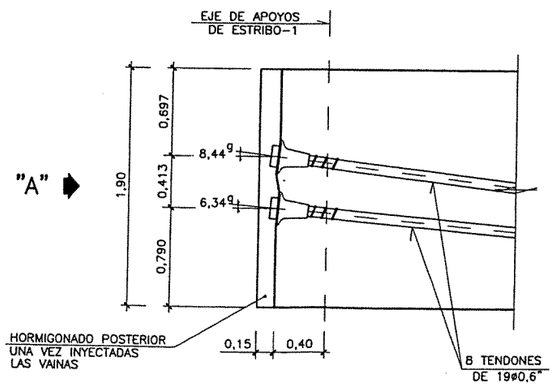
ALZADO POR "A"
ESCALA 1:80



ALZADO POR "B"
ESCALA 1:80



SECCION-7
ESCALA 1:80



DETALLE DE ANCLAJES EN ESTRIBO-1
ESCALA 1:50

NOTA DE PRETENSADO

A) DESIGNACION DE LOS ACEROS (EHE)

- Para armar: B 500 S
- Para pretensar: Y 1860 S7 ø 15.2 mm

B) ARMADURA ACTIVA

- 8 Tendones Curvos de 19 ø 0.6".
- Diametro de la vaina de tendones de 19 ø 0.6": ø = 100 mm.

C) VALORES PREVISTOS EN EL PROYECTO

- Penetracion de cuñas 5 mm.
- Coeficiente rozamiento par sito por ml. (k) = 0.0015
- Coeficiente rozamiento en curva (m) = 0.21
- Módulo elàstico armadura activa = 190.000 N/mm2

D) TESADO DE TENDONES

- Se efectuar un ùnico tesado.
- Resistencia mínima del hormigon al tesar: 28 N/mm2
- Fuerza de tesado en cada anclaje de 19 ø 0.6": 3715 kN.
- En todos los tendones:
  - Anclajes dorsales: Activos
  - Anclajes frontales: Activos
- Los tendones se tesaran desde el Estribo 1 y posteriormente se retesaran desde la Pila 2.

ORDEN DE TESADO:
Se tesaran los tendones en el siguiente orden:

2 - 3 - 6 - 7 - 1 - 4 - 5 - 8

E) ALARGAMIENTOS TEàRICOS DE LOS TENDONES

	Tesado	Retesado
Tendones 1 a 4	27.9 cm	0.9 cm
Tendones 5 a 8	28.1 cm	0.7 cm

F) INYECCIàN

Una vez tesados los tendones, se inyectaran las vainas con lechada de cemento y se efectuar el sellado de los cajetines.

.TP(VIAD-V1(META)

GIF Gestor de Infraestructuras Ferroviarias

TÍTULO: PROYECTO BÁSICO DE PLATAFORMA
LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO: CASTELLBISBAL - PAPIOL

AUTOR: EDUARDO BORRELL ARQUÉ — Intraesa Ingeniería de Trazados y Estructuras — Tec 4 Ingenieros Consultores

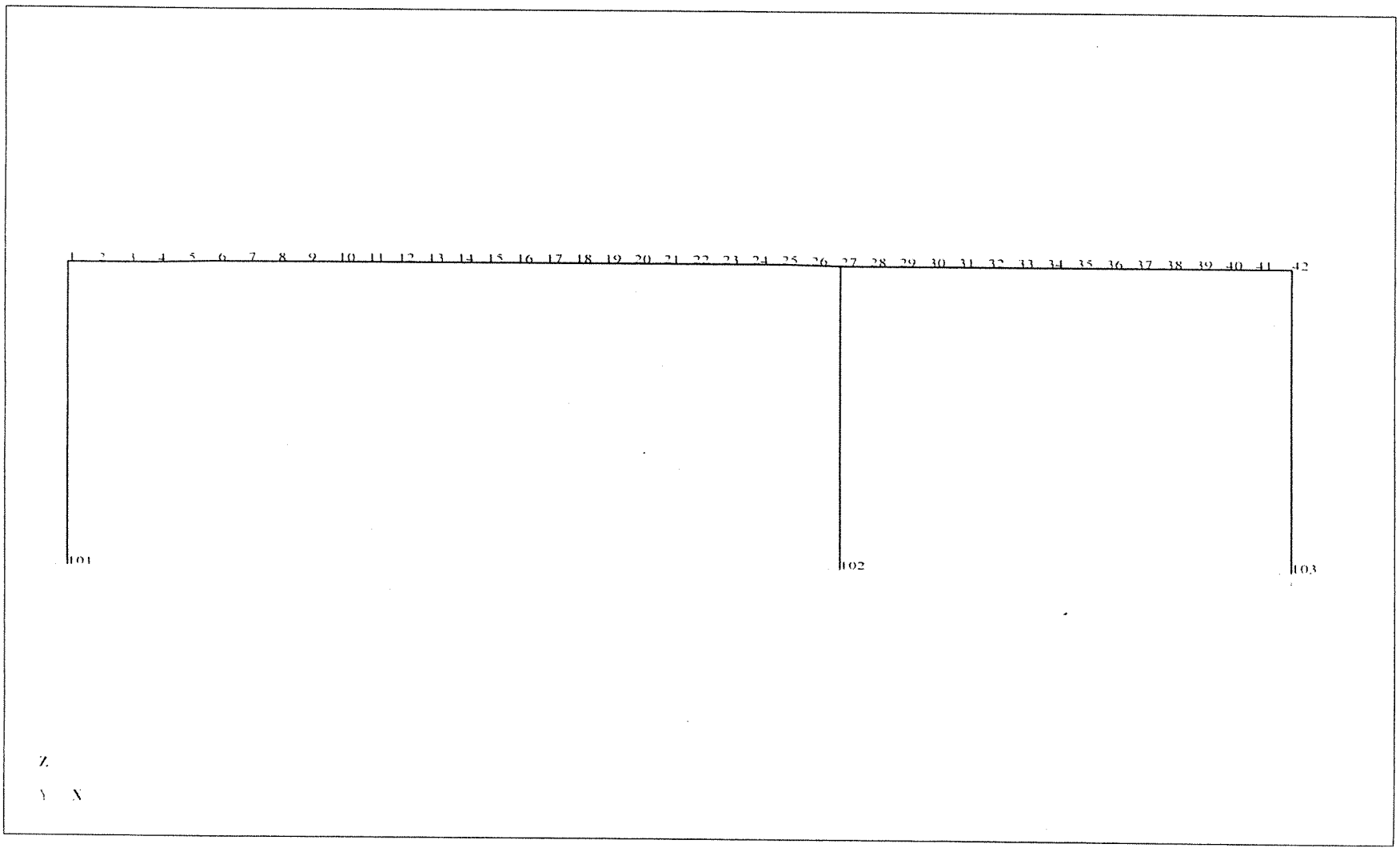
ESCALA: Numérica | Gráfica

FECHA: DICIEMBRE - 2001

TÍTULO DEL PLANO

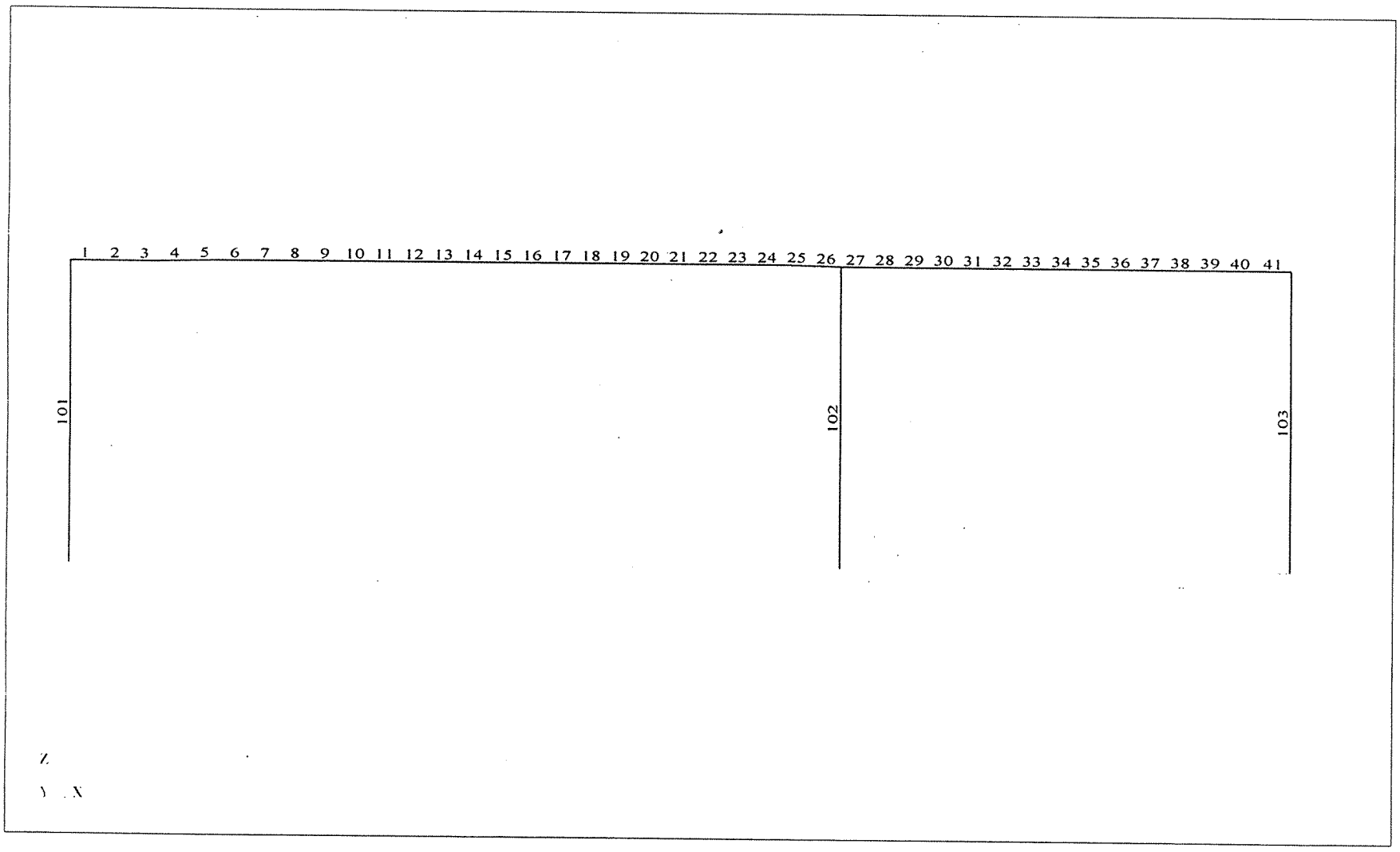
Nº DE PLANO: Hoja de

Discretización: Nudos



130 253

Discretización: Barras



Características:

	Nombre de la sección	Lista de barras	SX (m^2)	SY (m^2)	SZ (m^2)	IX (m^4)	IY (m^4)	IZ (m^4)	HY (m)	HZ (m)	VY (m)	VZ (m)	VPY (m)
1	NS 1	5A25	5.2314	0.0	0.0	0.6070	1.8131	12.4969	6.990	1.900	2.871	0.787	4.119
2	NS 2	1A4 26A41	6.9986	0.0	0.0	0.6720	2.1213	12.8158	6.990	1.900	2.813	0.841	4.178
3	RE 1	101	14.0000	11.6667	11.6667	4.4566	1.1667	228.6667	14.000	1.000	7.000	0.500	7.000
4	RE 2	103	28.0000	23.3333	23.3333	33.9721	9.3333	457.3333	14.000	2.000	7.000	1.000	7.000
5	TU 1	102	1.7671	1.4910	1.4910	0.4970	0.2485	0.2485	1.500	1.500	0.750	0.750	0.750

	VPZ (m)	E (N/mm^2)
1	1.113	30891.00
2	1.059	30891.00
3	0.500	30891.00
4	1.000	30891.00
5	0.750	30891.00

3.2. PRETENSADO. TRAZADO Y CARACTERÍSTICAS

LAV PAPIOL. V-1 (Losa)

NOTA DE PRETENSADO

A) DESIGNACION DE LOS ACEROS (EHE)

- Para armar: B 500 S
- Para pretensar: Y 1860 S7 ϕ 15.2 mm

B) ARMADURA ACTIVA

- 8 Tendones Curvos de 19 ϕ 0.6".
- Diámetro de la vaina de tendones de 19 ϕ 0.6": ϕ = 100 mm.

C) VALORES PREVISTOS EN EL PROYECTO

- Penetración de cuñas 5 mm.
- Coeficiente rozamiento parásito por ml. (k) = 0.0015
- Coeficiente rozamiento en curva (μ) = 0.21
- Módulo elástico armadura activa = 190.000 N/mm2

D) TESADO DE TENDONES

- Se efectuará un único tesado.
- Resistencia mínima del hormigón al tesar: 28 N/mm^2
- Fuerza de tesado en cada anclaje de 19 ϕ 0.6": 3715 kN.
- En todos los tendones:
  Anclajes dorsales: Activos
  Anclajes frontales: Activos
- Los tendones se tesarán desde el Estribo 1 y posteriormente se retesarán desde la Pila 2.

ORDEN DE TESADO:
Se tesarán los tendones en el siguiente orden:

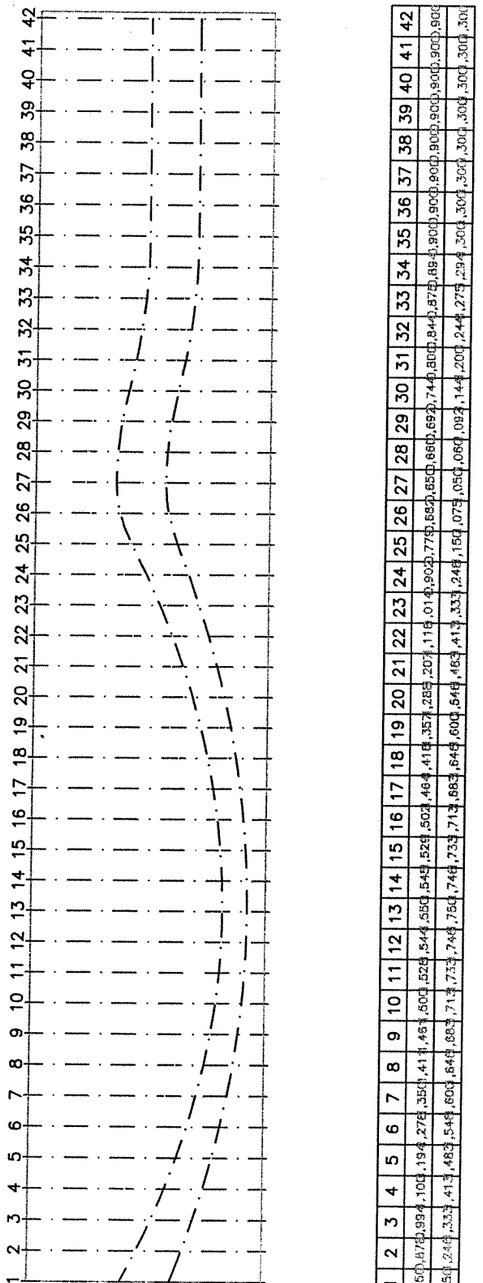
2 – 3 – 6 – 7 – 1 – 4 – 5 – 8

E) ALARGAMIENTOS TEÓRICOS DE LOS TENDONES

	Tesado	Retesado
Tendones 1 a 4	27.9 cm	0.9 cm
Tendones 5 a 8	28.1 cm	0.7 cm

F) INYECCIÓN

Una vez tesados los tendones, se inyectarán las vainas con lechada de cemento y se efectuará el sellado de los cajetines.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
	,760	,675	,994	,102	,194	,276	,350	,413	,461	,500	,529	,544	,550	,543	,525	,503	,464	,416	,357	,285	,201	,115	,019	,902	,775	,638	,650	,660	,692	,744	,800	,840	,870	,880	,900	,900	,900	,900	,900	,900	,900	,900
	,150	,240	,333	,413	,483	,545	,600	,648	,688	,713	,733	,748	,750	,748	,733	,713	,683	,645	,600	,548	,488	,413	,333	,248	,150	,075	,050	,050	,092	,144	,200	,244	,275	,294	,300	,300	,300	,300	,300	,300	,300	,300

ESCALAS H: 1/100
V: 1/25

TRAZADO DE TENDONES

Titulo: LAV. Papiol. V-1. Losa Pretensada.

Tendón: Intermedio **Tramo:** Vano 1 - A

longitud:	12.000		y=Ax^2+C
ord. tan=0:	-1.550	A=	0.00555556
ord. final:	-0.750	C=	-1.550

	X	Y	Pendiente	Angulo (g)
13	0.000	-1.550	0.0000	0.000
12	1.000	-1.544	0.0111	0.707
11	2.000	-1.528	0.0222	1.414
10	3.000	-1.500	0.0333	2.121
9	4.000	-1.461	0.0444	2.828
8	5.000	-1.411	0.0556	3.533
7	6.000	-1.350	0.0667	4.238
6	7.000	-1.278	0.0778	4.942
5	8.000	-1.194	0.0889	5.644
4	9.000	-1.100	0.1000	6.345
3	10.000	-0.994	0.1111	7.045
2	11.000	-0.878	0.1222	7.743
1	12.000	-0.750	0.1333	8.438

TRAZADO DE TENDONES

Titulo: LAV. Papiol. V-1. Losa Pretensada.

Tendón: Intermedio **Tramo:** Vano 1 - B

Ord, origen: -1.550
Absc, pto 1: 12.000
Absc, pto 2: 12.000
Absc, pto 3: 14.000
Ord, pto 3: -0.650
Pend, pto 3: 0.000

	X	Y	Pendiente	Ang, (g)	Radio Curv,
13	0.000	-1.550	0.0000	0.000	93.333
14	1.000	-1.545	0.0107	0.682	93.349
15	2.000	-1.529	0.0214	1.364	93.398
16	3.000	-1.502	0.0321	2.046	93.478
17	4.000	-1.464	0.0429	2.727	93.591
18	5.000	-1.416	0.0536	3.407	93.735
19	6.000	-1.357	0.0643	4.087	93.913
20	7.000	-1.288	0.0750	4.766	94.122
21	8.000	-1.207	0.0857	5.443	94.364
22	9.000	-1.116	0.0964	6.120	94.638
23	10.000	-1.014	0.1071	6.795	94.945
24	11.000	-0.902	0.1179	7.469	95.285
25	12.000	-0.779	0.1286	8.140	79.714
26	13.000	-0.682	0.0643	4.087	-15.652
27	14.000	-0.650	0.0000	0.000	-15.556

TRAZADO DE TENDONES

Titulo: LAV. Papiol. V-1. Losa Pretensada.

Tendón: Intermedio **Tramo:** Vano 2 - A

Ord, origen: -0.900
Absc, pto 1: 5.000
Absc, pto 2: 5.000
Absc, pto 3: 8.000
Ord, pto 3: -0.650
Pend, pto 3: 0.000

	X	Y	Pendiente	Ang, (g)	Radio Curv,
35	0.000	-0.900	0.0000	0.000	80.000
34	1.000	-0.894	0.0125	0.796	80.019
33	2.000	-0.875	0.0250	1.591	80.075
32	3.000	-0.844	0.0375	2.386	80.169
31	4.000	-0.800	0.0500	3.180	80.300
30	5.000	-0.744	0.0625	3.974	32.188
29	6.000	-0.692	0.0417	2.651	-48.125
28	7.000	-0.660	0.0208	1.326	-48.031
27	8.000	-0.650	0.0000	0.000	-48.000

TRAZADO DE TENDONES

Titulo: LAV. Papiol. V-1. Losa Pretensada.

Tendón: Inferior **Tramo:** Vano 1 - A

longitud:	12.000		y=Ax^2+C
ord. tan=0:	-1.750	A=	0.00416667
ord. final:	-1.150	C=	-1.750

	X	Y	Pendiente	Angulo (g)
13	0.000	-1.750	0.0000	0.000
12	1.000	-1.746	0.0083	0.531
11	2.000	-1.733	0.0167	1.061
10	3.000	-1.713	0.0250	1.591
9	4.000	-1.683	0.0333	2.121
8	5.000	-1.646	0.0417	2.651
7	6.000	-1.600	0.0500	3.180
6	7.000	-1.546	0.0583	3.709
5	8.000	-1.483	0.0667	4.238
4	9.000	-1.413	0.0750	4.766
3	10.000	-1.333	0.0833	5.293
2	11.000	-1.246	0.0917	5.819
1	12.000	-1.150	0.1000	6.345

TRAZADO DE TENDONES

Titulo: LAV. Papiol. V-1. Losa Pretensada.

Tendón: Inferior **Tramo:** Vano 1 - B

Ord, origen:	-1.750
Absc, pto 1:	12.000
Absc, pto 2:	12.000
Absc, pto 3:	14.000
Ord, pto 3:	-1.050
Pend, pto 3:	0.000

	X	Y	Pendiente	Ang, (g)	Radio Curv,
13	0.000	-1.750	0.0000	0.000	120.000
14	1.000	-1.746	0.0083	0.531	120.013
15	2.000	-1.733	0.0167	1.061	120.050
16	3.000	-1.713	0.0250	1.591	120.113
17	4.000	-1.683	0.0333	2.121	120.200
18	5.000	-1.646	0.0417	2.651	120.313
19	6.000	-1.600	0.0500	3.180	120.450
20	7.000	-1.546	0.0583	3.709	120.613
21	8.000	-1.483	0.0667	4.238	120.801
22	9.000	-1.413	0.0750	4.766	121.014
23	10.000	-1.333	0.0833	5.293	121.252
24	11.000	-1.246	0.0917	5.819	121.516
25	12.000	-1.150	0.1000	6.345	101.504
26	13.000	-1.075	0.0500	3.180	-20.075
27	14.000	-1.050	0.0000	0.000	-20.000

TRAZADO DE TENDONES

Titulo: LAV. Papiol. V-1. Losa Pretensada.

Tendón: Inferior **Tramo:** Vano 2 - A

Ord, origen: -1.300
Absc, pto 1: 5.000
Absc, pto 2: 5.000
Absc, pto 3: 8.000
Ord, pto 3: -1.050
Pend, pto 3: 0.000

	X	Y	Pendiente	Ang, (g)	Radio Curv,
35	0.000	-1.300	0.0000	0.000	80.000
34	1.000	-1.294	0.0125	0.796	80.019
33	2.000	-1.275	0.0250	1.591	80.075
32	3.000	-1.244	0.0375	2.386	80.169
31	4.000	-1.200	0.0500	3.180	80.300
30	5.000	-1.144	0.0625	3.974	32.188
29	6.000	-1.092	0.0417	2.651	-48.125
28	7.000	-1.060	0.0208	1.326	-48.031
27	8.000	-1.050	0.0000	0.000	-48.000

3.3. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.S.

3.3.1.1. Resumen de tensiones

2.10. Comportamiento Estructural Losa Pretensada

2.10.1. E.L.S.

2.10.1.1. Tensiones

Combinaciones frecuentes: EC1

Combinación i) t=∞	Nudo	σ_{sup} (N/mm²)	σ_{inf} (N/mm²)
Centro Vano 1	8	6.0	2.60
Apoyo Pila 1	27	0.71	7.15
Centro Vano 2	35	5.80	0.53

Combinaciones frecuentes: IPF – 75

Combinación i) t=∞	Nudo	σ_{sup} (N/mm²)	σ_{inf} (N/mm²)
Centro Vano 1	8	5.98	1.15
Apoyo Pila 1	27	-0.22	7.53
Centro Vano 2	35	5.16	0.17

La tensión mínima se produce en el nudo 27 con un valor de σ_{inf}=-0.22 N/mm².

Combinación Cuasipermanente:

Combinación i) t=0	Nudo	σ_{sup} (N/mm²)	σ_{inf} (N/mm²)
Apoyo Pila 1	27	7.97	-0.74

Se comprueba que todas las fibras de pretensado están comprimidas para la combinación cuasipermanente.

3.3.2. Cálculo de Fisuración

Características pilas:

	Nombre de la sección	Lista de barras	SX (m^2)	SY (m^2)	SZ (m^2)	IX (m^4)	IY (m^4)
	TU 1	1000A1048	0.7854	0.6627	0.6627	0.0982	0.0491

	IZ (m^4)	E (N/mm^2)	TUBO_DIA (m)	TUBO_ESP (m)
	0.0491	24850.00	1.000	0.500

Barras: Relajaciones

Barra	Sección	Material	Longitud (m)	Relajación - código
1000	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1001	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1002	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1003	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1004	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1005	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1006	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1007	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1008	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1009	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1010	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1011	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1012	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1013	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1014	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1015	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1016	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1017	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1018	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1019	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1020	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1021	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1022	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1023	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1024	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1025	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1026	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1027	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1028	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1029	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1030	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1031	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1032	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1033	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1034	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1035	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1036	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1037	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1038	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1039	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1040	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1041	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1042	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1043	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1044	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1045	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1046	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1047	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff
1048	TU 1	*HORMIGON*	9.980	ffffff ffffff

2.4. CASOS DE CARGA PERGOLA

FICHERO 1: CARGAS VERTICALES

CASo # 1 PESO PROPIO
CASo # 2 BALASTO CARACTERISTICO
CASo # 3 INC. BALASTO MAXIMO
CASo # 4 DEC. BALASTO MINIMO
CASo # 5 CARRILES Y TRAVIESAS
CASo # 6 C.M. LATERAL
CASo # 7 SC PASEOS
CASo # 8 SC TREN 1 A-A
CASo # 9 SC TREN 2 A-A RIP. IZ.
CASo # 10 SC TREN 3 B-B
CASo # 11 SC TREN 4 B-B
CASo # 12 SC TREN 5 X-A RIP. IZ.
CASo # 13 SC TREN 6 A-A RIP. IZ.
CASo # 14 SC TREN 7 A-A RIP. IZ.
CASo # 15 GRAD 5.57

FICHERO 2: CARGAS HORIZONTALES

CASo # 1 TEMPERATURA
CASo # 2 RETRACCION

FICHERO 3: MODELO VIGA

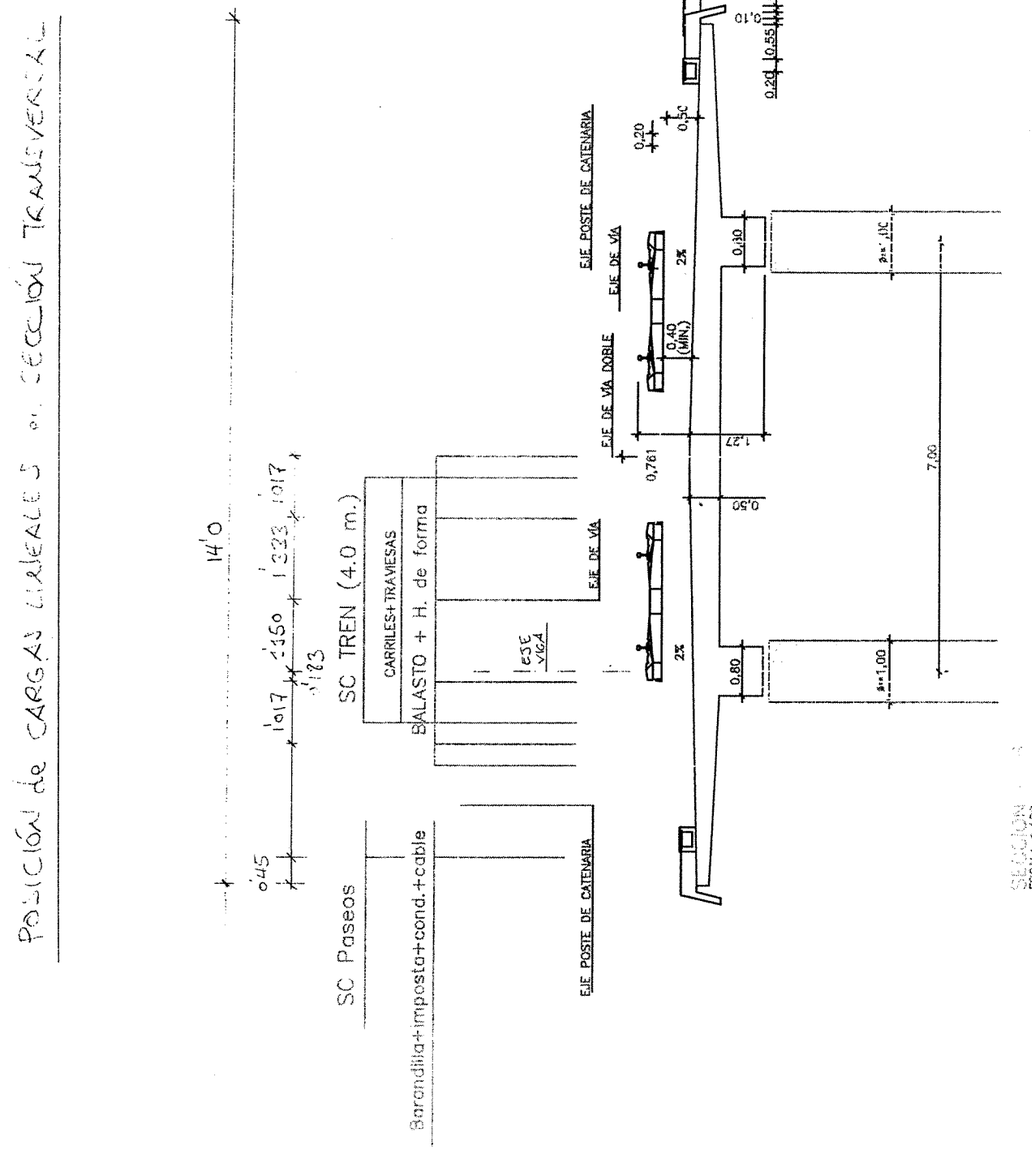
CASo # 1 CP
CASo # 2 TREN A
CASo # 3 TREN B
CASo # 4 TREN 71

Combinaciones de casos

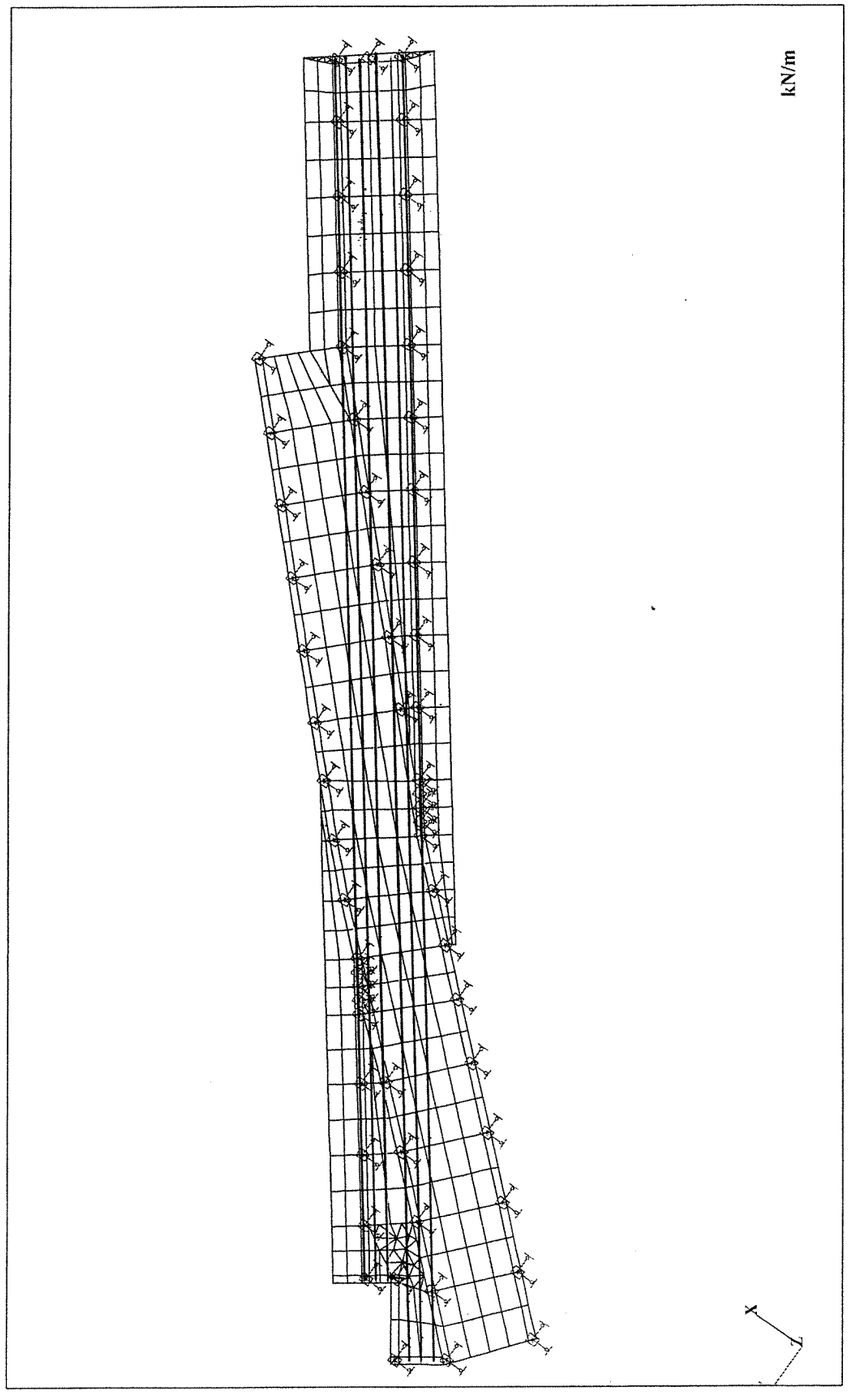
- Casos: 16A32

Combinación	Nombre	Tipo de	Naturaleza	Naturaleza
16 (C)	1.35 CPmax + 1.50 PASEOS	Com	ELU explo	
17 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 1 A-A + 0.90 GRAD	Com	ELU explo	
18 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 2 A-A + 0.90 GRAD	Com	ELU explo	
19 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B	Com	ELU explo	
20 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B	Com	ELU explo	
21 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 5 X-A + 0.90 GRAD	Com	ELU explo	
22 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 6 A-A + 0.90 GRAD	Com	ELU explo	
23 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 7 A-A	Com	ELU explo	
24 (C)	1.00 CPmin	Com	ELU explo	
25 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 1 A-A + 0.90 GRAD (SIN IMPACTO)	Com	ELU explo	
26 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 2 A-A + 0.90 GRAD (SIN IMPACTO)	Com	ELU explo	
27 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B (SIN IMPACTO)	Com	ELU explo	
28 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B (SIN IMPACTO)	Com	ELU explo	
29 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 5 X-A + 0.90 GRAD (SIN IMPACTO)	Com	ELU explo	
30 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 6 A-A + 0.90 GRAD (SIN IMPACTO)	Com	ELU explo	
31 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 7 A-A (SIN IMPACTO)	Com	ELU explo	
32 (C)	1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B (SIN IMPACTO)	Com	ELU explo	

Combinación	Definición
16 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*1.50
17 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+8*2.70+15*0.90
18 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+9*2.70+15*0.90
19 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+10*2.70
20 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+11*2.70
21 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+12*2.70+15*0.90
22 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+13*2.70+15*0.90
23 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+14*2.70
24 (C)	(1+2+4+5+6)*1.00
25 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+8*1.50+15*0.90
26 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+9*1.50+15*0.90
27 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+10*1.50
28 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+11*1.50
29 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+12*1.50+15*0.90
30 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+13*1.50+15*0.90
31 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+7*0.75+14*1.50
32 (C)	(1+2+3+5+6)*1.35+11*1.50

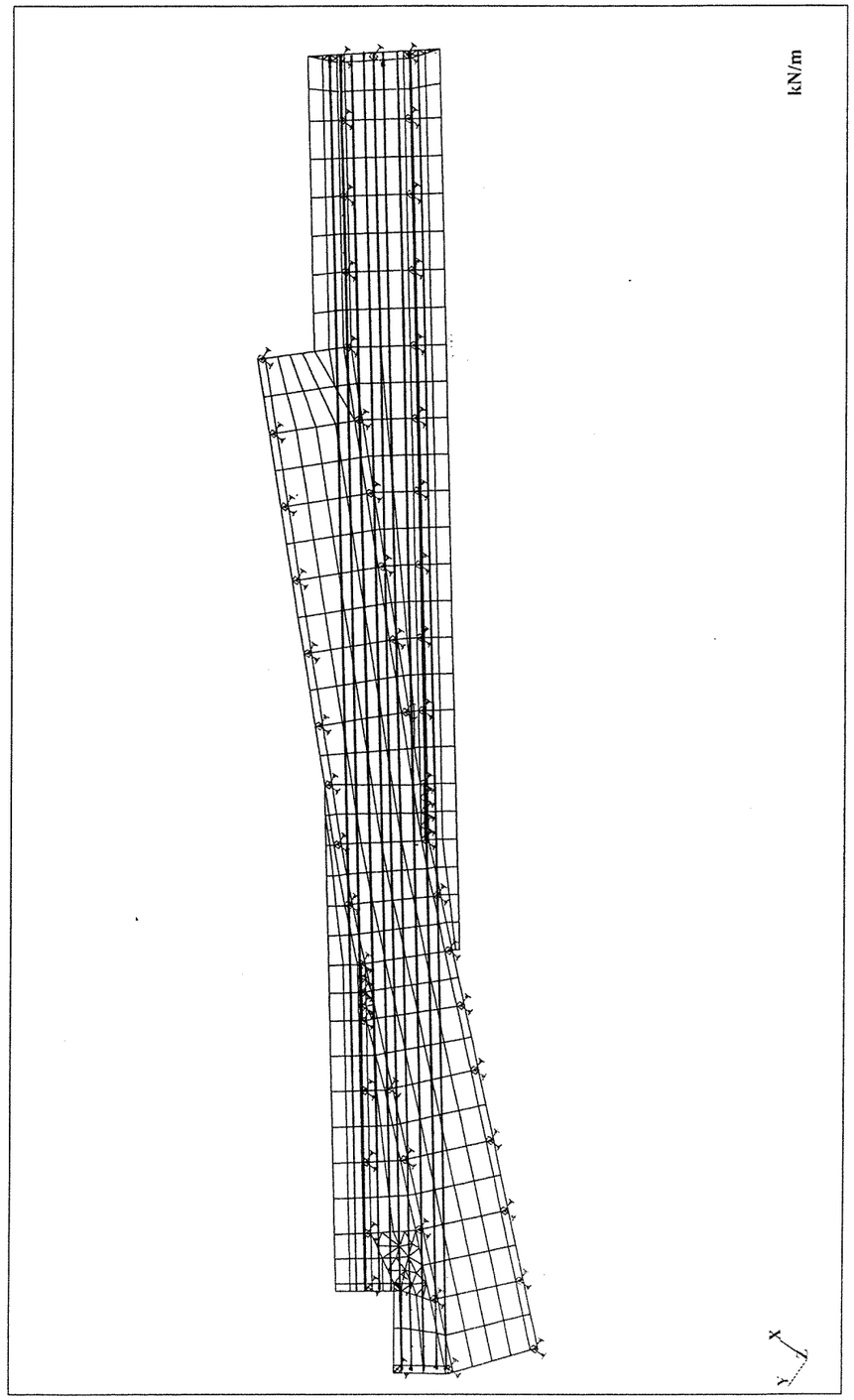


CARGAS:CASO 5 (CARRILES Y TRAVIESAS)

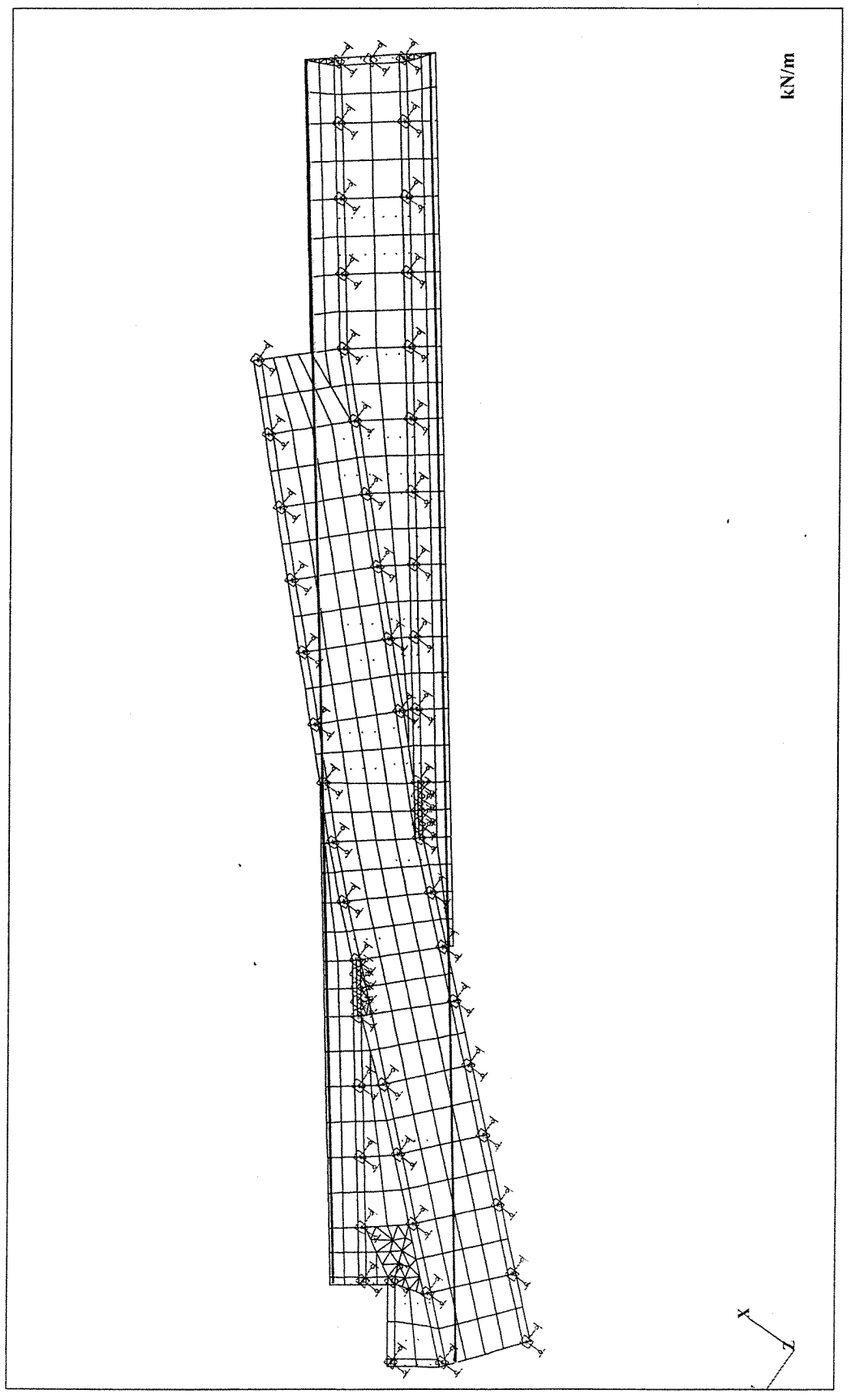


ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **PERmodel.rtd**
Proyecto: PERmodel

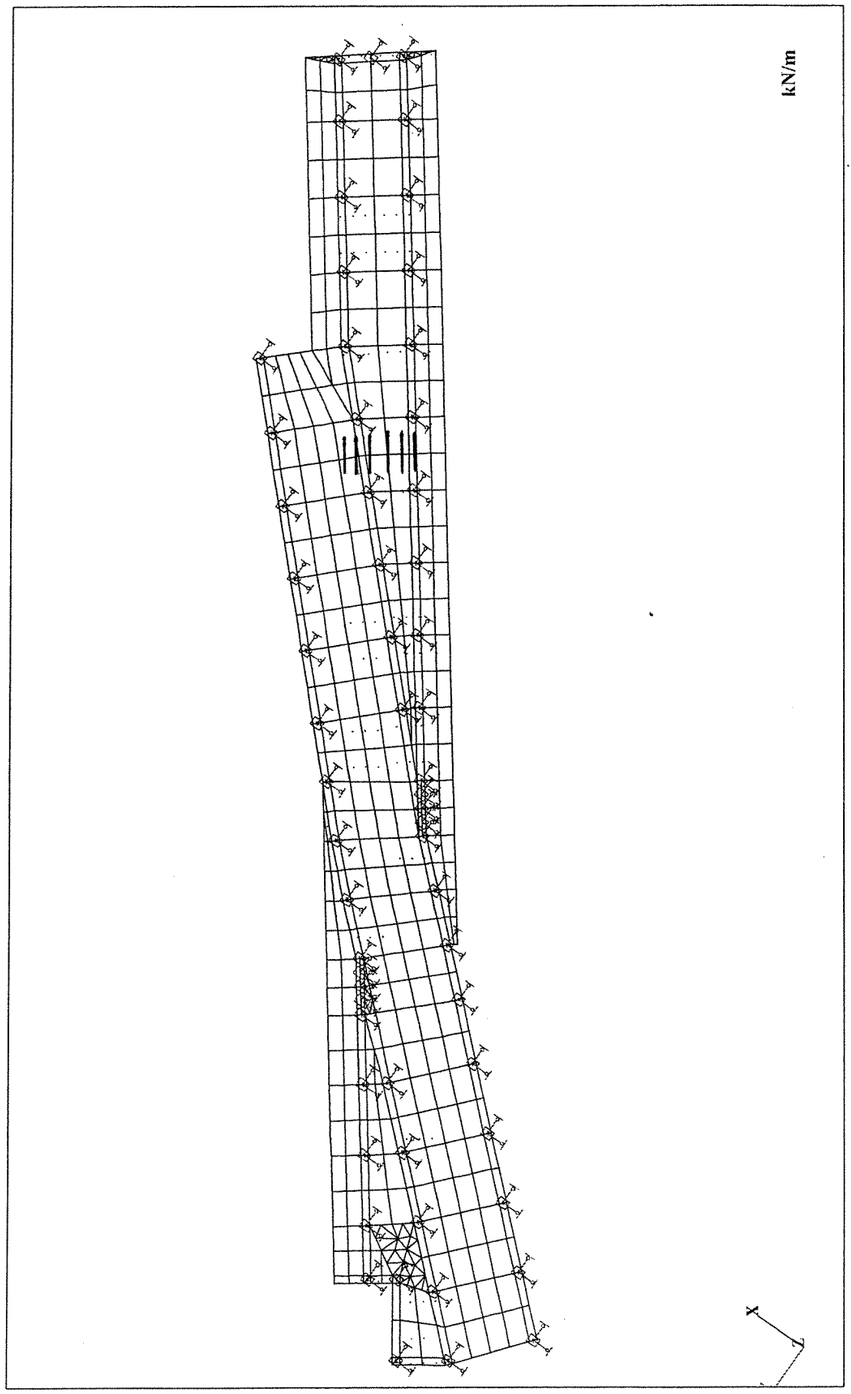
CARGAS LINEALES PARA BALASTO



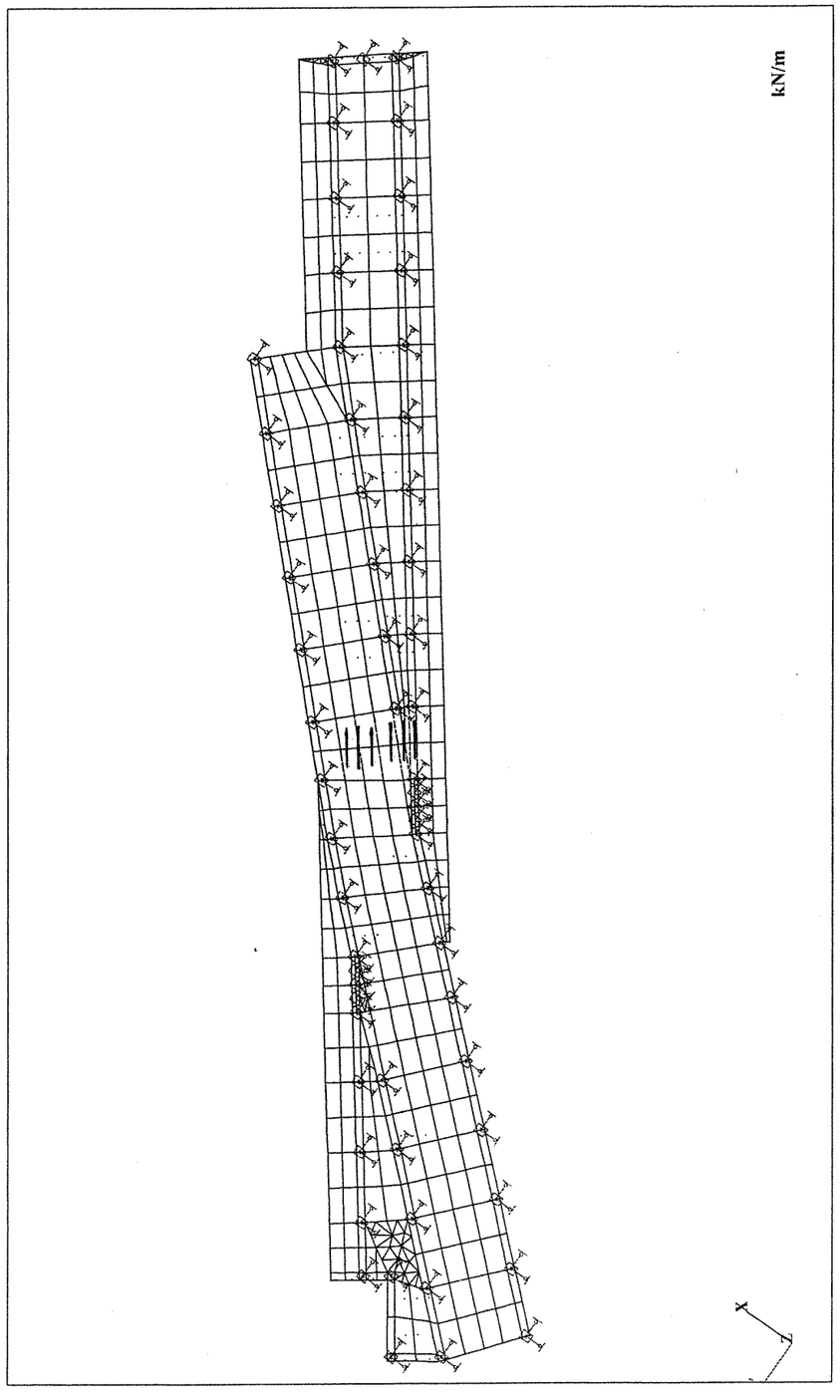
CARGAS LINEALES PARA C.M. LATERAL Y SC DE PASEOS



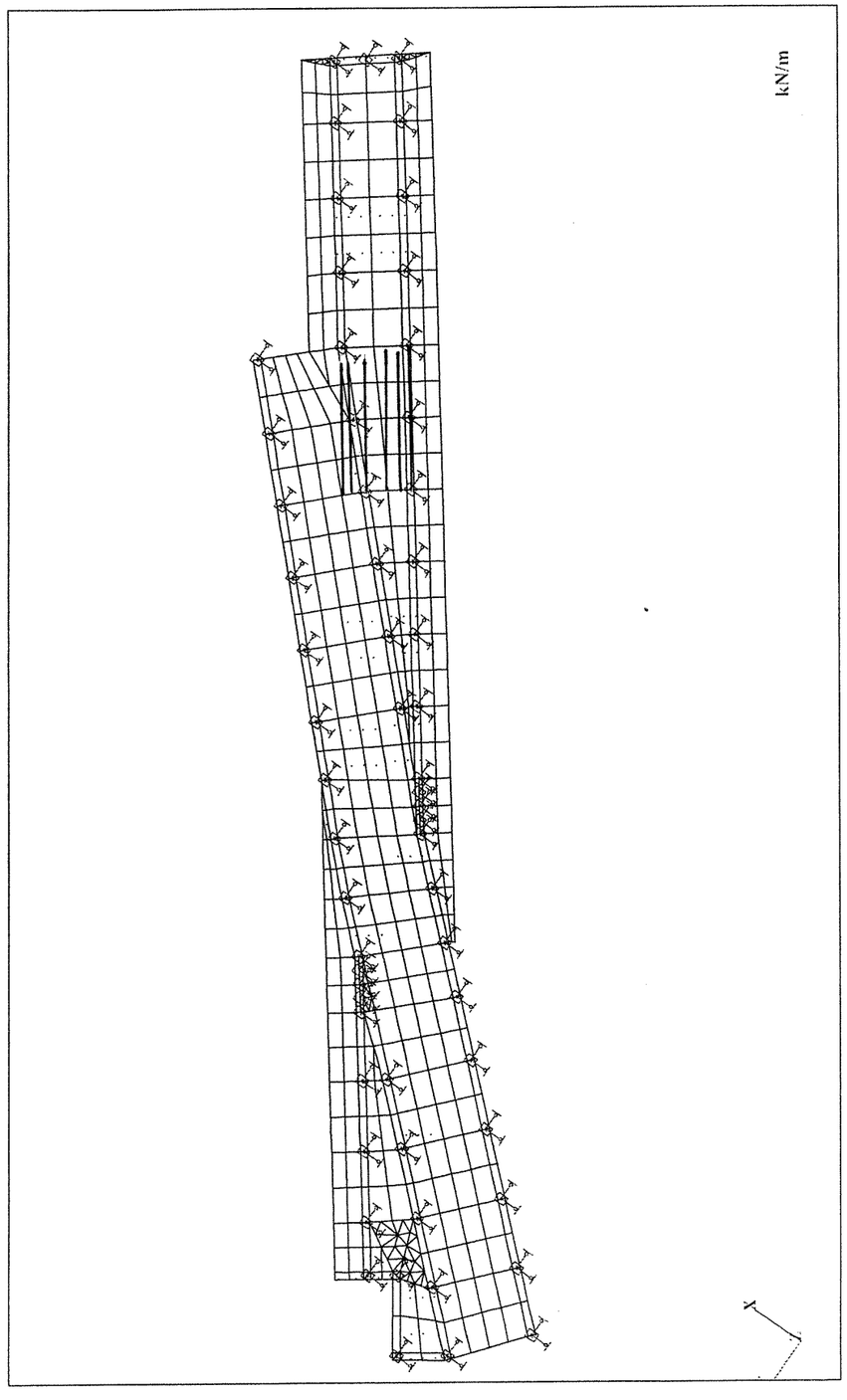
Vista - casos: 8 (SC TREN 1 A-A)



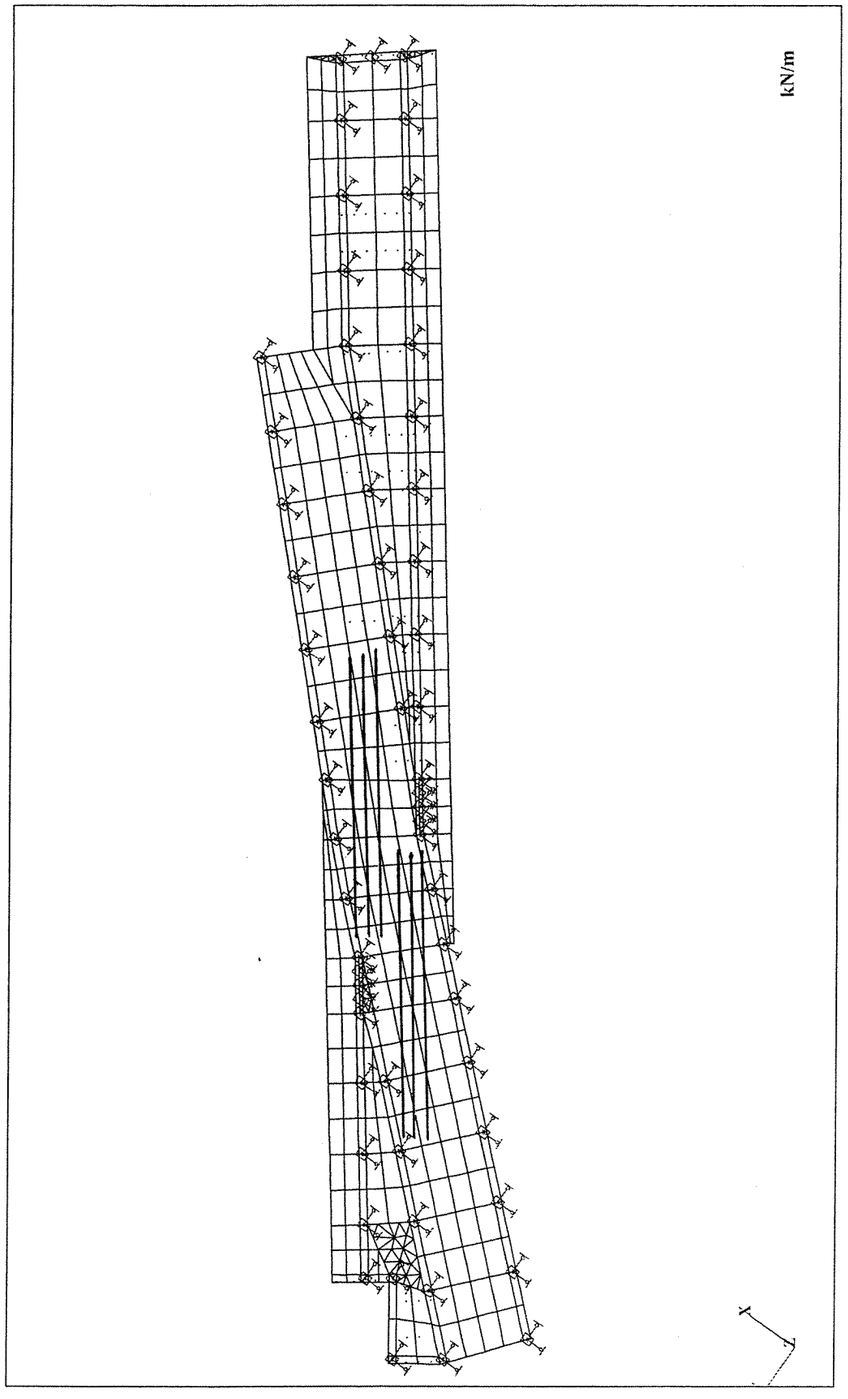
Vista - casos: 9 (SC TREN 2 A-A RIP. IZ.)



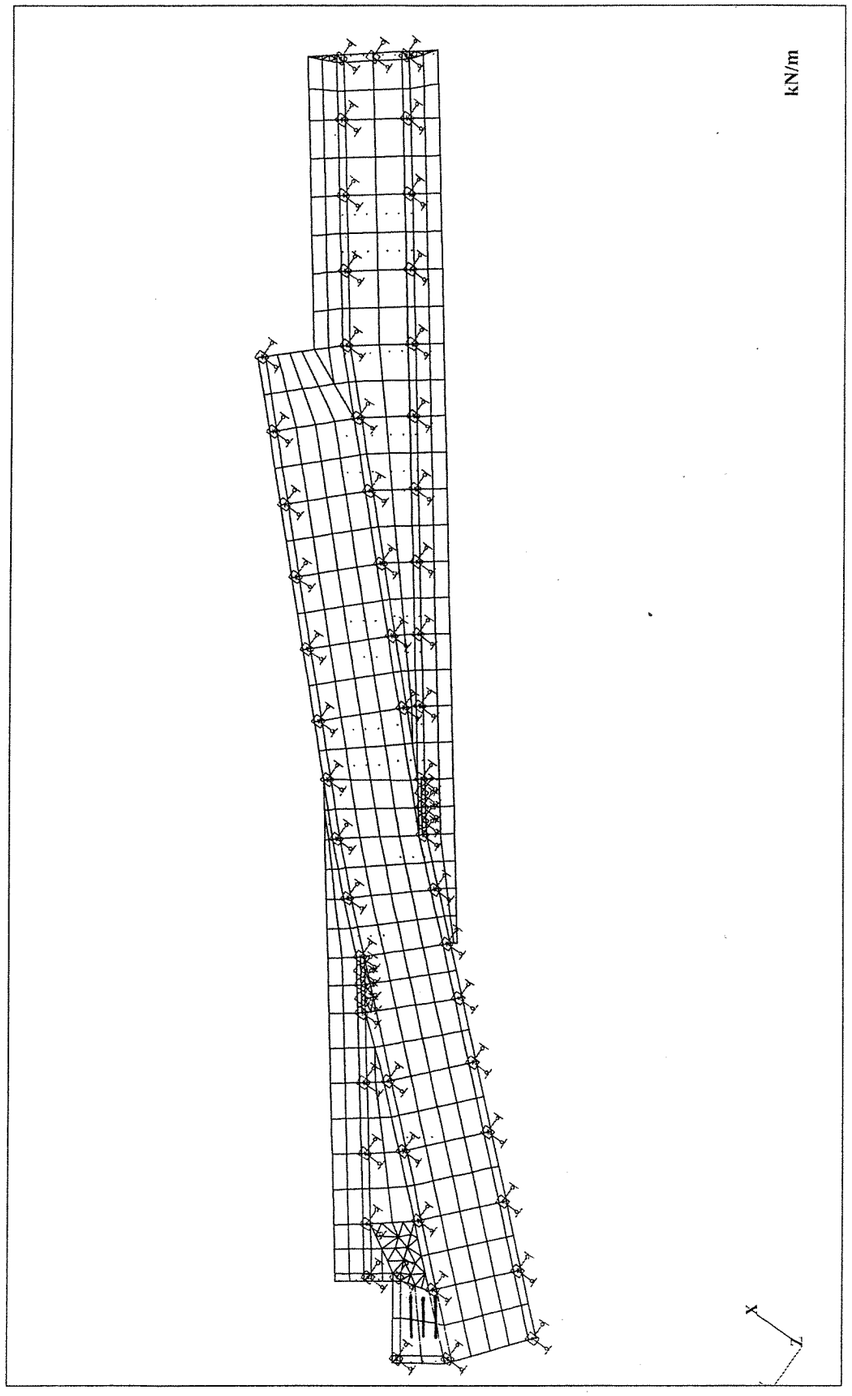
Vista - casos: 10 (SC TREN 3 B-B)



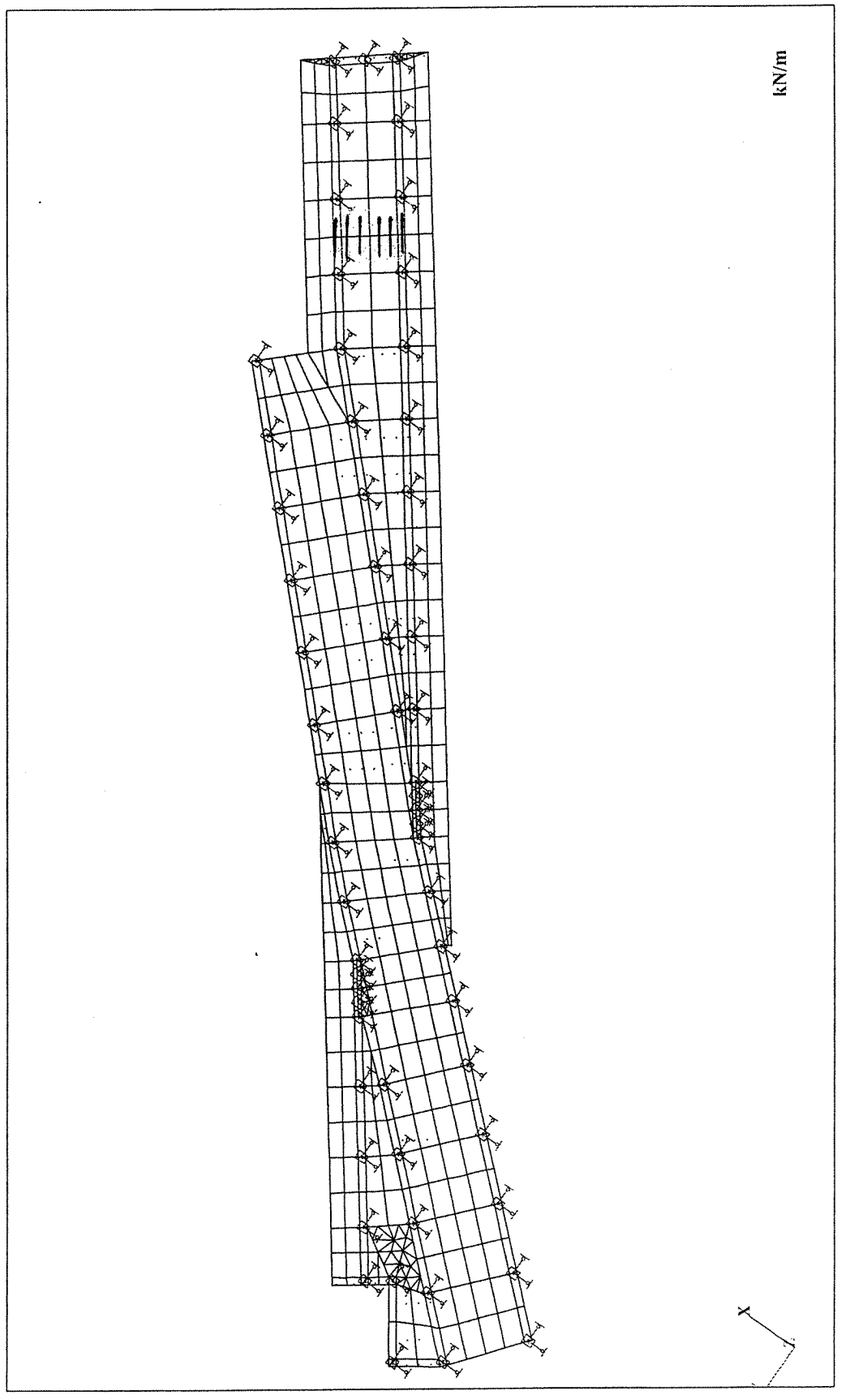
Vista - casos: 11 (SC TREN 4 B-B)



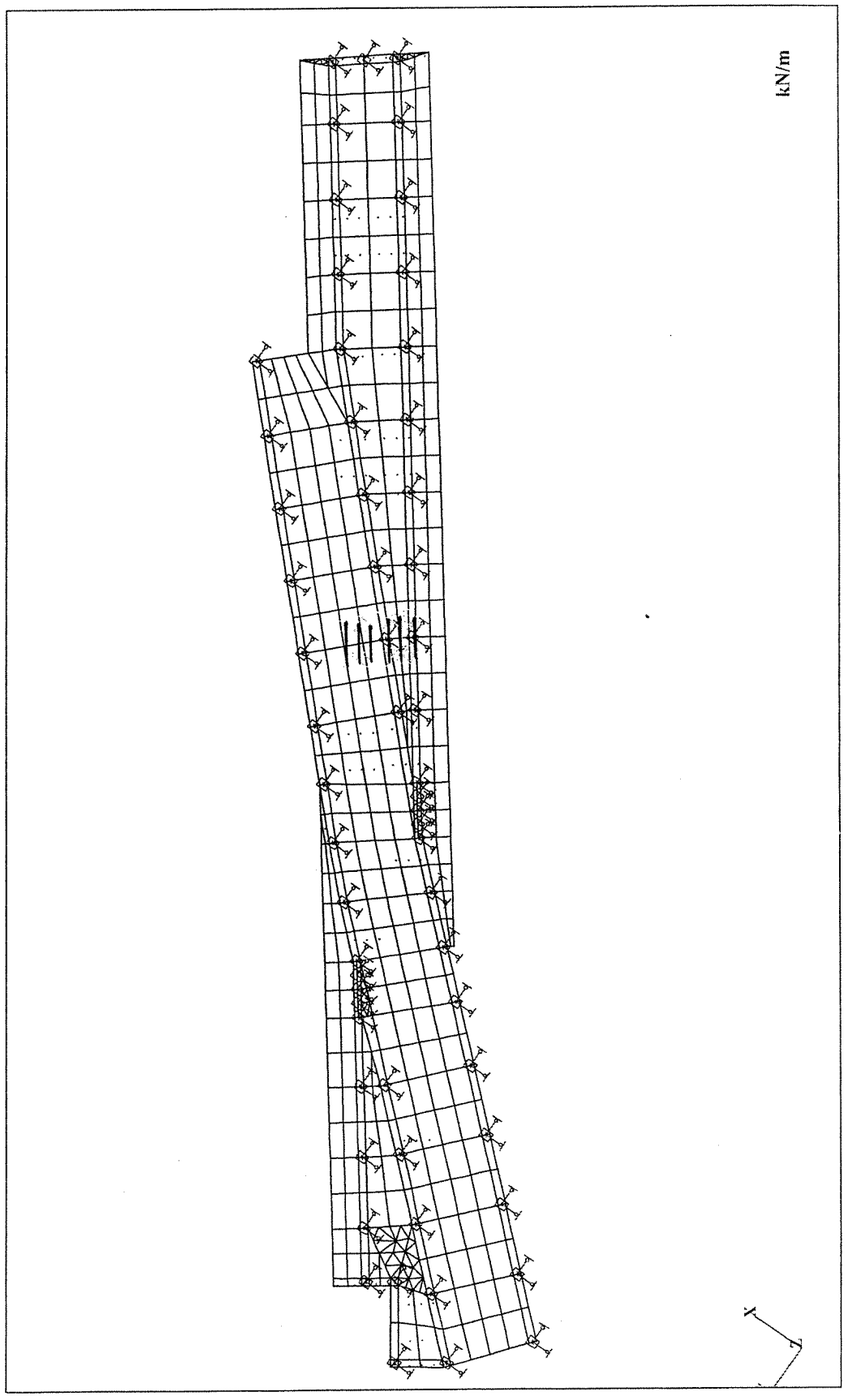
Vista - casos: 12 (SC TREN 5 X-A RIP. IZ.)



Vista - casos: 13 (SC TREN 6 A-A RIP. IZ.)



Vista - casos: 14 (SC TREN 7 A-A RIP. IZ.)



POSICIONES TRENES

1. Vigas Longitudinales (Pos - Vía Izq. - Vía Dcha.)

M+ { ① A-A → Vigas interiores
② A-A → Vigas exteriores
→ Vigas empot.

M- { ③ B-B
④ B-B → Vigas ext.

Cort. { ① A-A → V. int.
- A mano (L = 7'00) ½ Tren A → V. ext.

2. Vigas extremas

⑤ X-A → Viga E-1

Riost. ext. → A mano

3. Losa

M+t. { ④ B-B } Losa central
② A-A }
⑥ A-A – Entre vigas

M+ long. { ② A-A
⑥ A-A

M- trans. { ⑦ A-A L. central
⑥ A-A Entre vigas

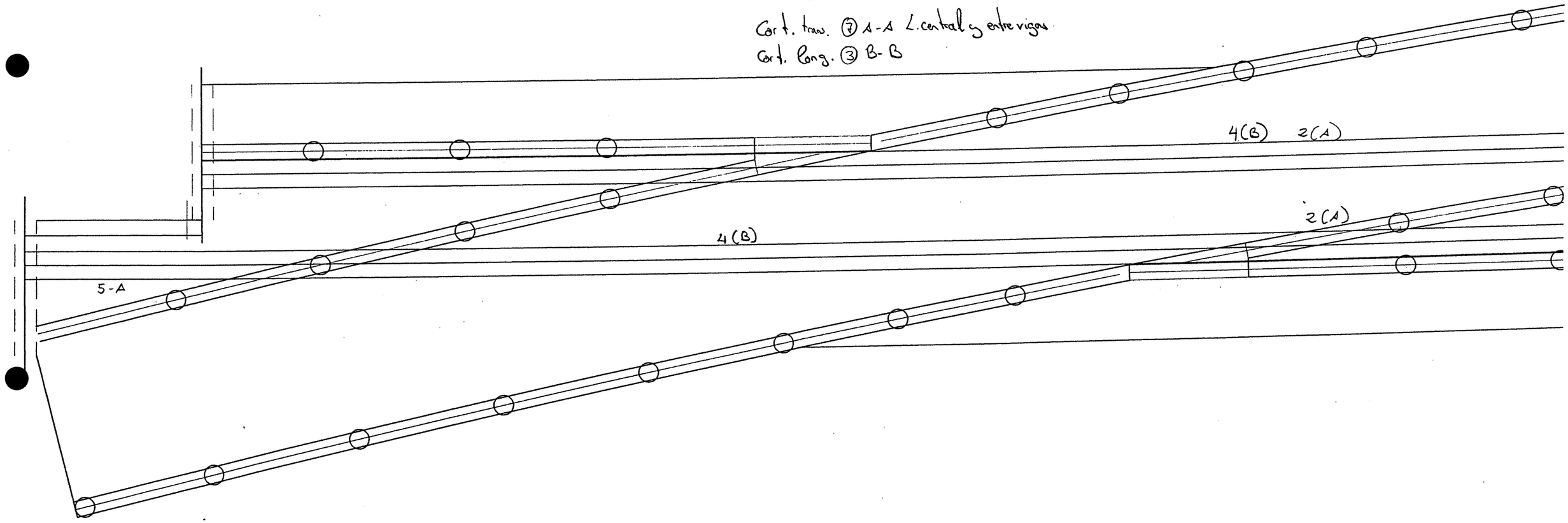
M- long. ③ B-B

Cort. trans. ⑦ A-A L. central y entre vigas
Cort. long. ③ B-B

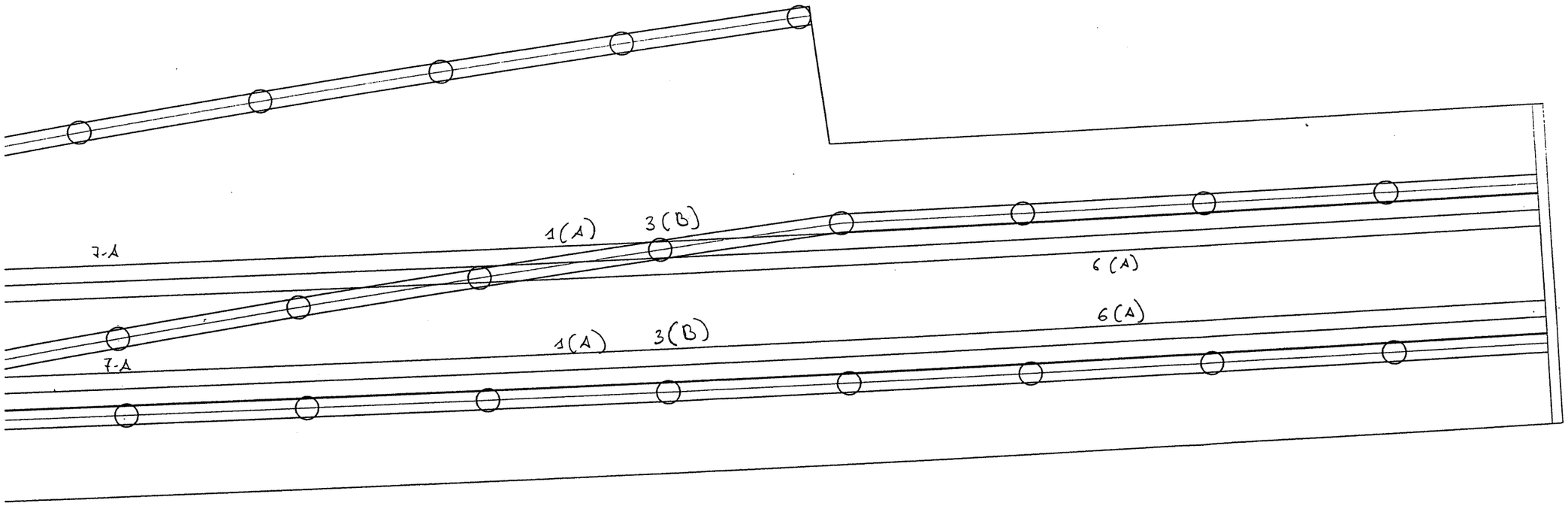
4. Pantallas

M long. ② A-A → Frenado

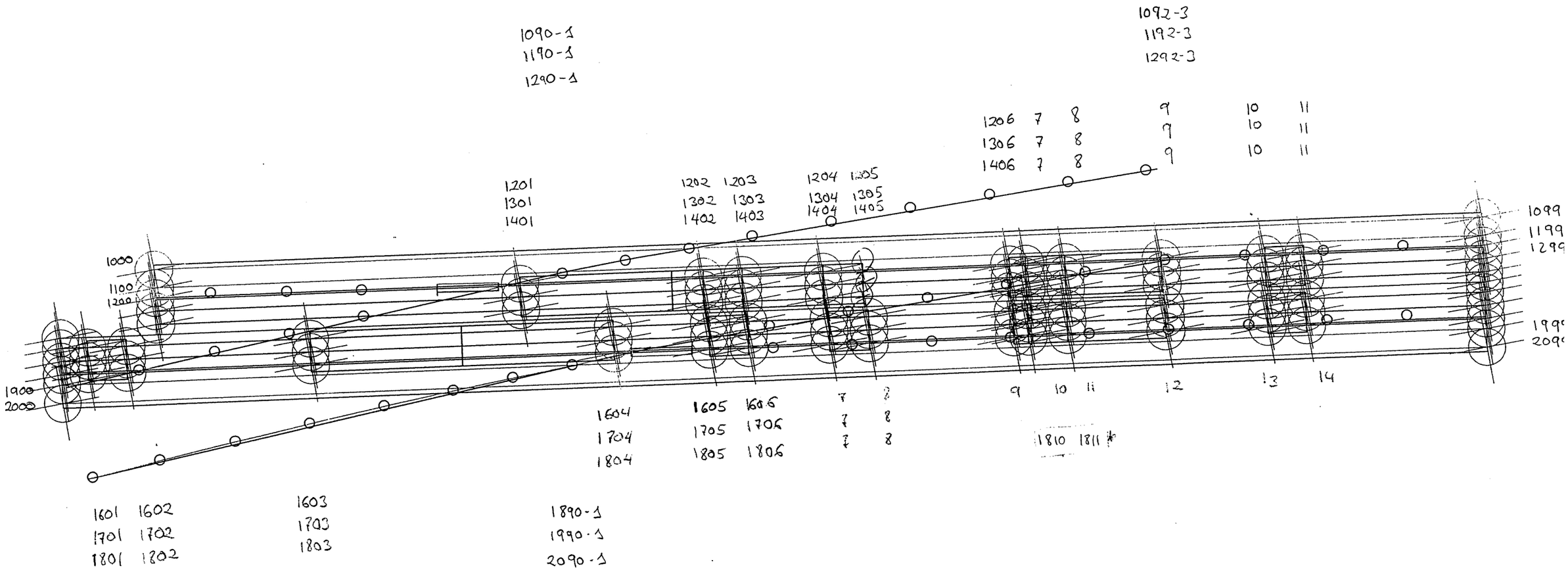
M trans. ④ B-B



1/200


7-A
1(A)
3(B)
6(A)
7-A
1(A)
3(B)
6(A)

NUDOS PARA APLICACIÓN de CARGAS



```
CARGamiento

CASo # 1 PESO PROPIO
PESo propio
        10014A10016 10021 10022 10420A10422 PZ MEnos
        10005A10013 10346 10409A10411 10450A10475 PZ MEnos
        10001A10004 10017A10020 10263 10330A10345 10347A10408 10412A10419 10427A10449 PZ MEnos
        10023A10262 10264A10329 10423A10426 PZ MEnos

CASo # 2 BALASTO CARACTERISTICO
  LINeal
1100 PZ=-8.13 HAsta 1190 PZ=-8.13
1191 PZ=-8.13 HAsta 1192 PZ=-8.13
1193 PZ=-8.13 HAsta 1199 PZ=-8.13
1200 PZ=-10.91 HAsta 1290 PZ=-10.91
1291 PZ=-10.91 HAsta 1292 PZ=-10.91
1293 PZ=-10.91 HAsta 1299 PZ=-10.91
1300 PZ=-10.91 HAsta 1399 PZ=-10.91
1400 PZ=-10.91 HAsta 1499 PZ=-10.91
1500 PZ=-5.73  HAsta 1599 PZ=-5.73
1600 PZ=-10.91 HAsta 1699 PZ=-10.91
1700 PZ=-10.91 HAsta 1799 PZ=-10.91
1800 PZ=-10.91 HAsta 1890 PZ=-10.91
1891 PZ=-10.91 HAsta 1899 PZ=-10.91
1900 PZ=-8.13 HAsta 1990 PZ=-8.13
1991 PZ=-8.13 HAsta 1999 PZ=-8.13

CASo # 3 INC. BALASTO MAXIMO
  LINeal
1100 PZ=-1.72 HAsta 1190 PZ=-1.72
1191 PZ=-1.72 HAsta 1192 PZ=-1.72
1193 PZ=-1.72 HAsta 1199 PZ=-1.72
1200 PZ=-3.27 HAsta 1290 PZ=-3.27
1291 PZ=-3.27 HAsta 1292 PZ=-3.27
1293 PZ=-3.27 HAsta 1299 PZ=-3.27
1300 PZ=-3.27 HAsta 1399 PZ=-3.27
1400 PZ=-3.27 HAsta 1499 PZ=-3.27
1500 PZ=-1.72  HAsta 1599 PZ=-1.72
1600 PZ=-3.27 HAsta 1699 PZ=-3.27
1700 PZ=-3.27 HAsta 1799 PZ=-3.27
1800 PZ=-3.27 HAsta 1890 PZ=-3.27
1891 PZ=-3.27 HAsta 1899 PZ=-3.27
1900 PZ=-1.72 HAsta 1990 PZ=-1.72
1991 PZ=-1.72 HAsta 1999 PZ=-1.72

CASo # 4 DEC. BALASTO MINIMO
  LINeal
1100 PZ=1.72 HAsta 1190 PZ=1.72
1191 PZ=1.72 HAsta 1192 PZ=1.72
1193 PZ=1.72 HAsta 1199 PZ=1.72
1200 PZ=3.27 HAsta 1290 PZ=3.27
1291 PZ=3.27 HAsta 1292 PZ=3.27
1293 PZ=3.27 HAsta 1299 PZ=3.27
1300 PZ=3.27 HAsta 1399 PZ=3.27
1400 PZ=3.27 HAsta 1499 PZ=3.27
1500 PZ=1.72  HAsta 1599 PZ=1.72
1600 PZ=3.27 HAsta 1699 PZ=3.27
1700 PZ=3.27 HAsta 1799 PZ=3.27
1800 PZ=3.27 HAsta 1890 PZ=3.27
1891 PZ=3.27 HAsta 1899 PZ=3.27
1900 PZ=1.72 HAsta 1990 PZ=1.72
1991 PZ=1.72 HAsta 1999 PZ=1.72

CASo # 5 CARRILES Y TRAVIESAS
  LINeal
1200 PZ=-2.13  HAsta 1290 PZ=-2.13
1291 PZ=-2.13  HAsta 1292 PZ=-2.13
1293 PZ=-2.13  HAsta 1299 PZ=-2.13
1300 PZ=-2.13  HAsta 1399 PZ=-2.13
1400 PZ=-2.13  HAsta 1499 PZ=-2.13
1600 PZ=-2.13  HAsta 1699 PZ=-2.13
1700 PZ=-2.13  HAsta 1799 PZ=-2.13
1800 PZ=-2.13  HAsta 1890 PZ=-2.13
1891 PZ=-2.13  HAsta 1899 PZ=-2.13

CASo # 6 C.M. LATERAL
  LINeal
1000 PZ=-10.25 HAsta 1090 PZ=-10.25
1091 PZ=-10.25 HAsta 1092 PZ=-10.25
1093 PZ=-10.25 HAsta 1099 PZ=-10.25
2000 PZ=-10.25 HAsta 2090 PZ=-10.25
2091 PZ=-10.25 HAsta 2099 PZ=-10.25

CASo # 7 SC PASEOS
  LINeal
1000 PZ=-7.25 HAsta 1090 PZ=-7.25
1091 PZ=-7.25 HAsta 1092 PZ=-7.25
1093 PZ=-7.25 HAsta 1099 PZ=-7.25
2000 PZ=-7.25 HAsta 2090 PZ=-7.25
2091 PZ=-7.25 HAsta 2099 PZ=-7.25

CASo # 8 SC TREN 1 A-A
  LINeal
1207 PZ=-76.92 HAsta 1208 PZ=-76.92
1307 PZ=-76.92 HAsta 1308 PZ=-76.92
1407 PZ=-76.92 HAsta 1408 PZ=-76.92
1610 PZ=-76.92 HAsta 1611 PZ=-76.92
1710 PZ=-76.92 HAsta 1711 PZ=-76.92
1810 PZ=-76.92 HAsta 1811 PZ=-76.92

CASo # 9 SC TREN 2 A-A RIP. IZ.
  LINeal
1202 PZ=-76.92 HAsta 1203 PZ=-76.92
1302 PZ=-76.92 HAsta 1303 PZ=-76.92
1402 PZ=-76.92 HAsta 1403 PZ=-76.92
1605 PZ=-76.92 HAsta 1606 PZ=-76.92
1705 PZ=-76.92 HAsta 1706 PZ=-76.92
1805 PZ=-76.92 HAsta 1806 PZ=-76.92
1202 MX=-13.73 HAsta 1203 MX=-13.73
1302 MX=-13.73 HAsta 1303 MX=-13.73
1402 MX=-13.73 HAsta 1403 MX=-13.73
1605 MX=-13.73 HAsta 1606 MX=-13.73
1705 MX=-13.73 HAsta 1706 MX=-13.73
1805 MX=-13.73 HAsta 1806 MX=-13.73
1202 MY=18.55 HAsta 1203 MY=18.55
1302 MY=18.55 HAsta 1303 MY=18.55
1402 MY=18.55 HAsta 1403 MY=18.55
1605 MY=18.55 HAsta 1606 MY=18.55
1705 MY=18.55 HAsta 1706 MY=18.55
1805 MY=18.55 HAsta 1806 MY=18.55

CASo # 10 SC TREN 3 B-B
  LINeal
1206 PZ=-40.00 HAsta 1209 PZ=-40.00
1306 PZ=-40.00 HAsta 1309 PZ=-40.00
1406 PZ=-40.00 HAsta 1409 PZ=-40.00
1609 PZ=-40.00 HAsta 1612 PZ=-40.00
```

```
1709 PZ=-40.00 HAsta 1712 PZ=-40.00
1809 PZ=-40.00 HAsta 1812 PZ=-40.00

CASo # 11 SC TREN 4 B-B
  LINeal
1201 PZ=-40.00 HAsta 1204 PZ=-40.00
1301 PZ=-40.00 HAsta 1304 PZ=-40.00
1401 PZ=-40.00 HAsta 1404 PZ=-40.00
1603 PZ=-40.00 HAsta 1604 PZ=-40.00
1703 PZ=-40.00 HAsta 1704 PZ=-40.00
1803 PZ=-40.00 HAsta 1804 PZ=-40.00

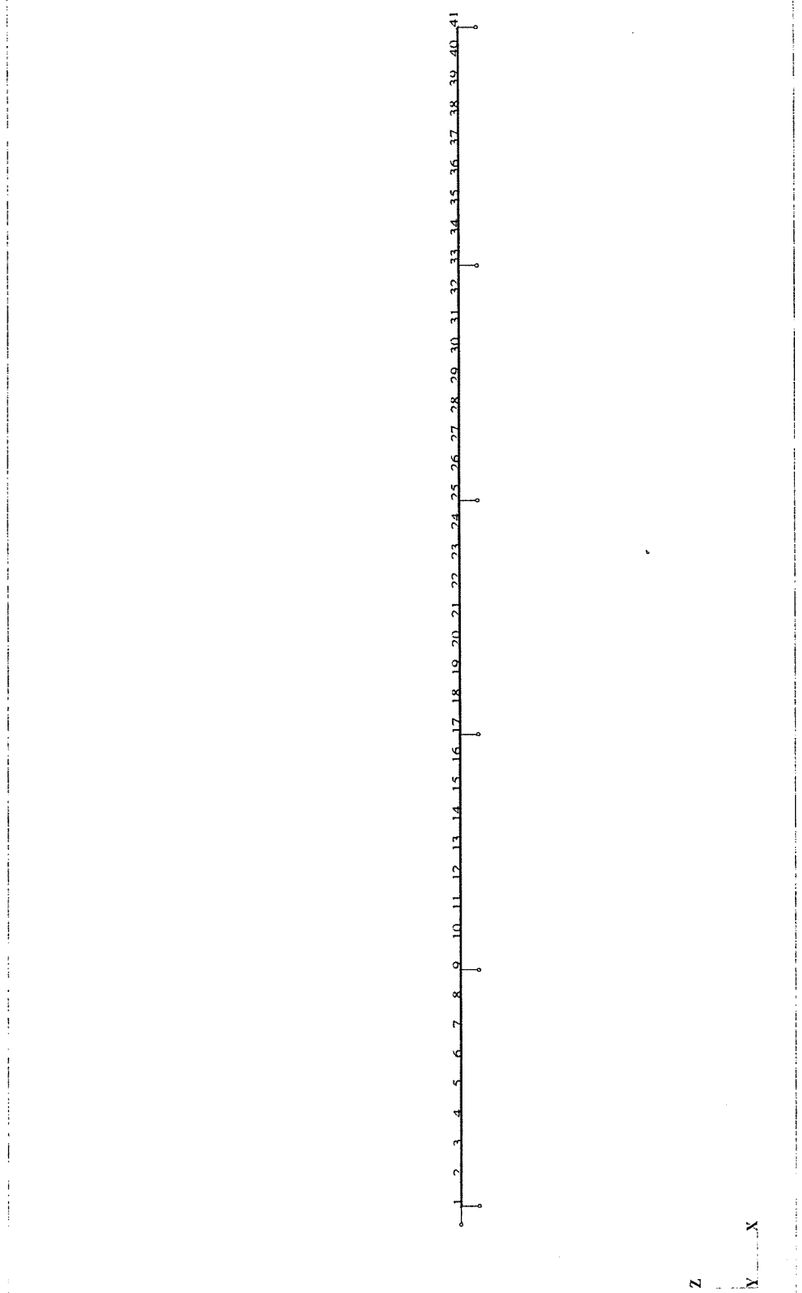
CASo # 12 SC TREN 5 X-A RIP. IZ.
  LINeal
1601 PZ=-76.92 HAsta 1602 PZ=-76.92
1701 PZ=-76.92 HAsta 1702 PZ=-76.92
1801 PZ=-76.92 HAsta 1802 PZ=-76.92
1601 MX=-13.73 HAsta 1602 MX=-13.73
1701 MX=-13.73 HAsta 1702 MX=-13.73
1801 MX=-13.73 HAsta 1802 MX=-13.73
1601 MY=18.55 HAsta 1602 MY=18.55
1701 MY=18.55 HAsta 1702 MY=18.55
1801 MY=18.55 HAsta 1802 MY=18.55

CASo # 13 SC TREN 6 A-A RIP. IZ.
  LINeal
1210 PZ=-76.92 HAsta 1211 PZ=-76.92
1310 PZ=-76.92 HAsta 1311 PZ=-76.92
1410 PZ=-76.92 HAsta 1411 PZ=-76.92
1613 PZ=-76.92 HAsta 1614 PZ=-76.92
1713 PZ=-76.92 HAsta 1714 PZ=-76.92
1813 PZ=-76.92 HAsta 1814 PZ=-76.92
1210 MX=-13.73 HAsta 1211 MX=-13.73
1310 MX=-13.73 HAsta 1311 MX=-13.73
1410 MX=-13.73 HAsta 1411 MX=-13.73
1613 MX=-13.73 HAsta 1614 MX=-13.73
1713 MX=-13.73 HAsta 1714 MX=-13.73
1813 MX=-13.73 HAsta 1814 MX=-13.73
1210 MY=18.55 HAsta 1211 MY=18.55
1310 MY=18.55 HAsta 1311 MY=18.55
1410 MY=18.55 HAsta 1411 MY=18.55
1613 MY=18.55 HAsta 1614 MY=18.55
1713 MY=18.55 HAsta 1714 MY=18.55
1813 MY=18.55 HAsta 1814 MY=18.55

CASo # 14 SC TREN 7 A-A RIP. IZ.
  LINeal
1204 PZ=-76.92 HAsta 1205 PZ=-76.92
1304 PZ=-76.92 HAsta 1305 PZ=-76.92
1404 PZ=-76.92 HAsta 1405 PZ=-76.92
1607 PZ=-76.92 HAsta 1608 PZ=-76.92
1707 PZ=-76.92 HAsta 1708 PZ=-76.92
1807 PZ=-76.92 HAsta 1808 PZ=-76.92
1204 MX=-13.73 HAsta 1205 MX=-13.73
1304 MX=-13.73 HAsta 1305 MX=-13.73
1404 MX=-13.73 HAsta 1405 MX=-13.73
1607 MX=-13.73 HAsta 1608 MX=-13.73
1707 MX=-13.73 HAsta 1708 MX=-13.73
1807 MX=-13.73 HAsta 1808 MX=-13.73
1204 MY=18.55 HAsta 1205 MY=18.55
1304 MY=18.55 HAsta 1305 MY=18.55
1404 MY=18.55 HAsta 1405 MY=18.55
1607 MY=18.55 HAsta 1608 MY=18.55
1707 MY=18.55 HAsta 1708 MY=18.55
1807 MY=18.55 HAsta 1808 MY=18.55

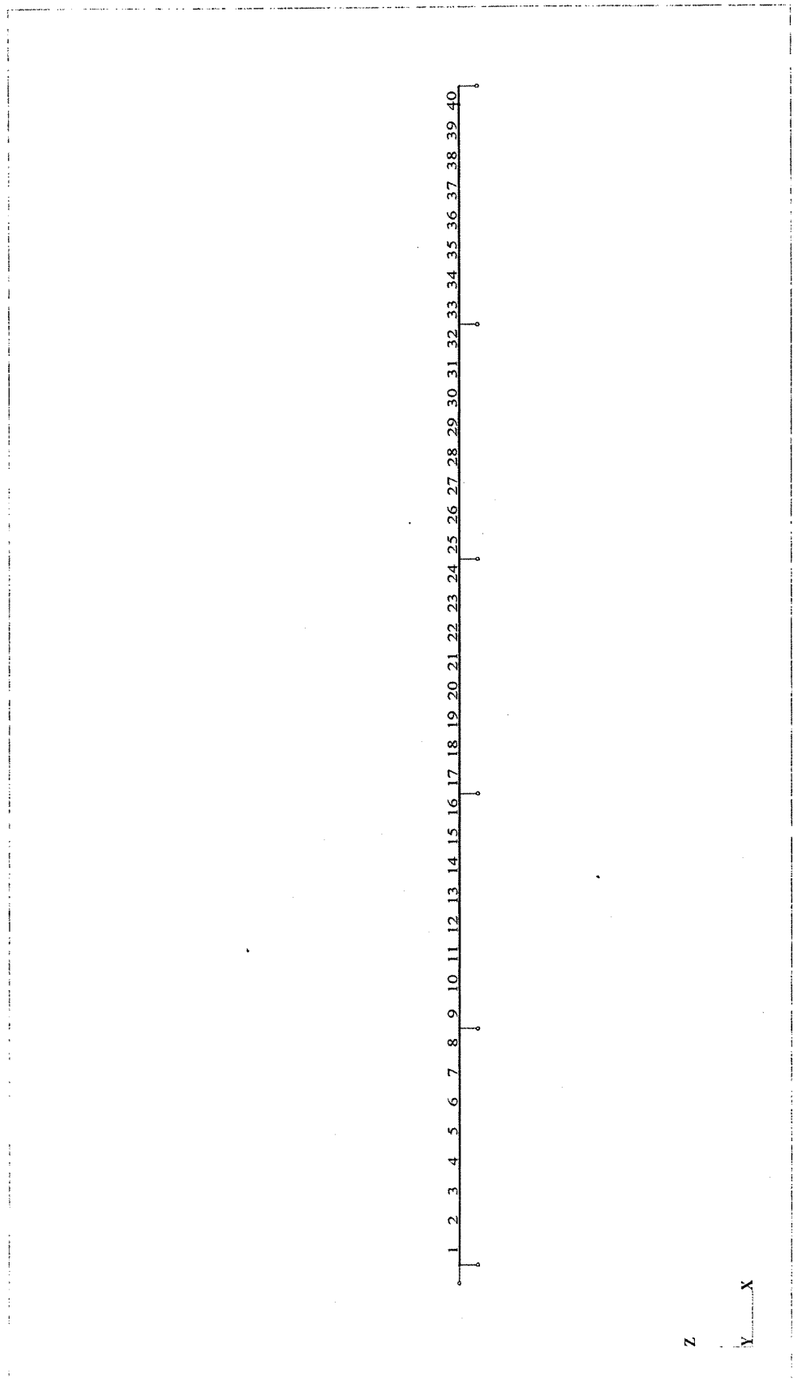
CASo # 15 GRAD 5.57
ELEmentos
        10014A10016 10021 10022 10420A10422 TZ=5.57
        10005A10013 10346 10409A10411 10450A10475 TZ=5.57
        10001A10004 10017A10020 10263 10330A10345 10347A10408 10412A10419 10427A10449 TZ=5.57
        10047A10262 10264A10329 10423A10426 TZ=5.57
```

Nudos



MODELO TIPO VIGA

Barras



Nudos:

Nudo	X (m)	Y (m)	Z (m)	Apoyo - código
1	0.0	0.0	0.0	fffIII
2	1.000	0.0	0.0	
3	2.000	0.0	0.0	
4	3.000	0.0	0.0	
5	4.000	0.0	0.0	
6	5.000	0.0	0.0	
7	6.000	0.0	0.0	
8	7.000	0.0	0.0	
9	8.000	0.0	0.0	IIfIII
10	9.000	0.0	0.0	
11	10.000	0.0	0.0	
12	11.000	0.0	0.0	
13	12.000	0.0	0.0	
14	13.000	0.0	0.0	
15	14.000	0.0	0.0	
16	15.000	0.0	0.0	
17	16.000	0.0	0.0	IIfIII
18	17.000	0.0	0.0	
19	18.000	0.0	0.0	
20	19.000	0.0	0.0	
21	20.000	0.0	0.0	
22	21.000	0.0	0.0	
23	22.000	0.0	0.0	
24	23.000	0.0	0.0	
25	24.000	0.0	0.0	IIfIII
26	25.000	0.0	0.0	
27	26.000	0.0	0.0	
28	27.000	0.0	0.0	
29	28.000	0.0	0.0	
30	29.000	0.0	0.0	
31	30.000	0.0	0.0	
32	31.000	0.0	0.0	
33	32.000	0.0	0.0	IIfIII
34	33.000	0.0	0.0	
35	34.000	0.0	0.0	
36	35.000	0.0	0.0	
37	36.000	0.0	0.0	
38	37.000	0.0	0.0	
39	38.000	0.0	0.0	
40	39.000	0.0	0.0	
41	40.000	0.0	0.0	fffIII

Barras:

Barra	Nudos	Nudo 2	Sección	Longitud (m)	Gama (Grad)	Tipo	E (N/mm^2)
1	1	2	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
2	2	3	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
3	3	4	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
4	4	5	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
5	5	6	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
6	6	7	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
7	7	8	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
8	8	9	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
9	9	10	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
10	10	11	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
11	11	12	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
12	12	13	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
13	13	14	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
14	14	15	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
15	15	16	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
16	16	17	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
17	17	18	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
18	18	19	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
19	19	20	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
20	20	21	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
21	21	22	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
22	22	23	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
23	23	24	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
24	24	25	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
25	25	26	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
26	26	27	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
27	27	28	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
28	28	29	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
29	29	30	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
30	30	31	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
31	31	32	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
32	32	33	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
33	33	34	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
34	34	35	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
35	35	36	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
36	36	37	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
37	37	38	RE 1	1.000	0.0	Barra	27800.00
38	38	39	RE 2	1.000	0.0	Barra	27800.00
39	39	40	RE 2	1.000	0.0	Barra	27800.00
40	40	41	RE 2	1.000	0.0	Barra	27800.00

Características:

	Nombre de la sección	Lista de barras	SX (m^2)	SY (m^2)	SZ (m^2)	IX (m^4)	IY (m^4)
	RE 1	1A37	0.2025	0.1688	0.1688	0.0058	0.0034
	RE 2	38A40	2.0000	1.6667	1.6667	0.4574	0.6667

	IZ (m^4)
	0.0034
	0.1667

Cargas - Casos: 1A6 :

	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	sobrecarga uniforme	1A40	PZ=-187.50(kN/m)
	2	fuerza sobre barra	22	FZ=-300.00(kN) X=0.500(m)
	2	fuerza sobre barra	21	FZ=-300.00(kN)
	2	fuerza sobre barra	19	FZ=-300.00(kN) X=0.500(m)
	3	sobrecarga uniforme	17A32	PZ=-120.00(kN/m)
	4	sobrecarga uniforme	1A18 23A40	PZ=-80.00(kN/m)
	4	fuerza sobre barra	21	FZ=-381.00(kN) X=0.800(m)
	4	fuerza sobre barra	20	FZ=-381.00(kN) X=0.200(m)
	4	fuerza sobre barra	18	FZ=-381.00(kN) X=0.600(m)
	4	fuerza sobre barra	23	FZ=-381.00(kN) X=0.400(m)

ROBOT v 14.5.0
Autor : **eipsa-eipsa**
Dirección :
© RoboBAT 1996-2001
Archivo : **vigalon.rtd**
Proyecto : vigalon

Combinaciones de casos - Casos: 5 6 :

- Casos: 5 6

Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de	Naturaleza de caso
5 (C)	COMB TREN A	Combinación lin	ELU	explotación
6 (C)	COMB TREN B	Combinación lin	ELU	explotación

Combinación	Definición
5 (C)	2*2.70+1*1.35
6 (C)	3*2.70+1*1.35

4.1. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.S.

4.1.1. Cálculo de Fisuración

ELS FISURACIÓN (Pérgola)

Dado que el ELS de fisuración en una estructura armada se comprueba para la combinación de cargas cuasipermanente, se ha estudiado la distribución de esfuerzos para dos combinaciones: $\begin{cases} CP_{max} + 0'5\ Grad \\ CP_{max} \end{cases}$

Se observa que la aplicación del gradiente no es más desfavorable, por lo que se analizan sólo cargas permanentes. Estudiando en E.F los esfuerzos que producen, observamos que los momentos máximos positivos en la losa son despreciables frente a los negativos, y que éstos alcanzan sus máximos valores en la proximidad de la pantalla. Por ello, se comprueban dos secciones:

1º La sección adyacente a la pantalla: ($M = -165$ mkN)

($\phi 25 + \phi 20$) /0.15 SUP

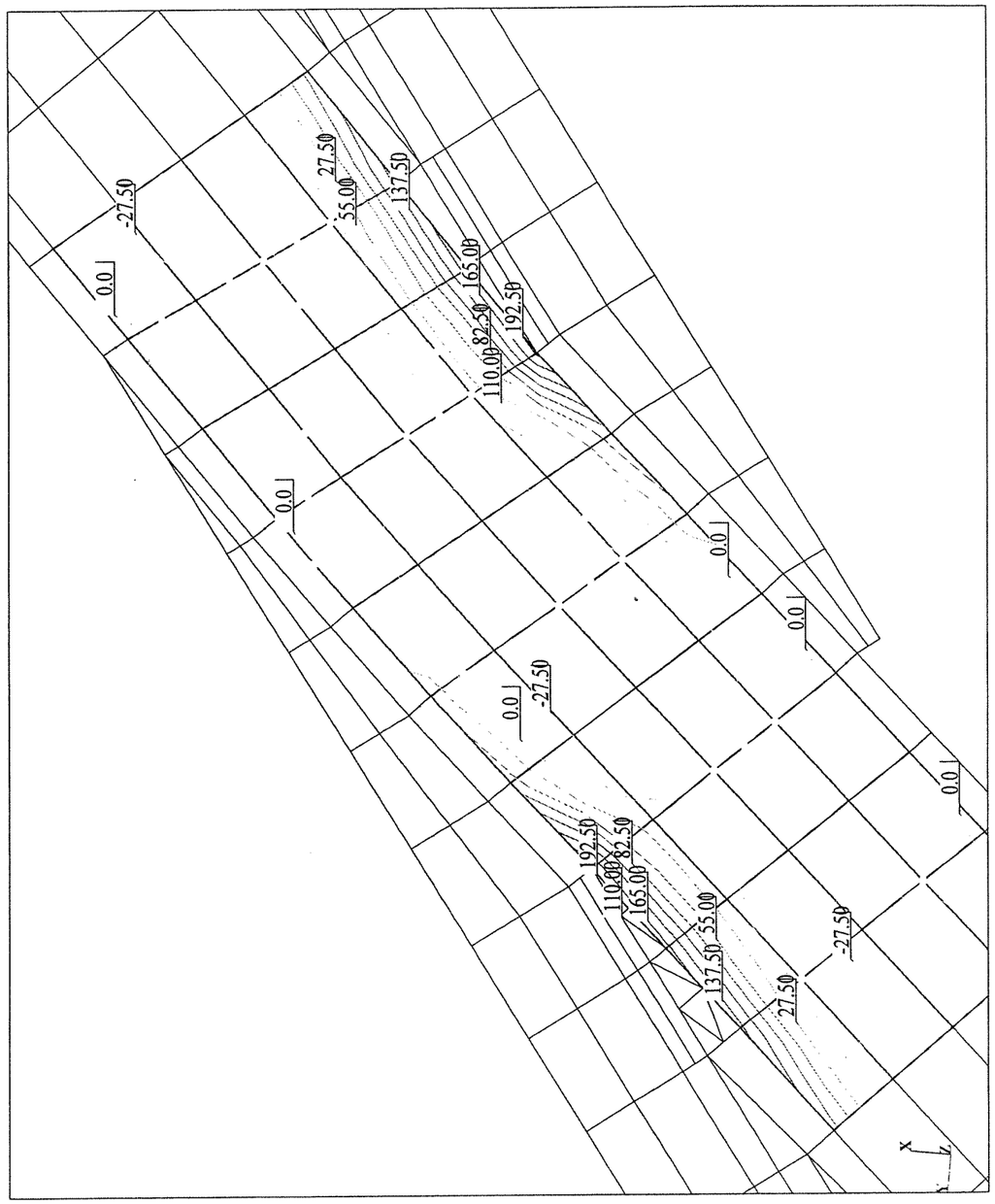
2º La sección siguiente, cuando desaparece la capa de $\phi 25/0.15$:

$M = -110$ mkN

$\phi 20/0.15$ SUP.

ROBOT v 14.5.0 — © RoboBAT 1996-2001
Autor: — Archivo: **PERfis.rtd**
Dirección: — Proyecto: PERfis

M1 (kNm/m) casos: 34 (1.00 CPmax)



Fecha : 01/02/02 — Página : **1**

COMPROBACIÓN E.L.S. FISURACIÓN

EHE Art. 49.2

PROYECTO: LAV. Papiol. V-1. Pérgola.

SECCIÓN: Sección siguiente a pantallas.

DATOS:

Anchura máxima de fisura según ambiente	[mm]	w máx	0.3
Diámetro de barras más gruesas	[mm]	Φ máx	20
Separación real entre barras longitudinales	[mm]	s real	150
K1 (flexión simple = 0.125; tracción simple = 0.250)		K.1	0.15
K2 (carga noval = 1.0; restantes = 0.5)		K.2	0.5
Sigma s: en servicio. Sección fisurada.	[N/mm2]	σ s	148.1
Sigma sr: en instante de fisuración	[N/mm2]	σ sr	59.9
Módulo elasticidad del acero	[N/mm2]	E s	200000
Ac eficaz (ver articulado)	[cm2]	Ac,eficaz	1100
As :sección total de barras dentro de Aceficaz	[cm2]	A s	20.9
Coeficiente del valor característico de fisura		β	1.7
Recubrimiento	[mm]	c	40

CÁLCULOS INTERMEDIOS:

Separación de cálculo entre barras	[mm]	s	150.000
Separación media entre fisuras	[mm]	s m	173.158
Alargamiento medio de las armaduras		ε sm	0.000680

RESULTADOS:

Anchura de fisura calculada [mm]	**0.200**
Anchura de fisura admisible [mm]	**0.300**

CALCULO DEL DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA EN SECCIONES DE HORMIGON
ARMADO Y PRETENSADO

Nombre de la sección: Losa pergola. Momento negativo. Seccion no fisurada.
Seccion siguiente a pantallas

NUMERO DE TRAMOS DE HORMIGON: 1

Trap.	Altura	Asup	Ainf
1	44.0	100.0	100.0

NUMERO DE CAPAS DE ACERO PASIVO: 3

Capa	Area	Profund.
1	32.7	5.0
2	13.4	10.0
3	20.9	39.0

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón..(Kp/cm²): 300
Coeficiente de minoración del hormigón.....: 1.5
Modulo de def. long. del hormigón.....(Kp/cm2): 336200
Def. max. de compresion del hormigón.....: .0035
Def. max. de tracción del hormigón (Neg.).....: -.00006
Resistencia característica del pasivo....(Kp/cm²): 5100
Coeficiente de minoración del pasivo.....: 1.15
Modulo de def. long. del acero pasivo....(Kp/cm2): 2100000

CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA SECCION:

Canto total de la sección (cm.): 44.00

Profundidad del centro de gravedad de la sección bruta (cm.)	22.00
Area total de la sección bruta (cm2.):	4400.00
Inercia de la sección bruta (cm4.):	709866.67
Profundidad del centro de gravedad de la sección neta (cm.)	22.08
Area total de la sección neta (cm2.):	4332.93
Inercia de la sección neta (cm4.):	692396.32
Profundidad del centro de gravedad de la sección hom. (cm.)	21.60
Area total de la sección hom. (cm2.):	4751.87
Inercia de la sección hom. (cm4.):	799599.82

DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA:

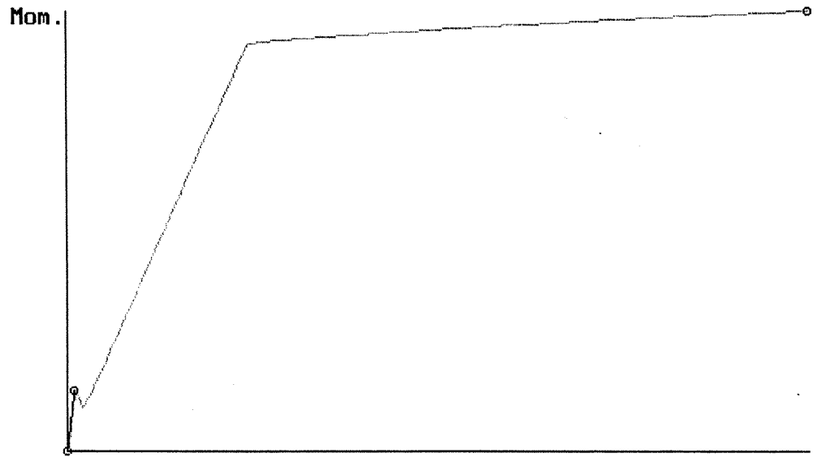
Axil exterior: 0.00 (T.)

Mom.	Curv	Fisura	Acero Pasivo		Acero Activo		Hormigón	
(Tm.)	(1/cm)	(cm)	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def
0.00	.000000	0.00	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.00000
4.83	.000003	4.46	-122.6	-.00006	0.0	0.00000	14.0	0.00006
3.52	.000006	21.60	-335.1	-.00016	0.0	0.00000	17.7	0.00007
4.48	.000009	26.57	-533.7	-.00025	0.0	0.00000	22.8	0.00010

5.72	.000012	28.84	-726.8	-.00035	0.0	0.00000	28.3	0.00012
7.05	.000015	30.11	-917.0	-.00044	0.0	0.00000	34.0	0.00015
8.39	.000018	30.92	-1105.7	-.00053	0.0	0.00000	39.7	0.00018
9.75	.000021	31.47	-1293.3	-.00062	0.0	0.00000	45.4	0.00020
11.11	.000024	31.87	-1480.1	-.00070	0.0	0.00000	51.0	0.00023
12.47	.000027	32.16	-1666.2	-.00079	0.0	0.00000	56.5	0.00026
13.83	.000030	32.39	-1851.8	-.00088	0.0	0.00000	61.9	0.00029
15.18	.000033	32.57	-2036.8	-.00097	0.0	0.00000	67.1	0.00032
16.53	.000036	32.72	-2221.4	-.00106	0.0	0.00000	72.3	0.00035
17.88	.000039	32.83	-2405.6	-.00115	0.0	0.00000	77.3	0.00038
19.23	.000042	32.93	-2589.4	-.00123	0.0	0.00000	82.3	0.00040
20.57	.000045	33.01	-2772.7	-.00132	0.0	0.00000	87.1	0.00043
21.91	.000048	33.07	-2955.7	-.00141	0.0	0.00000	91.8	0.00046
23.24	.000051	33.13	-3138.3	-.00149	0.0	0.00000	96.4	0.00049
24.57	.000054	33.17	-3320.5	-.00158	0.0	0.00000	100.9	0.00052
25.90	.000057	33.21	-3502.3	-.00167	0.0	0.00000	105.2	0.00056
27.22	.000060	33.24	-3683.8	-.00175	0.0	0.00000	109.5	0.00059
28.54	.000063	33.26	-3864.9	-.00184	0.0	0.00000	113.6	0.00062
29.86	.000066	33.28	-4045.7	-.00193	0.0	0.00000	117.7	0.00065
31.17	.000069	33.30	-4226.1	-.00201	0.0	0.00000	121.6	0.00068
32.48	.000072	33.31	-4406.2	-.00210	0.0	0.00000	125.4	0.00071
32.73	.000075	33.47	-4434.8	-.00220	0.0	0.00000	127.7	0.00073
32.78	.000078	33.66	-4434.8	-.00230	0.0	0.00000	129.7	0.00075
32.83	.000081	33.83	-4434.8	-.00240	0.0	0.00000	131.7	0.00076
32.88	.000084	33.99	-4434.8	-.00249	0.0	0.00000	133.6	0.00078
32.93	.000087	34.14	-4434.8	-.00259	0.0	0.00000	135.5	0.00080
32.98	.000090	34.28	-4434.8	-.00269	0.0	0.00000	137.3	0.00082
33.03	.000093	34.41	-4434.8	-.00280	0.0	0.00000	139.1	0.00083
33.07	.000096	34.53	-4434.8	-.00290	0.0	0.00000	140.8	0.00085
33.11	.000099	34.65	-4434.8	-.00300	0.0	0.00000	142.5	0.00087
33.16	.000102	34.76	-4434.8	-.00310	0.0	0.00000	144.2	0.00088
33.20	.000105	34.87	-4434.8	-.00320	0.0	0.00000	145.8	0.00090
33.24	.000108	34.97	-4434.8	-.00330	0.0	0.00000	147.4	0.00092
33.28	.000111	35.06	-4434.8	-.00340	0.0	0.00000	148.9	0.00093
33.33	.000114	35.15	-4434.8	-.00350	0.0	0.00000	150.5	0.00095
33.37	.000117	35.24	-4434.8	-.00360	0.0	0.00000	152.0	0.00096
33.40	.000120	35.32	-4434.8	-.00370	0.0	0.00000	153.4	0.00098
33.44	.000123	35.40	-4434.8	-.00380	0.0	0.00000	154.9	0.00100
33.48	.000126	35.47	-4434.8	-.00390	0.0	0.00000	156.3	0.00101
33.52	.000129	35.55	-4434.8	-.00400	0.0	0.00000	157.6	0.00103
33.56	.000132	35.61	-4434.8	-.00410	0.0	0.00000	159.0	0.00105
33.60	.000135	35.68	-4434.8	-.00420	0.0	0.00000	160.3	0.00106
33.63	.000138	35.74	-4434.8	-.00430	0.0	0.00000	161.6	0.00108
33.67	.000141	35.80	-4434.8	-.00440	0.0	0.00000	162.8	0.00110
33.70	.000144	35.86	-4434.8	-.00450	0.0	0.00000	164.1	0.00111
33.74	.000147	35.91	-4434.8	-.00460	0.0	0.00000	165.3	0.00113
33.78	.000150	35.97	-4434.8	-.00471	0.0	0.00000	166.4	0.00114
33.81	.000153	36.02	-4434.8	-.00481	0.0	0.00000	167.6	0.00116
33.84	.000156	36.07	-4434.8	-.00491	0.0	0.00000	168.7	0.00118
33.88	.000159	36.11	-4434.8	-.00501	0.0	0.00000	169.8	0.00119
33.91	.000162	36.16	-4434.8	-.00511	0.0	0.00000	170.9	0.00121
33.95	.000165	36.20	-4434.8	-.00521	0.0	0.00000	172.0	0.00123
33.98	.000168	36.25	-4434.8	-.00531	0.0	0.00000	173.0	0.00124
34.01	.000171	36.29	-4434.8	-.00541	0.0	0.00000	174.0	0.00126
34.05	.000174	36.33	-4434.8	-.00551	0.0	0.00000	175.0	0.00128
34.08	.000177	36.36	-4434.8	-.00561	0.0	0.00000	176.0	0.00129
34.11	.000180	36.40	-4434.8	-.00571	0.0	0.00000	176.9	0.00131
34.14	.000183	36.44	-4434.8	-.00581	0.0	0.00000	177.8	0.00132
34.17	.000186	36.47	-4434.8	-.00591	0.0	0.00000	178.7	0.00134
34.21	.000189	36.50	-4434.8	-.00601	0.0	0.00000	179.6	0.00136
34.24	.000192	36.53	-4434.8	-.00611	0.0	0.00000	180.5	0.00137
34.27	.000195	36.57	-4434.8	-.00622	0.0	0.00000	181.3	0.00139
34.30	.000198	36.60	-4434.8	-.00632	0.0	0.00000	182.1	0.00141
34.33	.000201	36.62	-4434.8	-.00642	0.0	0.00000	182.9	0.00142
34.36	.000204	36.65	-4434.8	-.00652	0.0	0.00000	183.7	0.00144
34.39	.000207	36.68	-4434.8	-.00662	0.0	0.00000	184.4	0.00146
34.42	.000210	36.71	-4434.8	-.00672	0.0	0.00000	185.2	0.00147
34.45	.000213	36.73	-4434.8	-.00682	0.0	0.00000	185.9	0.00149
34.48	.000216	36.76	-4434.8	-.00692	0.0	0.00000	186.6	0.00150
34.51	.000219	36.78	-4434.8	-.00702	0.0	0.00000	187.2	0.00152
34.54	.000222	36.80	-4434.8	-.00712	0.0	0.00000	187.9	0.00154
34.57	.000225	36.83	-4434.8	-.00722	0.0	0.00000	188.5	0.00155
34.60	.000228	36.85	-4434.8	-.00732	0.0	0.00000	189.1	0.00157
34.62	.000231	36.87	-4434.8	-.00742	0.0	0.00000	189.7	0.00159
34.65	.000234	36.89	-4434.8	-.00752	0.0	0.00000	190.3	0.00160
34.68	.000237	36.91	-4434.8	-.00762	0.0	0.00000	190.9	0.00162
34.71	.000240	36.93	-4434.8	-.00772	0.0	0.00000	191.4	0.00164
34.74	.000243	36.95	-4434.8	-.00782	0.0	0.00000	192.0	0.00165
34.76	.000246	36.97	-4434.8	-.00792	0.0	0.00000	192.5	0.00167
34.79	.000249	36.99	-4434.8	-.00802	0.0	0.00000	193.0	0.00169
34.82	.000252	37.00	-4434.8	-.00812	0.0	0.00000	193.4	0.00170
34.85	.000255	37.02	-4434.8	-.00823	0.0	0.00000	193.9	0.00172
34.87	.000258	37.04	-4434.8	-.00833	0.0	0.00000	194.3	0.00174
34.90	.000261	37.05	-4434.8	-.00843	0.0	0.00000	194.7	0.00175
34.93	.000264	37.07	-4434.8	-.00853	0.0	0.00000	195.1	0.00177
34.95	.000267	37.08	-4434.8	-.00863	0.0	0.00000	195.5	0.00179
34.98	.000270	37.10	-4434.8	-.00873	0.0	0.00000	195.9	0.00180
35.01	.000273	37.11	-4434.8	-.00883	0.0	0.00000	196.3	0.00182
35.03	.000276	37.13	-4434.8	-.00893	0.0	0.00000	196.6	0.00184
35.06	.000279	37.14	-4434.8	-.00903	0.0	0.00000	196.9	0.00185
35.08	.000282	37.15	-4434.8	-.00913	0.0	0.00000	197.2	0.00187
35.11	.000285	37.17	-4434.8	-.00923	0.0	0.00000	197.5	0.00189
35.13	.000288	37.18	-4434.8	-.00933	0.0	0.00000	197.8	0.00190
35.16	.000291	37.19	-4434.8	-.00943	0.0	0.00000	198.0	0.00192
35.18	.000294	37.20	-4434.8	-.00953	0.0	0.00000	198.3	0.00194
35.21	.000297	37.21	-4434.8	-.00963	0.0	0.00000	198.5	0.00196

Rig.(Tm2) Sct.	Tgt.	Curv (1/cm)	Fisura (cm)	Acero Pasivo Tens(Kg/cm2)	Def	Acero Activo Tens(Kg/cm2)	Def	Hormigón Tens(Kg/cm2)	Def
0	0	0.000003	4.43	-121.9	-.00006	0.0	0.00000	14.0	0.00006

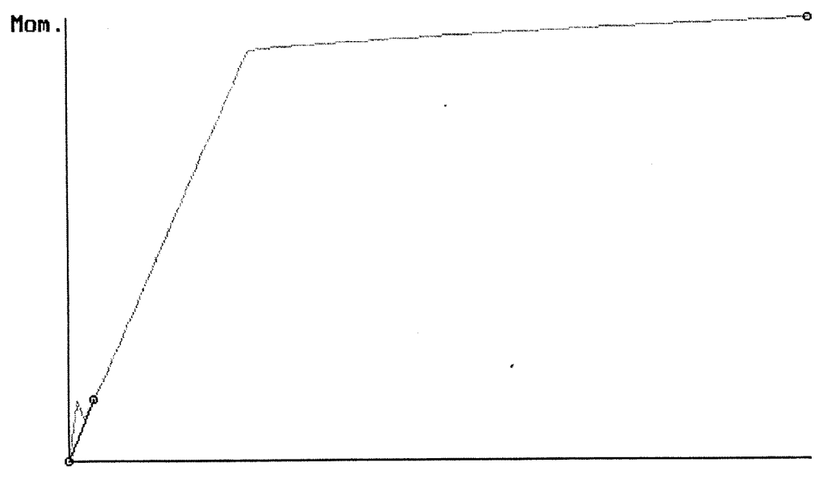
Pulse cualquier tecla ...



Introduzca Mom.; Salir = < S >: 4.8 Curv

Rig.(Tm2) Sct.	Tgt.	Curv (1/cm)	Fisura (cm)	Acero Pasivo Tens(Kg/cm2)	Def	Acero Activo Tens(Kg/cm2)	Def	Hormigón Tens(Kg/cm2)	Def
0	0	0.000010	27.34	-599.3	-.00029	0.0	0.00000	24.7	0.00011

Pulse cualquier tecla ...



Introduzca Mom.; Salir = < S >: 4.9 Curv

CALCULO DEL DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA EN SECCIONES DE HORMIGON
ARMADO Y PRETENSADO

Nombre de la sección: Losa pergola. Momento negativo. Seccion fisurada.
Seccion siguiente a pantallas

NUMERO DE TRAMOS DE HORMIGON: 1

Trap.	Altura	Asup	Ainf
1	44.0	100.0	100.0

NUMERO DE CAPAS DE ACERO PASIVO: 3

Capa	Area	Profund.
1	32.7	5.0
2	13.4	10.0
3	20.9	39.0

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón..(Kp/cm²): 300
Coeficiente de minoración del hormigón.....: 1.5
Modulo de def. long. del hormigón.....(Kp/cm2): 336200
Def. max. de compresion del hormigón.....: .0035
Def. max. de tracción del hormigón (Neg.).....: 0
Resistencia característica del pasivo....(Kp/cm²): 5100
Coeficiente de minoración del pasivo.....: 1.15
Modulo de def. long. del acero pasivo....(Kp/cm2): 2100000

CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA SECCION:

Canto total de la sección (cm.): 44.00

Profundidad del centro de gravedad de la sección bruta (cm.) 22.00
Area total de la sección bruta (cm2.): 4400.00
Inercia de la sección bruta (cm4.): 709866.67

Profundidad del centro de gravedad de la sección neta (cm.) 22.08
Area total de la sección neta (cm2.): 4332.93
Inercia de la sección neta (cm4.): 692396.32

Profundidad del centro de gravedad de la sección hom. (cm.) 21.60
Area total de la sección hom. (cm2.): 4751.87
Inercia de la sección hom. (cm4.): 799599.82

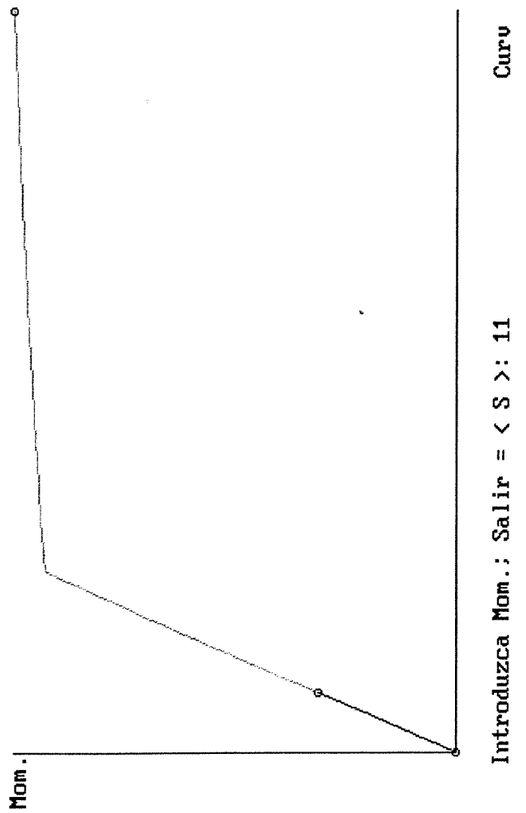
DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA:

Axil exterior: 0.00 (T.)

Mom.	Curv	Fisura	Acero Pasivo		Acero Activo		Hormigón	
(Tm.)	(1/cm)	(cm)	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def
0.00	.000000	0.00	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.00000
1.40	.000003	34.77	-187.6	-.00009	0.0	0.00000	6.7	0.00003
2.79	.000006	34.75	-374.8	-.00018	0.0	0.00000	13.3	0.00006
4.18	.000009	34.72	-561.7	-.00027	0.0	0.00000	19.8	0.00008
5.57	.000012	34.69	-748.3	-.00036	0.0	0.00000	26.1	0.00011
6.95	.000015	34.67	-934.6	-.00045	0.0	0.00000	32.2	0.00014
8.33	.000018	34.64	-1120.5	-.00053	0.0	0.00000	38.3	0.00017
9.71	.000021	34.62	-1306.1	-.00062	0.0	0.00000	44.2	0.00020
11.08	.000024	34.59	-1491.4	-.00071	0.0	0.00000	49.9	0.00023
12.45	.000027	34.56	-1676.3	-.00080	0.0	0.00000	55.5	0.00025
13.81	.000030	34.54	-1860.9	-.00089	0.0	0.00000	61.0	0.00028
15.17	.000033	34.51	-2045.2	-.00097	0.0	0.00000	66.4	0.00031
16.52	.000036	34.49	-2229.2	-.00106	0.0	0.00000	71.6	0.00034
17.87	.000039	34.46	-2412.8	-.00115	0.0	0.00000	76.8	0.00037
19.22	.000042	34.43	-2596.1	-.00124	0.0	0.00000	81.8	0.00040
20.56	.000045	34.41	-2779.0	-.00132	0.0	0.00000	86.6	0.00043
21.90	.000048	34.38	-2961.7	-.00141	0.0	0.00000	91.4	0.00046
23.24	.000051	34.36	-3143.9	-.00150	0.0	0.00000	96.0	0.00049
24.57	.000054	34.33	-3325.9	-.00158	0.0	0.00000	100.5	0.00052
25.90	.000057	34.30	-3507.5	-.00167	0.0	0.00000	104.9	0.00055
27.22	.000060	34.28	-3688.7	-.00176	0.0	0.00000	109.2	0.00058
28.54	.000063	34.25	-3869.6	-.00184	0.0	0.00000	113.3	0.00061
29.86	.000066	34.22	-4050.2	-.00193	0.0	0.00000	117.4	0.00065
31.17	.000069	34.20	-4230.5	-.00201	0.0	0.00000	121.3	0.00068
32.48	.000072	34.17	-4410.3	-.00210	0.0	0.00000	125.1	0.00071
32.70	.000075	34.30	-4434.8	-.00220	0.0	0.00000	127.4	0.00073
32.76	.000078	34.45	-4434.8	-.00230	0.0	0.00000	129.5	0.00074
32.81	.000081	34.59	-4434.8	-.00240	0.0	0.00000	131.4	0.00076
32.86	.000084	34.73	-4434.8	-.00250	0.0	0.00000	133.4	0.00078
32.91	.000087	34.85	-4434.8	-.00260	0.0	0.00000	135.2	0.00080
32.96	.000090	34.97	-4434.8	-.00270	0.0	0.00000	137.1	0.00081
33.01	.000093	35.08	-4434.8	-.00280	0.0	0.00000	138.9	0.00083
33.05	.000096	35.18	-4434.8	-.00290	0.0	0.00000	140.6	0.00085
33.10	.000099	35.28	-4434.8	-.00300	0.0	0.00000	142.3	0.00086
33.14	.000102	35.37	-4434.8	-.00310	0.0	0.00000	144.0	0.00088
33.19	.000105	35.46	-4434.8	-.00320	0.0	0.00000	145.6	0.00090
33.23	.000108	35.54	-4434.8	-.00330	0.0	0.00000	147.2	0.00091
33.27	.000111	35.62	-4434.8	-.00340	0.0	0.00000	148.8	0.00093
33.31	.000114	35.70	-4434.8	-.00350	0.0	0.00000	150.3	0.00095
33.35	.000117	35.77	-4434.8	-.00360	0.0	0.00000	151.8	0.00096
33.39	.000120	35.84	-4434.8	-.00370	0.0	0.00000	153.3	0.00098
33.43	.000123	35.90	-4434.8	-.00380	0.0	0.00000	154.7	0.00100
33.47	.000126	35.96	-4434.8	-.00390	0.0	0.00000	156.1	0.00101
33.51	.000129	36.02	-4434.8	-.00400	0.0	0.00000	157.5	0.00103
33.55	.000132	36.08	-4434.8	-.00410	0.0	0.00000	158.8	0.00105
33.59	.000135	36.14	-4434.8	-.00420	0.0	0.00000	160.2	0.00106
33.62	.000138	36.19	-4434.8	-.00430	0.0	0.00000	161.4	0.00108
33.66	.000141	36.24	-4434.8	-.00440	0.0	0.00000	162.7	0.00109
33.70	.000144	36.29	-4434.8	-.00451	0.0	0.00000	163.9	0.00111
33.73	.000147	36.33	-4434.8	-.00461	0.0	0.00000	165.1	0.00113
33.77	.000150	36.38	-4434.8	-.00471	0.0	0.00000	166.3	0.00114
33.80	.000153	36.42	-4434.8	-.00481	0.0	0.00000	167.5	0.00116
33.84	.000156	36.46	-4434.8	-.00491	0.0	0.00000	168.6	0.00118
33.87	.000159	36.50	-4434.8	-.00501	0.0	0.00000	169.7	0.00119
33.91	.000162	36.54	-4434.8	-.00511	0.0	0.00000	170.8	0.00121
33.94	.000165	36.58	-4434.8	-.00521	0.0	0.00000	171.9	0.00123
33.97	.000168	36.61	-4434.8	-.00531	0.0	0.00000	172.9	0.00124
34.01	.000171	36.64	-4434.8	-.00541	0.0	0.00000	173.9	0.00126
34.04	.000174	36.68	-4434.8	-.00551	0.0	0.00000	174.9	0.00127
34.07	.000177	36.71	-4434.8	-.00561	0.0	0.00000	175.9	0.00129
34.11	.000180	36.74	-4434.8	-.00571	0.0	0.00000	176.8	0.00131
34.14	.000183	36.77	-4434.8	-.00581	0.0	0.00000	177.8	0.00132
34.17	.000186	36.80	-4434.8	-.00591	0.0	0.00000	178.7	0.00134
34.20	.000189	36.83	-4434.8	-.00602	0.0	0.00000	179.5	0.00136
34.23	.000192	36.85	-4434.8	-.00612	0.0	0.00000	180.4	0.00137
34.26	.000195	36.88	-4434.8	-.00622	0.0	0.00000	181.2	0.00139
34.30	.000198	36.90	-4434.8	-.00632	0.0	0.00000	182.0	0.00140
34.33	.000201	36.93	-4434.8	-.00642	0.0	0.00000	182.8	0.00142

34.36	.000204	36.95	-4434.8	-.00652	0.0	0.00000	183.6	0.00144
34.39	.000207	36.98	-4434.8	-.00662	0.0	0.00000	184.4	0.00145
34.42	.000210	37.00	-4434.8	-.00672	0.0	0.00000	185.1	0.00147
34.45	.000213	37.02	-4434.8	-.00682	0.0	0.00000	185.8	0.00149
34.48	.000216	37.04	-4434.8	-.00692	0.0	0.00000	186.5	0.00150
34.51	.000219	37.06	-4434.8	-.00702	0.0	0.00000	187.2	0.00152
34.54	.000222	37.08	-4434.8	-.00712	0.0	0.00000	187.8	0.00154
34.56	.000225	37.10	-4434.8	-.00722	0.0	0.00000	188.5	0.00155
34.59	.000228	37.12	-4434.8	-.00732	0.0	0.00000	189.1	0.00157
34.62	.000231	37.13	-4434.8	-.00742	0.0	0.00000	189.7	0.00159
34.65	.000234	37.15	-4434.8	-.00752	0.0	0.00000	190.3	0.00160
34.68	.000237	37.17	-4434.8	-.00762	0.0	0.00000	190.9	0.00162
34.71	.000240	37.18	-4434.8	-.00772	0.0	0.00000	191.4	0.00164
34.73	.000243	37.20	-4434.8	-.00782	0.0	0.00000	191.9	0.00165
34.76	.000246	37.22	-4434.8	-.00793	0.0	0.00000	192.4	0.00167
34.79	.000249	37.23	-4434.8	-.00803	0.0	0.00000	192.9	0.00169
34.82	.000252	37.25	-4434.8	-.00813	0.0	0.00000	193.4	0.00170
34.84	.000255	37.26	-4434.8	-.00823	0.0	0.00000	193.9	0.00172
34.87	.000258	37.27	-4434.8	-.00833	0.0	0.00000	194.3	0.00174
34.90	.000261	37.29	-4434.8	-.00843	0.0	0.00000	194.7	0.00175
34.92	.000264	37.30	-4434.8	-.00853	0.0	0.00000	195.1	0.00177
34.95	.000267	37.31	-4434.8	-.00863	0.0	0.00000	195.5	0.00179
34.98	.000270	37.32	-4434.8	-.00873	0.0	0.00000	195.9	0.00180
35.00	.000273	37.34	-4434.8	-.00883	0.0	0.00000	196.2	0.00182
35.03	.000276	37.35	-4434.8	-.00893	0.0	0.00000	196.6	0.00184
35.06	.000279	37.36	-4434.8	-.00903	0.0	0.00000	196.9	0.00185
35.08	.000282	37.37	-4434.8	-.00913	0.0	0.00000	197.2	0.00187
35.11	.000285	37.38	-4434.8	-.00923	0.0	0.00000	197.5	0.00189
35.13	.000288	37.39	-4434.8	-.00933	0.0	0.00000	197.8	0.00190
35.16	.000291	37.40	-4434.8	-.00943	0.0	0.00000	198.0	0.00192
35.18	.000294	37.41	-4434.8	-.00953	0.0	0.00000	198.2	0.00194
35.21	.000297	37.42	-4434.8	-.00963	0.0	0.00000	198.5	0.00195

```
                                                    Hormigón
Rig.(Tm2)  Curv   Fisura  Acero Pasivo    Acero Activo      Tens(Kg/cm2) Def
Sct. Tgt. (1/cm)   (cm)   Tens(Kg/cm2) Def Tens(Kg/cm2) Def
-------------------------------------------------------------------------
    0    0 0.000024 34.59 -1480.8  -.00071     0.0 0.00000   49.6  0.00022
                                                    Pulse cualquier tecla ...
```




```
Introduzca Mom.; Salir = < S >: 11                              Curv
```

COMPROBACIÓN E.L.S. FISURACIÓN

EHE Art. 49.2

PROYECTO: LAV. Papiol. V-1. Pérgola.

SECCIÓN: Sección siguiente a pantallas.

DATOS:

Anchura máxima de fisura según ambiente	[mm]	w máx	0.3
Diámetro de barras más gruesas	[mm]	Φ máx	25
Separación real entre barras longitudinales	[mm]	s real	150
K1 (flexión simple = 0.125; tracción simple = 0.250)		K.1	0.15
K2 (carga noval = 1.0; restantes = 0.5)		K.2	0.5
Sigma s: en servicio. Sección fisurada.	[N/mm2]	σ s	90.2
Sigma sr: en instante de fisuración	[N/mm2]	σ sr	32.2
Módulo elasticidad del acero	[N/mm2]	E s	200000
Ac eficaz (ver articulado)	[cm2]	Ac,eficaz	1100
As :sección total de barras dentro de Aceficaz	[cm2]	A s	53.67
Coeficiente del valor característico de fisura		β	1.7
Recubrimiento	[mm]	c	40

CÁLCULOS INTERMEDIOS:

Separación de cálculo entre barras	[mm]	s	150.000
Separación media entre fisuras	[mm]	s m	140.743
Alargamiento medio de las armaduras		ε sm	0.000422

RESULTADOS:

Anchura de fisura calculada [mm]	**0.101**
Anchura de fisura admisible [mm]	**0.300**

CALCULO DEL DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA EN SECCIONES DE HORMIGON
ARMADO Y PRETENSADO

Nombre de la sección: Losa pergola. Momento negativo. Seccion no fisurada.
Seccion adyacente a pantallas

NUMERO DE TRAMOS DE HORMIGON: 1

Trap.	Altura	Asup	Ainf
1	44.0	100.0	100.0

NUMERO DE CAPAS DE ACERO PASIVO: 3

Capa	Area	Profund.
1	32.7	5.0
2	13.4	10.0
3	53.7	39.0

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón..(Kp/cm²): 300
Coeficiente de minoración del hormigón.....: 1.5
Modulo de def. long. del hormigón.....(Kp/cm2): 336200
Def. max. de compresion del hormigón.....: .0035
Def. max. de tracción del hormigón (Neg.).....: -.00006
Resistencia característica del pasivo....(Kp/cm²): 5100
Coeficiente de minoración del pasivo.....: 1.15
Modulo de def. long. del acero pasivo....(Kp/cm2): 2100000

CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA SECCION:

Canto total de la sección (cm.): 44.00

Profundidad del centro de gravedad de la sección bruta (cm.)	22.00
Area total de la sección bruta (cm2.):	4400.00
Inercia de la sección bruta (cm4.):	709866.67
Profundidad del centro de gravedad de la sección neta (cm.)	21.95
Area total de la sección neta (cm2.):	4300.20
Inercia de la sección neta (cm4.):	682958.61
Profundidad del centro de gravedad de la sección hom. (cm.)	22.21
Area total de la sección hom. (cm2.):	4923.58
Inercia de la sección hom. (cm4.):	850498.46

DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA:

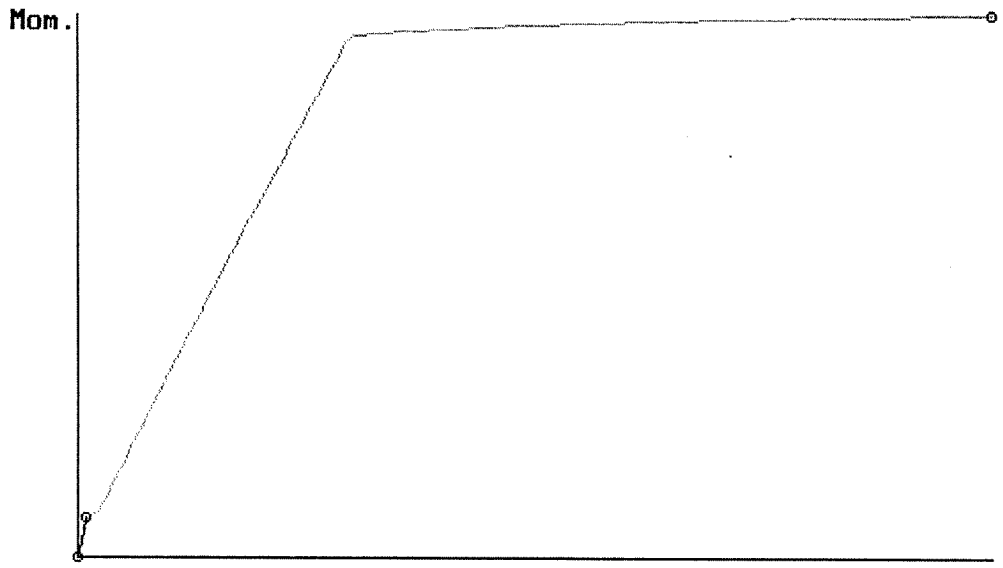
Axil exterior: 0.00 (T.)

Mom.	Curv	Fisura	Acero Pasivo		Acero Activo		Hormigón	
(Tm.)	(1/cm)	(cm)	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def
0.00	.000000	0.00	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.00000
6.10	.000003	2.55	-110.6	-.00005	0.0	0.00000	15.4	0.00006
6.56	.000006	18.23	-292.7	-.00014	0.0	0.00000	22.3	0.00009
9.08	.000009	22.73	-461.1	-.00022	0.0	0.00000	30.4	0.00013

11.86	.000012	24.79	-624.7	-.00030	0.0	0.00000	38.7	0.00017
14.69	.000015	25.94	-785.7	-.00037	0.0	0.00000	46.9	0.00021
17.52	.000018	26.67	-945.1	-.00045	0.0	0.00000	55.0	0.00025
20.36	.000021	27.16	-1103.3	-.00053	0.0	0.00000	62.9	0.00029
23.18	.000024	27.51	-1260.5	-.00060	0.0	0.00000	70.5	0.00034
25.98	.000027	27.76	-1416.8	-.00067	0.0	0.00000	77.8	0.00038
28.78	.000030	27.95	-1572.1	-.00075	0.0	0.00000	85.0	0.00042
31.55	.000033	28.10	-1726.7	-.00082	0.0	0.00000	91.8	0.00046
34.31	.000036	28.21	-1880.5	-.00090	0.0	0.00000	98.5	0.00051
37.05	.000039	28.29	-2033.4	-.00097	0.0	0.00000	104.9	0.00055
39.77	.000042	28.35	-2185.7	-.00104	0.0	0.00000	111.0	0.00060
42.48	.000045	28.40	-2337.1	-.00111	0.0	0.00000	117.0	0.00064
45.17	.000048	28.43	-2487.8	-.00118	0.0	0.00000	122.7	0.00069
47.84	.000051	28.45	-2637.8	-.00126	0.0	0.00000	128.1	0.00073
50.49	.000054	28.47	-2787.0	-.00133	0.0	0.00000	133.3	0.00078
53.13	.000057	28.47	-2935.5	-.00140	0.0	0.00000	138.4	0.00083
55.75	.000060	28.47	-3083.2	-.00147	0.0	0.00000	143.1	0.00087
58.34	.000063	28.46	-3230.2	-.00154	0.0	0.00000	147.7	0.00092
60.93	.000066	28.45	-3376.4	-.00161	0.0	0.00000	152.1	0.00097
63.49	.000069	28.44	-3521.9	-.00168	0.0	0.00000	156.2	0.00101
66.03	.000072	28.42	-3666.6	-.00175	0.0	0.00000	160.2	0.00106
68.56	.000075	28.39	-3810.6	-.00181	0.0	0.00000	163.9	0.00111
71.07	.000078	28.37	-3953.8	-.00188	0.0	0.00000	167.5	0.00116
73.56	.000081	28.34	-4096.3	-.00195	0.0	0.00000	170.8	0.00121
76.03	.000084	28.31	-4238.0	-.00202	0.0	0.00000	173.9	0.00126
78.49	.000087	28.28	-4378.9	-.00209	0.0	0.00000	176.9	0.00131
79.54	.000090	28.41	-4434.8	-.00217	0.0	0.00000	178.8	0.00134
79.66	.000093	28.65	-4434.8	-.00226	0.0	0.00000	180.1	0.00137
79.77	.000096	28.88	-4434.8	-.00235	0.0	0.00000	181.4	0.00139
79.88	.000099	29.09	-4434.8	-.00244	0.0	0.00000	182.6	0.00142
79.99	.000102	29.29	-4434.8	-.00254	0.0	0.00000	183.7	0.00144
80.09	.000105	29.48	-4434.8	-.00263	0.0	0.00000	184.8	0.00146
80.18	.000108	29.67	-4434.8	-.00272	0.0	0.00000	185.9	0.00149
80.27	.000111	29.84	-4434.8	-.00282	0.0	0.00000	186.8	0.00151
80.36	.000114	30.01	-4434.8	-.00291	0.0	0.00000	187.8	0.00153
80.44	.000117	30.17	-4434.8	-.00300	0.0	0.00000	188.7	0.00156
80.52	.000120	30.32	-4434.8	-.00310	0.0	0.00000	189.5	0.00158
80.60	.000123	30.47	-4434.8	-.00319	0.0	0.00000	190.3	0.00160
80.67	.000126	30.61	-4434.8	-.00329	0.0	0.00000	191.1	0.00163
80.74	.000129	30.75	-4434.8	-.00338	0.0	0.00000	191.8	0.00165
80.81	.000132	30.88	-4434.8	-.00348	0.0	0.00000	192.5	0.00167
80.88	.000135	31.00	-4434.8	-.00357	0.0	0.00000	193.2	0.00170
80.94	.000138	31.12	-4434.8	-.00366	0.0	0.00000	193.8	0.00172
81.00	.000141	31.24	-4434.8	-.00376	0.0	0.00000	194.4	0.00174
81.06	.000144	31.35	-4434.8	-.00385	0.0	0.00000	195.0	0.00176
81.12	.000147	31.45	-4434.8	-.00395	0.0	0.00000	195.5	0.00178
81.17	.000150	31.56	-4434.8	-.00404	0.0	0.00000	196.0	0.00181
81.23	.000153	31.66	-4434.8	-.00414	0.0	0.00000	196.4	0.00183
81.28	.000156	31.76	-4434.8	-.00423	0.0	0.00000	196.8	0.00185
81.33	.000159	31.85	-4434.8	-.00433	0.0	0.00000	197.2	0.00187
81.38	.000162	31.94	-4434.8	-.00442	0.0	0.00000	197.6	0.00189
81.43	.000165	32.03	-4434.8	-.00452	0.0	0.00000	197.9	0.00192
81.47	.000168	32.11	-4434.8	-.00461	0.0	0.00000	198.2	0.00194
81.52	.000171	32.19	-4434.8	-.00471	0.0	0.00000	198.5	0.00196
81.56	.000174	32.27	-4434.8	-.00481	0.0	0.00000	198.8	0.00198
81.60	.000177	32.35	-4434.8	-.00490	0.0	0.00000	199.0	0.00200
81.64	.000180	32.43	-4434.8	-.00500	0.0	0.00000	199.2	0.00202
81.69	.000183	32.50	-4434.8	-.00509	0.0	0.00000	199.4	0.00204
81.72	.000186	32.57	-4434.8	-.00519	0.0	0.00000	199.6	0.00207
81.76	.000189	32.64	-4434.8	-.00528	0.0	0.00000	199.7	0.00209
81.80	.000192	32.70	-4434.8	-.00538	0.0	0.00000	199.8	0.00211
81.84	.000195	32.77	-4434.8	-.00548	0.0	0.00000	199.9	0.00213
81.87	.000198	32.83	-4434.8	-.00557	0.0	0.00000	199.9	0.00215
81.91	.000201	32.89	-4434.8	-.00567	0.0	0.00000	200.0	0.00217
81.94	.000204	32.95	-4434.8	-.00576	0.0	0.00000	200.0	0.00219
81.97	.000207	33.01	-4434.8	-.00586	0.0	0.00000	200.0	0.00221
82.01	.000210	33.07	-4434.8	-.00595	0.0	0.00000	200.0	0.00224
82.04	.000213	33.12	-4434.8	-.00605	0.0	0.00000	199.9	0.00226
82.07	.000216	33.18	-4434.8	-.00615	0.0	0.00000	199.9	0.00228
82.10	.000219	33.23	-4434.8	-.00624	0.0	0.00000	199.8	0.00230
82.13	.000222	33.28	-4434.8	-.00634	0.0	0.00000	199.7	0.00232
82.16	.000225	33.33	-4434.8	-.00643	0.0	0.00000	199.5	0.00234
82.19	.000228	33.38	-4434.8	-.00653	0.0	0.00000	199.4	0.00236
82.22	.000231	33.42	-4434.8	-.00663	0.0	0.00000	199.2	0.00238
82.24	.000234	33.47	-4434.8	-.00672	0.0	0.00000	199.0	0.00240
82.27	.000237	33.51	-4434.8	-.00682	0.0	0.00000	198.8	0.00243
82.30	.000240	33.56	-4434.8	-.00691	0.0	0.00000	198.6	0.00245
82.32	.000243	33.60	-4434.8	-.00701	0.0	0.00000	198.4	0.00247
82.35	.000246	33.64	-4434.8	-.00711	0.0	0.00000	198.1	0.00249
82.37	.000249	33.68	-4434.8	-.00720	0.0	0.00000	197.8	0.00251
82.40	.000252	33.72	-4434.8	-.00730	0.0	0.00000	197.5	0.00253
82.42	.000255	33.76	-4434.8	-.00739	0.0	0.00000	197.2	0.00255
82.44	.000258	33.80	-4434.8	-.00749	0.0	0.00000	196.9	0.00257
82.47	.000261	33.84	-4434.8	-.00759	0.0	0.00000	196.5	0.00259
82.49	.000264	33.87	-4434.8	-.00768	0.0	0.00000	196.2	0.00261
82.51	.000267	33.91	-4434.8	-.00778	0.0	0.00000	195.8	0.00263
82.53	.000270	33.94	-4434.8	-.00787	0.0	0.00000	195.4	0.00266
82.55	.000273	33.98	-4434.8	-.00797	0.0	0.00000	195.0	0.00268
82.58	.000276	34.01	-4434.8	-.00807	0.0	0.00000	194.5	0.00270
82.60	.000279	34.04	-4434.8	-.00816	0.0	0.00000	194.1	0.00272
82.62	.000282	34.07	-4434.8	-.00826	0.0	0.00000	193.6	0.00274
82.64	.000285	34.11	-4434.8	-.00836	0.0	0.00000	193.2	0.00276
82.65	.000288	34.14	-4434.8	-.00845	0.0	0.00000	192.7	0.00278
82.67	.000291	34.17	-4434.8	-.00855	0.0	0.00000	192.2	0.00280
82.69	.000294	34.20	-4434.8	-.00864	0.0	0.00000	191.6	0.00282
82.71	.000297	34.22	-4434.8	-.00874	0.0	0.00000	191.1	0.00284

Rig.(Tm2) Sct.	Tgt.	Curv (1/cm)	Fisura (cm)	Acero Pasivo Tens(Kg/cm2)	Def	Acero Activo Tens(Kg/cm2)	Def	Hormigón Tens(Kg/cm2)	Def
0	0	0.000003	2.51	-108.7	-.00005	0.0	0.00000	15.1	0.00006

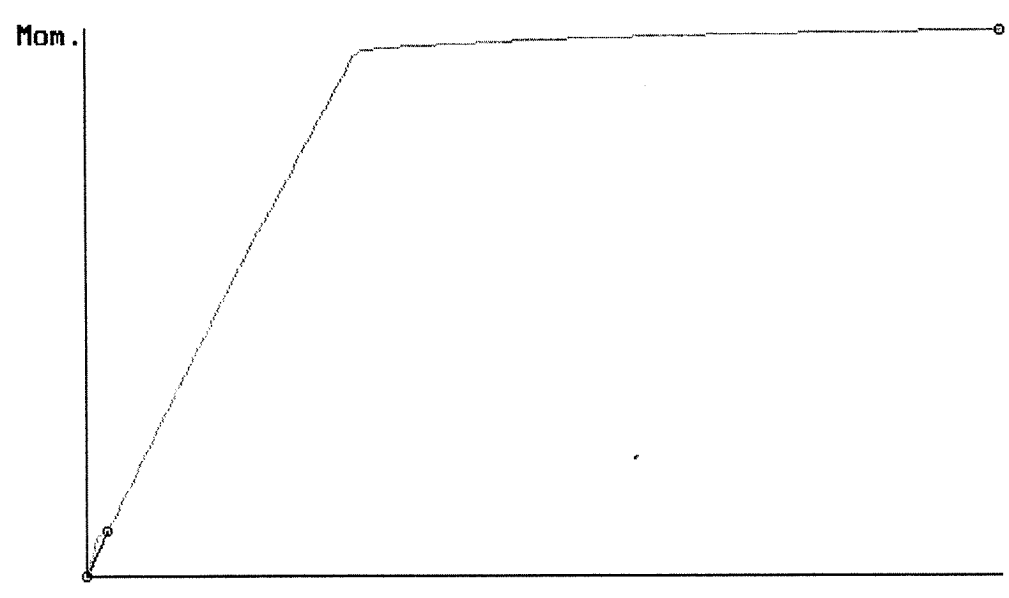
Pulse cualquier tecla ...



Introduzca Mom.; Salir = < S >: 6

Rig.(Tm2) Sct.	Tgt.	Curv (1/cm)	Fisura (cm)	Acero Pasivo Tens(Kg/cm2)	Def	Acero Activo Tens(Kg/cm2)	Def	Hormigón Tens(Kg/cm2)	Def
0	0	0.000007	19.02	-322.3	-.00015	0.0	0.00000	23.7	0.00010

Pulse cualquier tecla ...



Introduzca Mom.; Salir = < S >: 7

CALCULO DEL DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA EN SECCIONES DE HORMIGON
ARMADO Y PRETENSADO

Nombre de la sección: Losa pergola. Momento negativo. Seccion fisurada.
Seccion adyacente a pantallas.

NUMERO DE TRAMOS DE HORMIGON: 1

Trap.	Altura	Asup	Ainf
1	44.0	100.0	100.0

NUMERO DE CAPAS DE ACERO PASIVO: 3

Capa	Area	Profund.
1	32.7	5.0
2	13.4	10.0
3	53.7	39.0

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón..(Kp/cm²): 300
Coeficiente de minoración del hormigón.....: 1.5
Modulo de def. long. del hormigón.....(Kp/cm2): 336200
Def. max. de compresion del hormigón.....: .0035
Def. max. de tracción del hormigón (Neg.).....: 0
Resistencia característica del pasivo....(Kp/cm²): 5100
Coeficiente de minoración del pasivo.....: 1.15
Modulo de def. long. del acero pasivo....(Kp/cm2): 2100000

CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA SECCION:

Canto total de la sección (cm.): 44.00

Profundidad del centro de gravedad de la sección bruta (cm.) 22.00
Area total de la sección bruta (cm2.): 4400.00
Inercia de la sección bruta (cm4.): 709866.67

Profundidad del centro de gravedad de la sección neta (cm.) 21.95
Area total de la sección neta (cm2.): 4300.20
Inercia de la sección neta (cm4.): 682958.61

Profundidad del centro de gravedad de la sección hom. (cm.) 22.21
Area total de la sección hom. (cm2.): 4923.58
Inercia de la sección hom. (cm4.): 850498.46

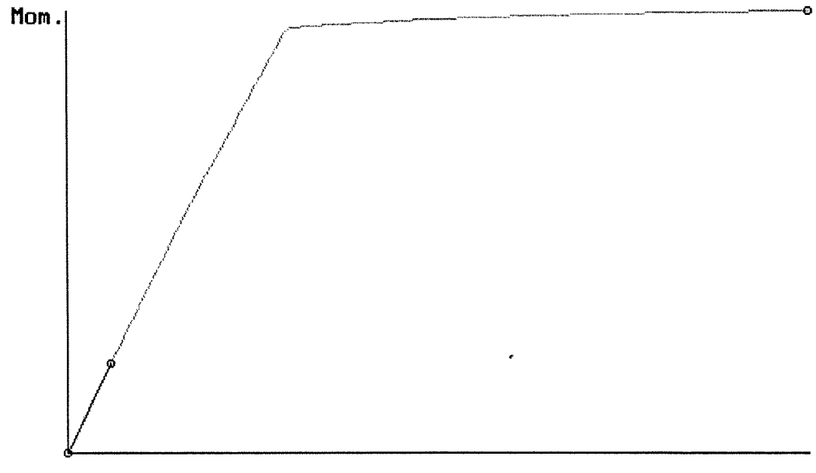
DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA:

Axil exterior: 0.00 (T.)

Mom.	Curv	Fisura	Acero Pasivo		Acero Activo		Hormigón	
(Tm.)	(1/cm)	(cm)	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def
0.00	.000000	0.00	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.00000
2.96	.000003	30.55	-161.0	-.00008	0.0	0.00000	9.8	0.00004
5.89	.000006	30.49	-321.2	-.00015	0.0	0.00000	19.2	0.00008
8.81	.000009	30.44	-480.8	-.00023	0.0	0.00000	28.4	0.00012
11.72	.000012	30.39	-639.7	-.00030	0.0	0.00000	37.2	0.00016
14.60	.000015	30.33	-797.9	-.00038	0.0	0.00000	45.8	0.00021
17.47	.000018	30.28	-955.4	-.00045	0.0	0.00000	54.1	0.00025
20.32	.000021	30.22	-1112.3	-.00053	0.0	0.00000	62.1	0.00029
23.15	.000024	30.17	-1268.4	-.00060	0.0	0.00000	69.8	0.00033
25.97	.000027	30.11	-1423.8	-.00068	0.0	0.00000	77.3	0.00037
28.76	.000030	30.06	-1578.6	-.00075	0.0	0.00000	84.5	0.00042
31.54	.000033	30.00	-1732.6	-.00083	0.0	0.00000	91.4	0.00046
34.30	.000036	29.95	-1885.9	-.00090	0.0	0.00000	98.1	0.00051
37.05	.000039	29.89	-2038.5	-.00097	0.0	0.00000	104.5	0.00055
39.77	.000042	29.83	-2190.4	-.00104	0.0	0.00000	110.7	0.00059
42.48	.000045	29.78	-2341.6	-.00112	0.0	0.00000	116.7	0.00064
45.17	.000048	29.72	-2492.1	-.00119	0.0	0.00000	122.4	0.00069
47.84	.000051	29.67	-2641.8	-.00126	0.0	0.00000	127.9	0.00073
50.49	.000054	29.61	-2790.9	-.00133	0.0	0.00000	133.1	0.00078
53.13	.000057	29.55	-2939.2	-.00140	0.0	0.00000	138.2	0.00082
55.75	.000060	29.50	-3086.7	-.00147	0.0	0.00000	143.0	0.00087
58.35	.000063	29.44	-3233.6	-.00154	0.0	0.00000	147.6	0.00092
60.93	.000066	29.38	-3379.7	-.00161	0.0	0.00000	151.9	0.00096
63.49	.000069	29.33	-3525.1	-.00168	0.0	0.00000	156.1	0.00101
66.04	.000072	29.27	-3669.7	-.00175	0.0	0.00000	160.1	0.00106
68.57	.000075	29.21	-3813.6	-.00182	0.0	0.00000	163.8	0.00111
71.08	.000078	29.16	-3956.7	-.00188	0.0	0.00000	167.4	0.00116
73.57	.000081	29.10	-4099.1	-.00195	0.0	0.00000	170.7	0.00121
76.04	.000084	29.04	-4240.7	-.00202	0.0	0.00000	173.9	0.00126
78.50	.000087	28.98	-4381.6	-.00209	0.0	0.00000	176.8	0.00131
79.50	.000090	29.10	-4434.8	-.00217	0.0	0.00000	178.7	0.00134
79.62	.000093	29.31	-4434.8	-.00226	0.0	0.00000	180.1	0.00137
79.74	.000096	29.52	-4434.8	-.00235	0.0	0.00000	181.3	0.00139
79.85	.000099	29.71	-4434.8	-.00245	0.0	0.00000	182.5	0.00141
79.96	.000102	29.89	-4434.8	-.00254	0.0	0.00000	183.7	0.00144
80.06	.000105	30.07	-4434.8	-.00263	0.0	0.00000	184.8	0.00146
80.16	.000108	30.24	-4434.8	-.00273	0.0	0.00000	185.8	0.00149
80.25	.000111	30.40	-4434.8	-.00282	0.0	0.00000	186.8	0.00151
80.34	.000114	30.55	-4434.8	-.00291	0.0	0.00000	187.7	0.00153
80.42	.000117	30.69	-4434.8	-.00301	0.0	0.00000	188.6	0.00156
80.50	.000120	30.83	-4434.8	-.00310	0.0	0.00000	189.5	0.00158
80.58	.000123	30.97	-4434.8	-.00319	0.0	0.00000	190.3	0.00160
80.65	.000126	31.10	-4434.8	-.00329	0.0	0.00000	191.1	0.00163
80.72	.000129	31.22	-4434.8	-.00338	0.0	0.00000	191.8	0.00165
80.79	.000132	31.34	-4434.8	-.00348	0.0	0.00000	192.5	0.00167
80.86	.000135	31.45	-4434.8	-.00357	0.0	0.00000	193.2	0.00169
80.92	.000138	31.56	-4434.8	-.00367	0.0	0.00000	193.8	0.00172
80.98	.000141	31.67	-4434.8	-.00376	0.0	0.00000	194.4	0.00174
81.04	.000144	31.77	-4434.8	-.00386	0.0	0.00000	194.9	0.00176
81.10	.000147	31.87	-4434.8	-.00395	0.0	0.00000	195.4	0.00178
81.16	.000150	31.97	-4434.8	-.00405	0.0	0.00000	195.9	0.00180
81.21	.000153	32.06	-4434.8	-.00414	0.0	0.00000	196.4	0.00183
81.26	.000156	32.15	-4434.8	-.00424	0.0	0.00000	196.8	0.00185
81.32	.000159	32.23	-4434.8	-.00433	0.0	0.00000	197.2	0.00187
81.36	.000162	32.32	-4434.8	-.00443	0.0	0.00000	197.6	0.00189
81.41	.000165	32.40	-4434.8	-.00452	0.0	0.00000	197.9	0.00191
81.46	.000168	32.48	-4434.8	-.00462	0.0	0.00000	198.2	0.00194
81.50	.000171	32.55	-4434.8	-.00471	0.0	0.00000	198.5	0.00196
81.55	.000174	32.63	-4434.8	-.00481	0.0	0.00000	198.8	0.00198
81.59	.000177	32.70	-4434.8	-.00490	0.0	0.00000	199.0	0.00200
81.63	.000180	32.77	-4434.8	-.00500	0.0	0.00000	199.2	0.00202
81.67	.000183	32.83	-4434.8	-.00509	0.0	0.00000	199.4	0.00204
81.71	.000186	32.90	-4434.8	-.00519	0.0	0.00000	199.5	0.00206
81.75	.000189	32.96	-4434.8	-.00528	0.0	0.00000	199.7	0.00209
81.79	.000192	33.02	-4434.8	-.00538	0.0	0.00000	199.8	0.00211
81.83	.000195	33.08	-4434.8	-.00548	0.0	0.00000	199.9	0.00213
81.86	.000198	33.14	-4434.8	-.00557	0.0	0.00000	199.9	0.00215
81.90	.000201	33.20	-4434.8	-.00567	0.0	0.00000	200.0	0.00217

Rig.(Tm2) Sct.	Tgt.	Curv (1/cm)	Fisura (cm)	Acero Pasivo Tens(Kg/cm2)	Def	Acero Activo Tens(Kg/cm2)	Def	Hormigón Tens(Kg/cm2)	Def
0	0	0.000017	30.29	-902.2	-.00043	0.0	0.00000	51.3	0.00023

Pulse cualquier tecla ...



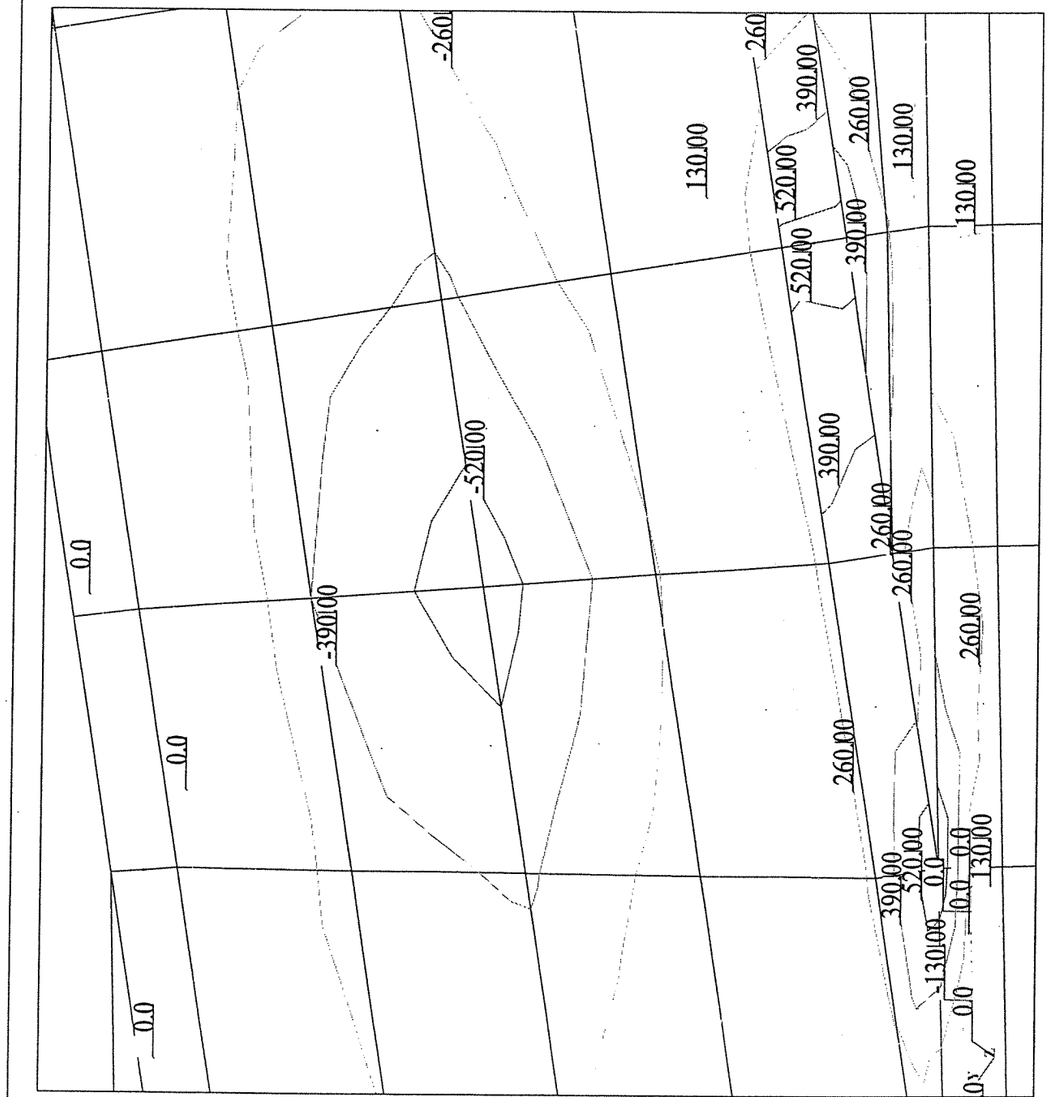
Introduzca Mom.: Salir = < S >: 16.5

4.2. ANÁLISIS DEL TABLERO EN E.L.U.

3.4.1. Losa: Comprobación de Secciones a solicitaciones normales y tangentes

Vista - MXX (kNm/m) Vector de base x=-1.511, y=-1.4614, z=0 casos: 18 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 2 A-A + 0.90 GRAD)

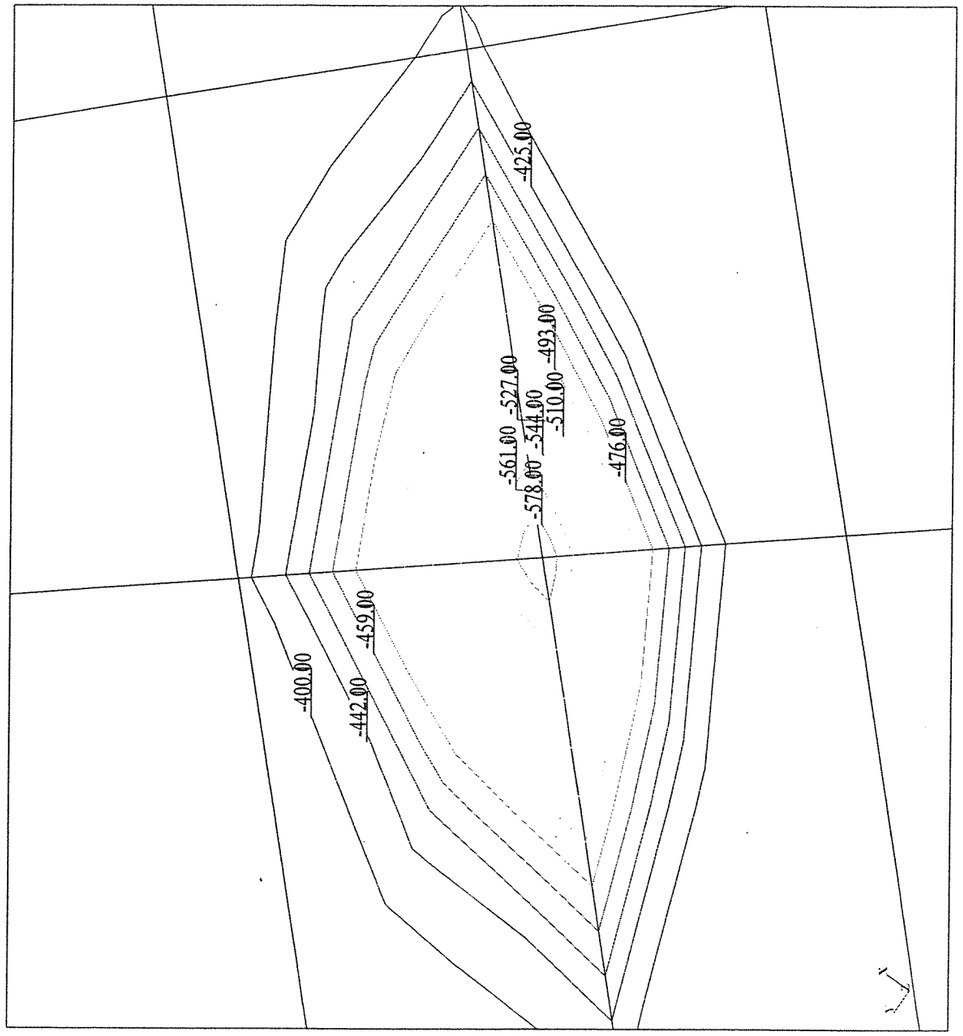
Escala : 1 cm sobre papel = 0.750 m



$M_d = 565 \text{ mKN/ml} < 615 \text{ mKN/ml}$

Vista - MXX (kNm/m) Vector de base x=-1.511, y=-1.4614, z=0 casos: 18 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 2 A-A + 0.90 GRAD) 1

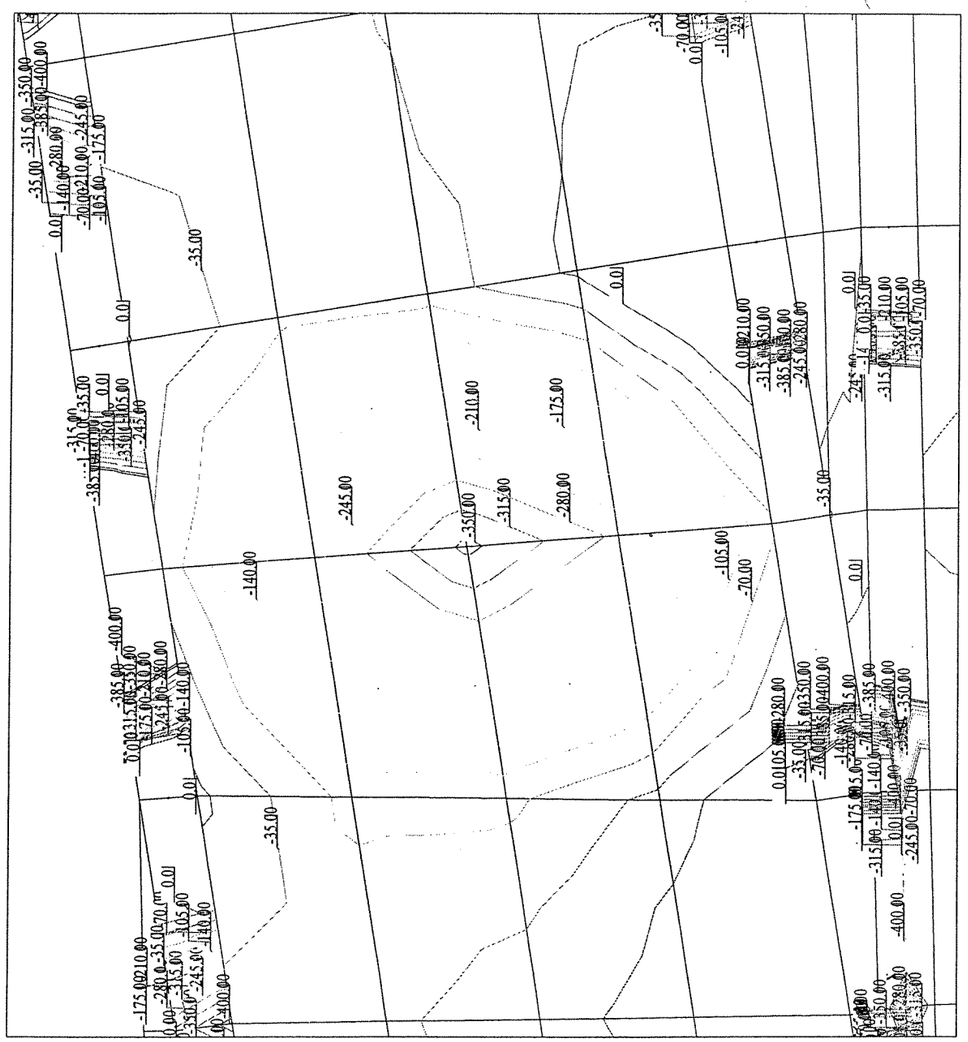
Escala : 1 cm sobre papel = 0.500 m



Md = 565 mKN/ml < 615 mKN/ml

Vista - MYY (kNm/m) Vector de base x=-1.511, y=-1.4614, z=0 casos: 18 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 2 A-A + 0.90 GRAD)

Escala : 1 cm sobre papel = 1.000 m

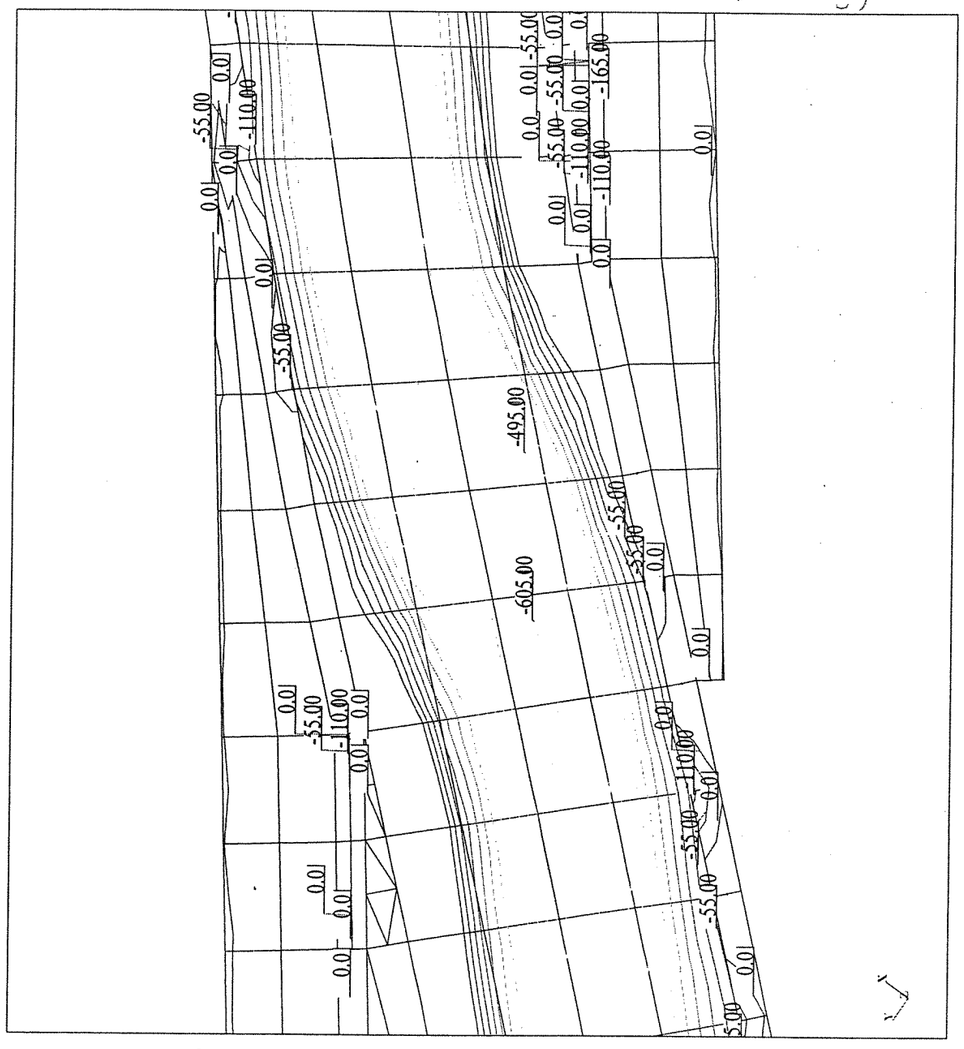


Armadura inferior longitudinal

Md = 335 mKN/ml
c = 0'45 m
A_s = 20'2 cm²/ml (φ20/0.15)

Vista - MXX (kNm/m) Vector de base x=-1.511, y=-1.4614, z=0 casos: 20 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B)

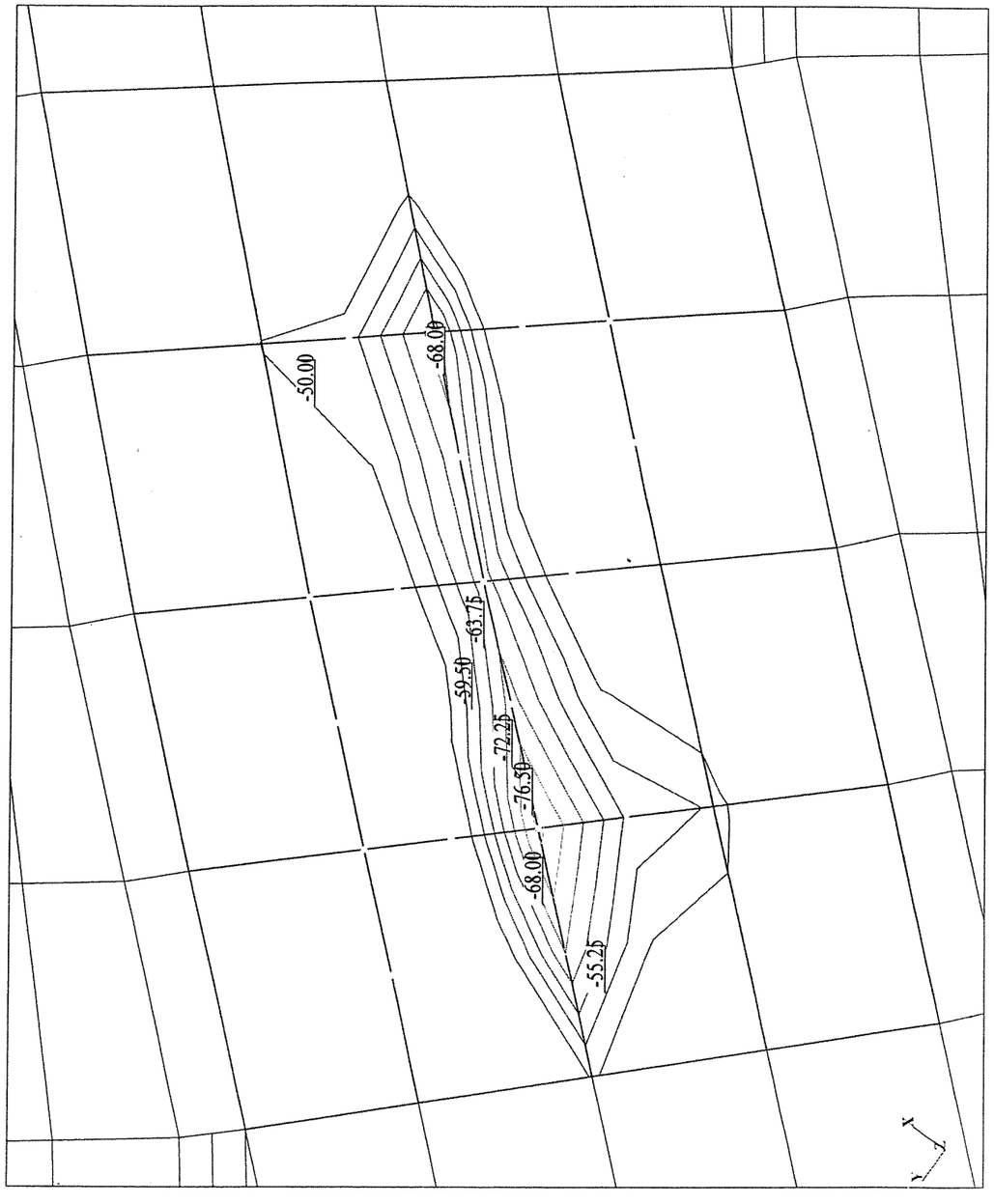
Escala : 1 cm sobre papel = 2.000 m



Armadura inferior transversal en losa central

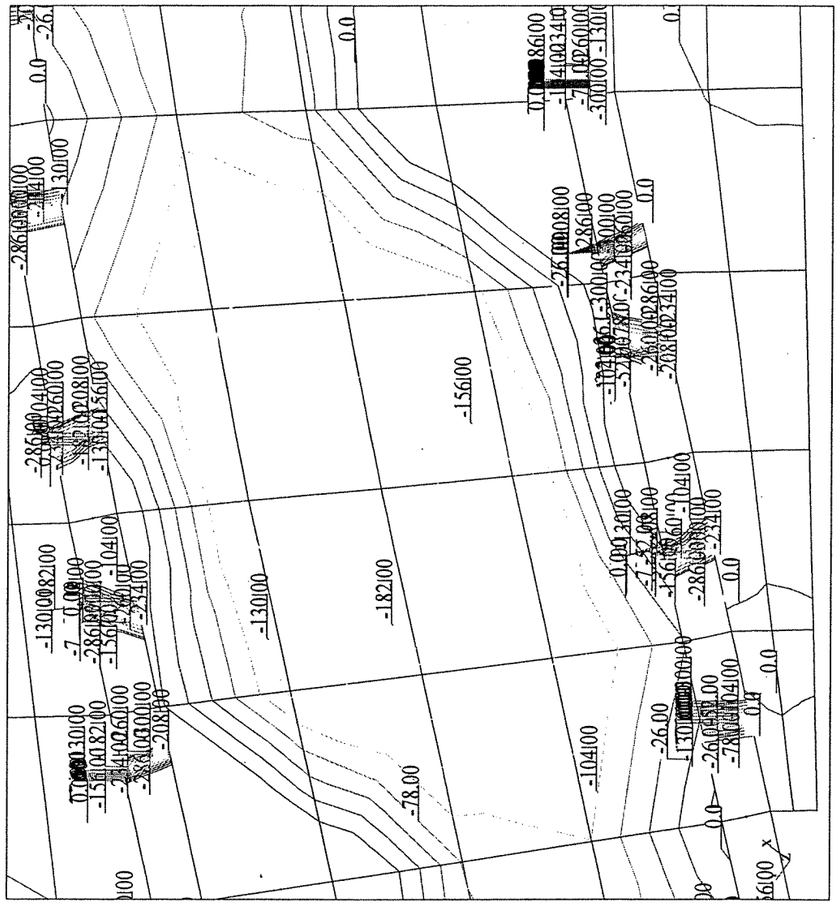
Md = +615 + 73 = 688 mm/m
c: 0'45 m d: 0'345
As 45'3 cm²/ml (3 capas Ø25 + Φ 12/0.15)

Vista - MXY (kNm/m) Vector de base x=0.749, y=0.76, z=0 casos: 20 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B)



Vista - MYY (kNm/m) Vector de base x=-1.511, y=-1.4614, z=0 casos: 20 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B)

Escala : 1 cm sobre papel = 1.000 m

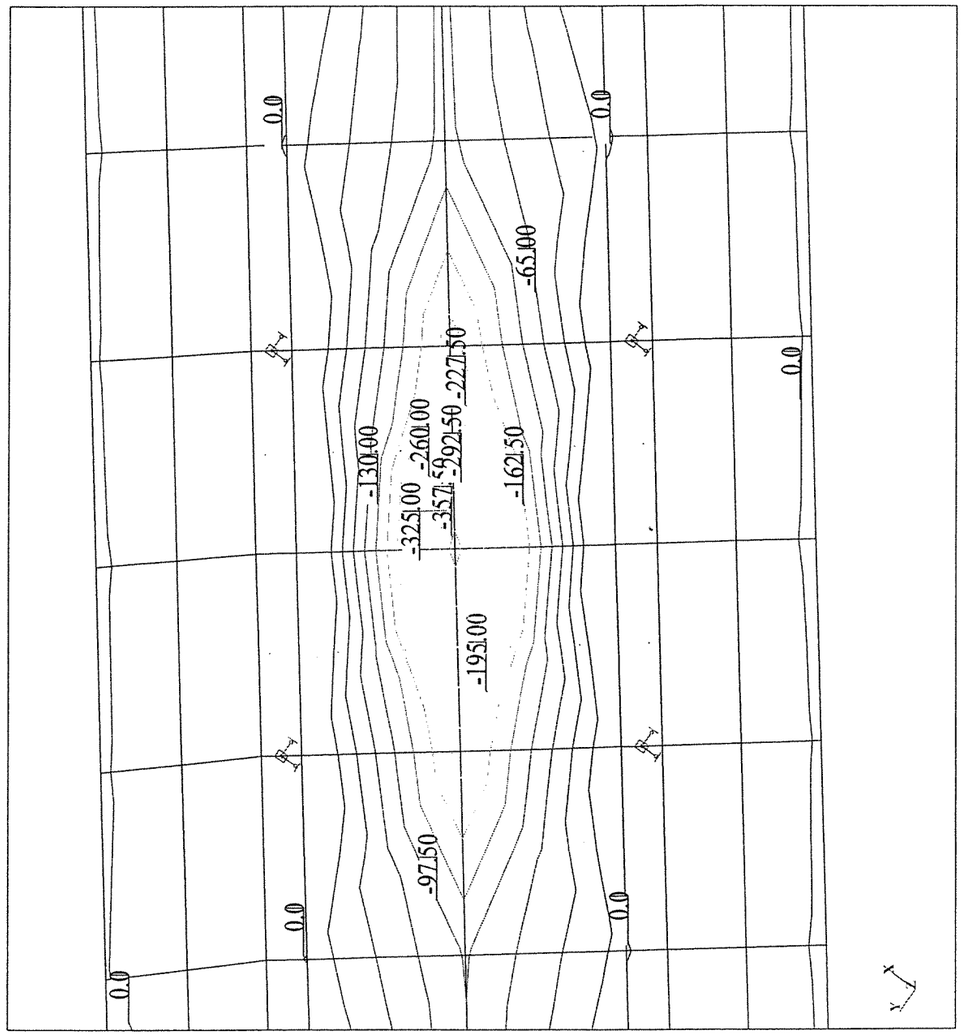


Md = 185 mkN/ml < 350 mkN/ml

Vista - MXX (kNm/m) Vector de base x=1.246, y=0.92, z=0 casos: 22 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 6 A-A + 0.90 GRAD)

Escala : 1 cm sobre papel = 1.200 m

Muy desfavorable

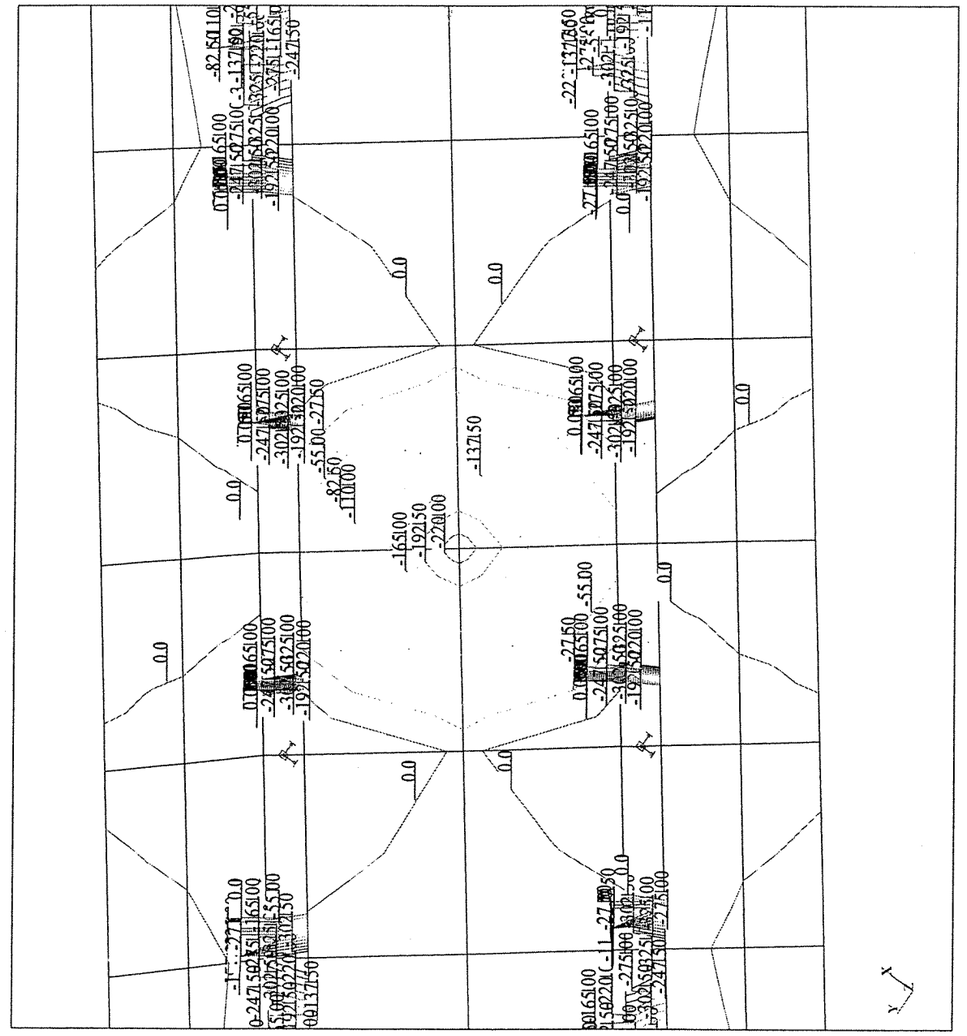


Armadura inferior transversal entre vigas

Md = 350 mkN/ml
c = 0'40 m
As = 25'0 cm²/ml (φ25/0.15

Vista - MYY (kNm/m) Vector de base x=1.246, y=0.92, z=0 casos: 22 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 6 A-A + 0.90 GRAD)

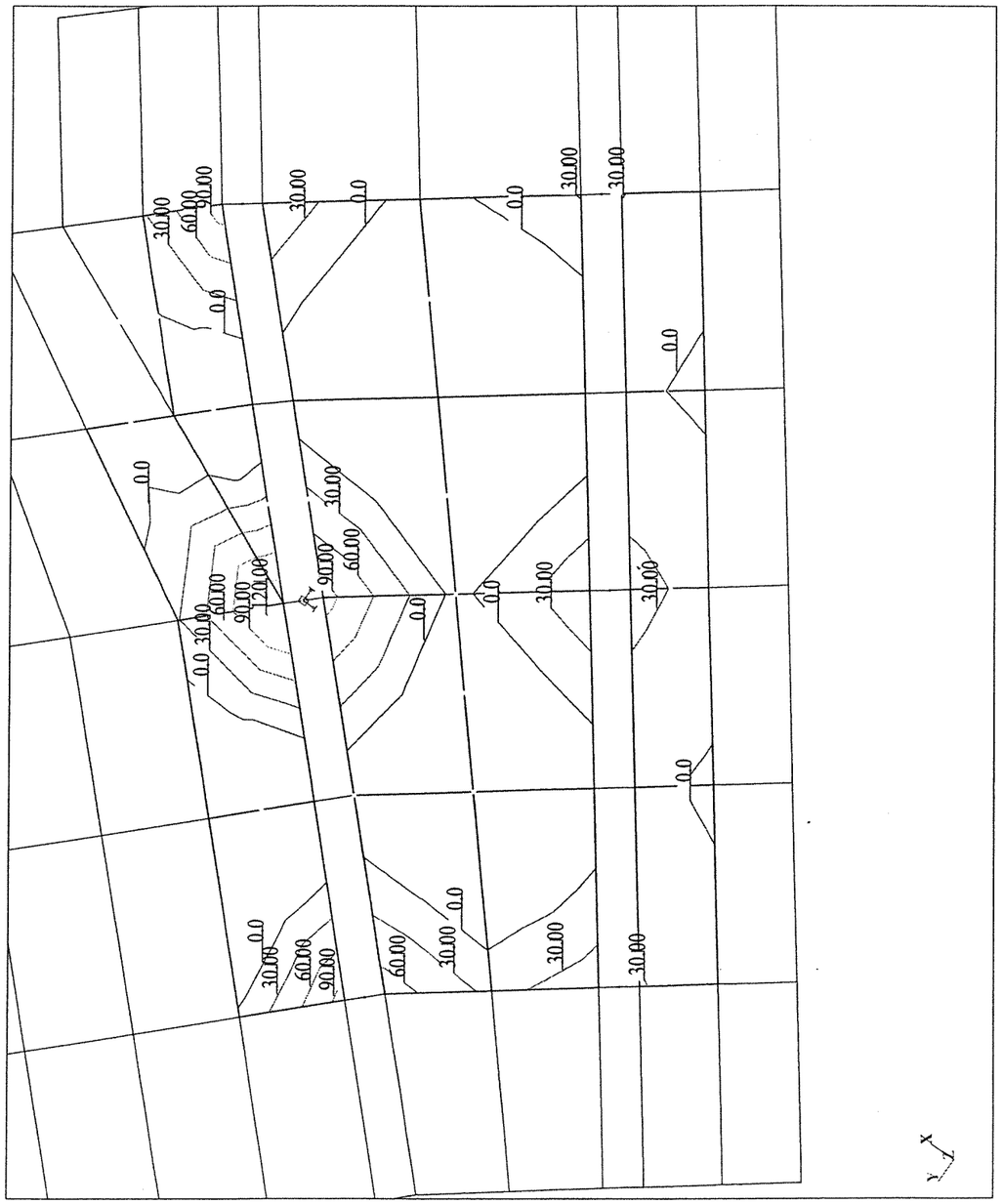
Escala : 1 cm sobre papel = 1.200 m



Armadura inferior
Longitudinal
entre vigas

M_d = 200 m·kN/ml
c = 0'40m
A_s = 13'5 cm²/m (φ20/0.20

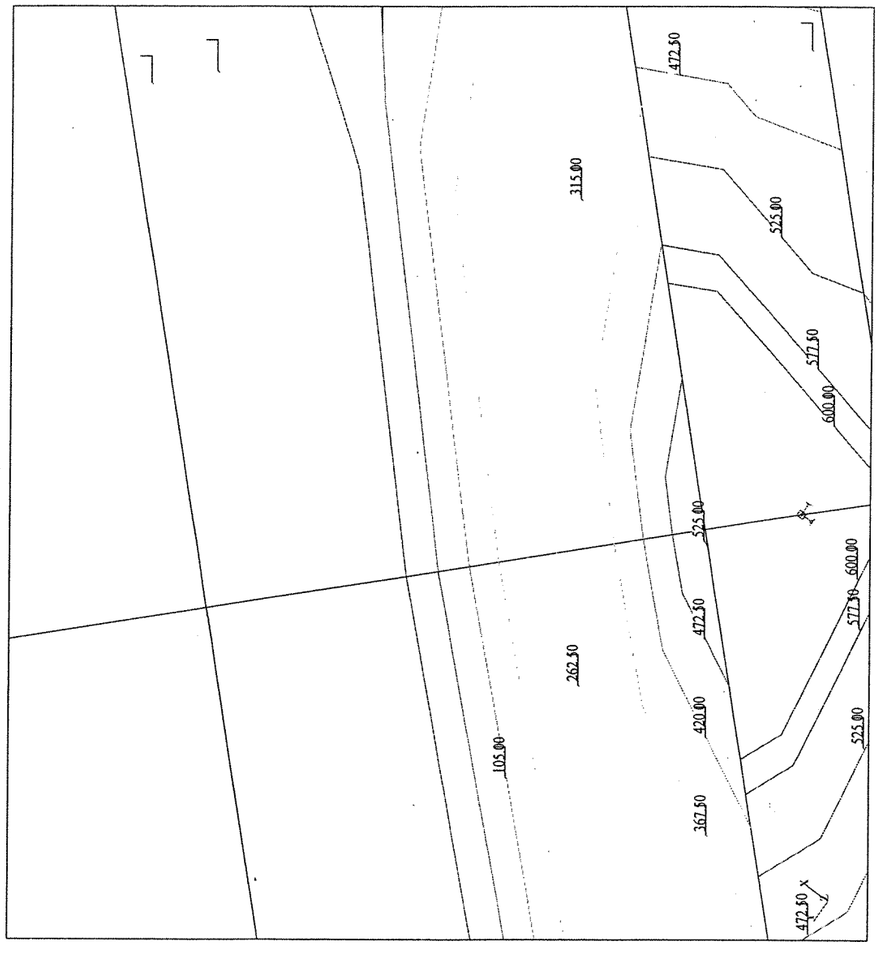
Vista - MXX (kNm/m) (NEG LONG. LOSA) Vector de base x=2.749, y=-2.84, z=0 casos: 19 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B)



Vista - MXX (kNm/m) Vector de base x=0.754, y=0.73, z=0.4 casos: 23 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 7 A-A)

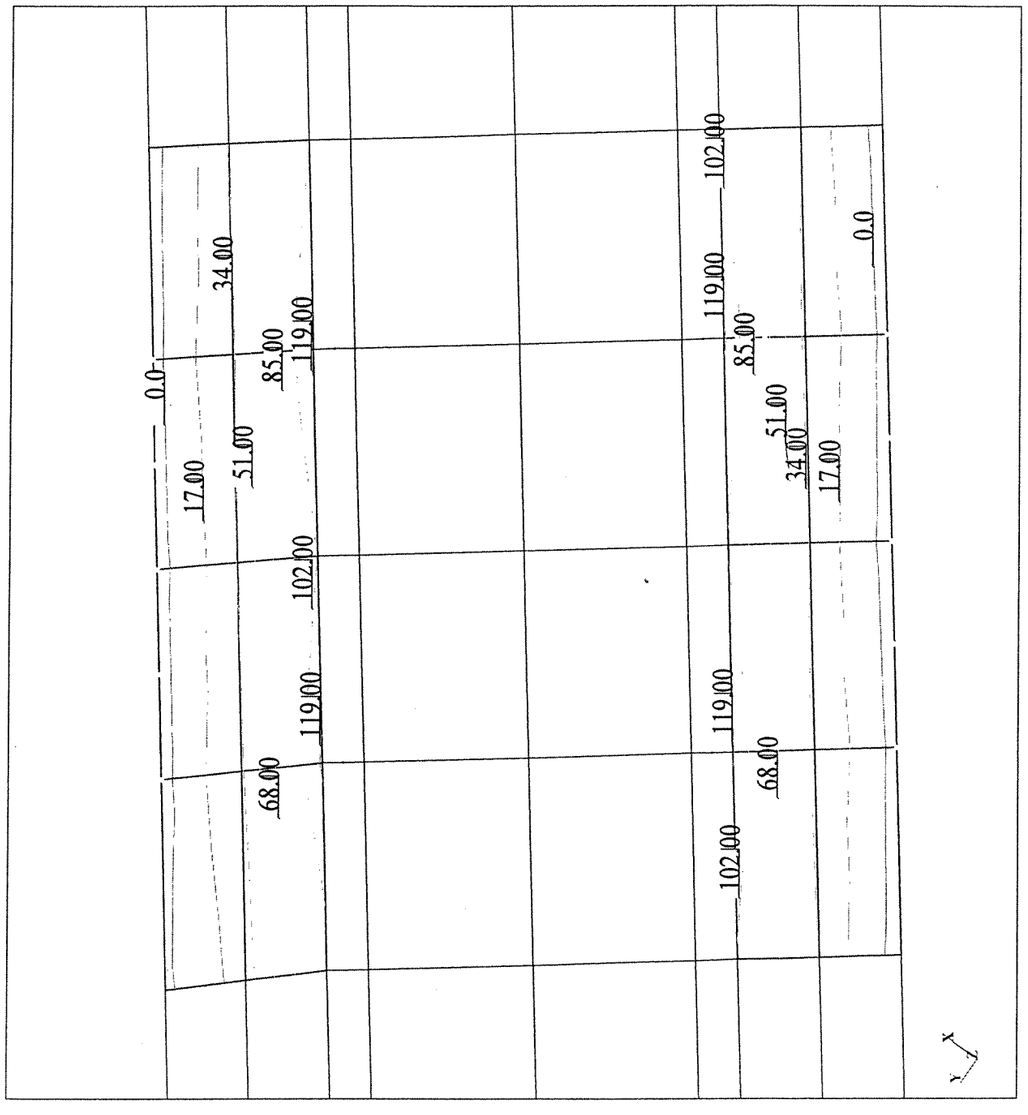
Escala : 1 cm sobre papel = 0.300 m

Mxy despreciable



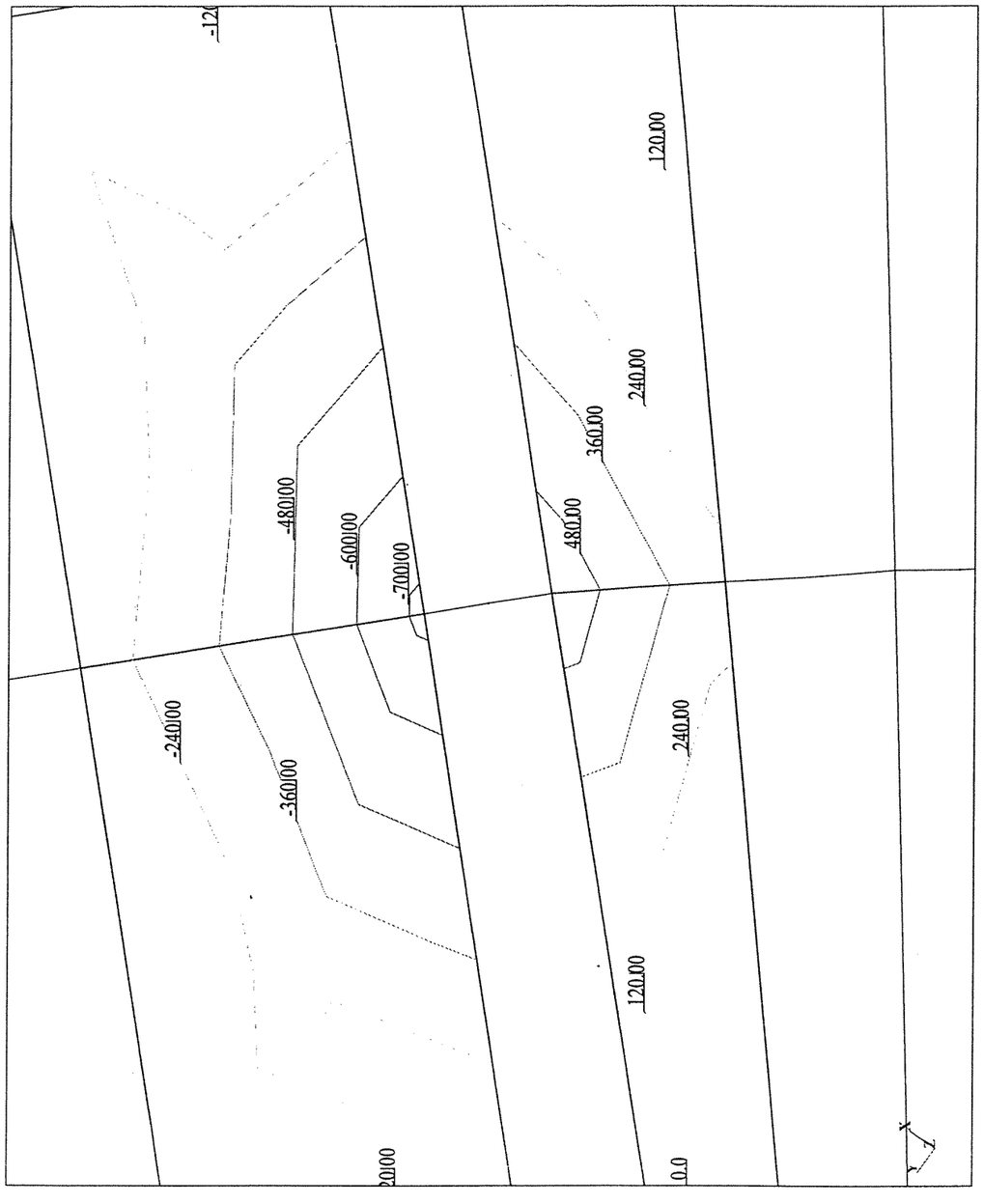
Losa superior transversal
Zona empotramiento
M_d = 485 mKN/ml
c = 0'46 m
A_s = 29'6 cm² (ϕ25/0.15)

Vista - MXX NEG VOLAD (kNm/m) Vector de base x=1.246, y=0.92, z=0 casos: 16 (1.35 CPmax + 1.50 PASEOS)

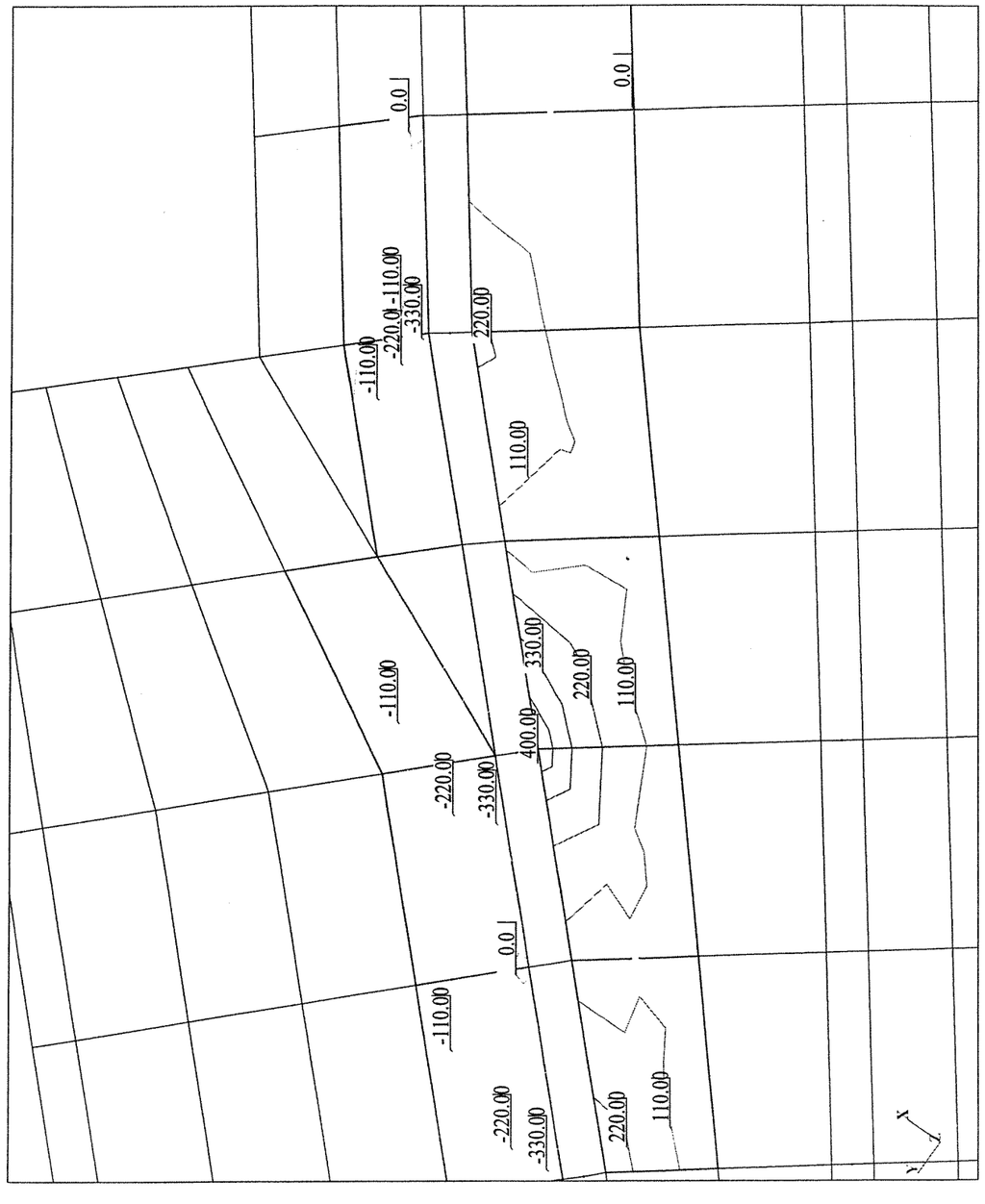


Valor max) M_d = -115 mKN/ml
c = 0'30 ; d = 0'25 m
A_s = 4'60 cm²/ml ... ϕ12/0.25

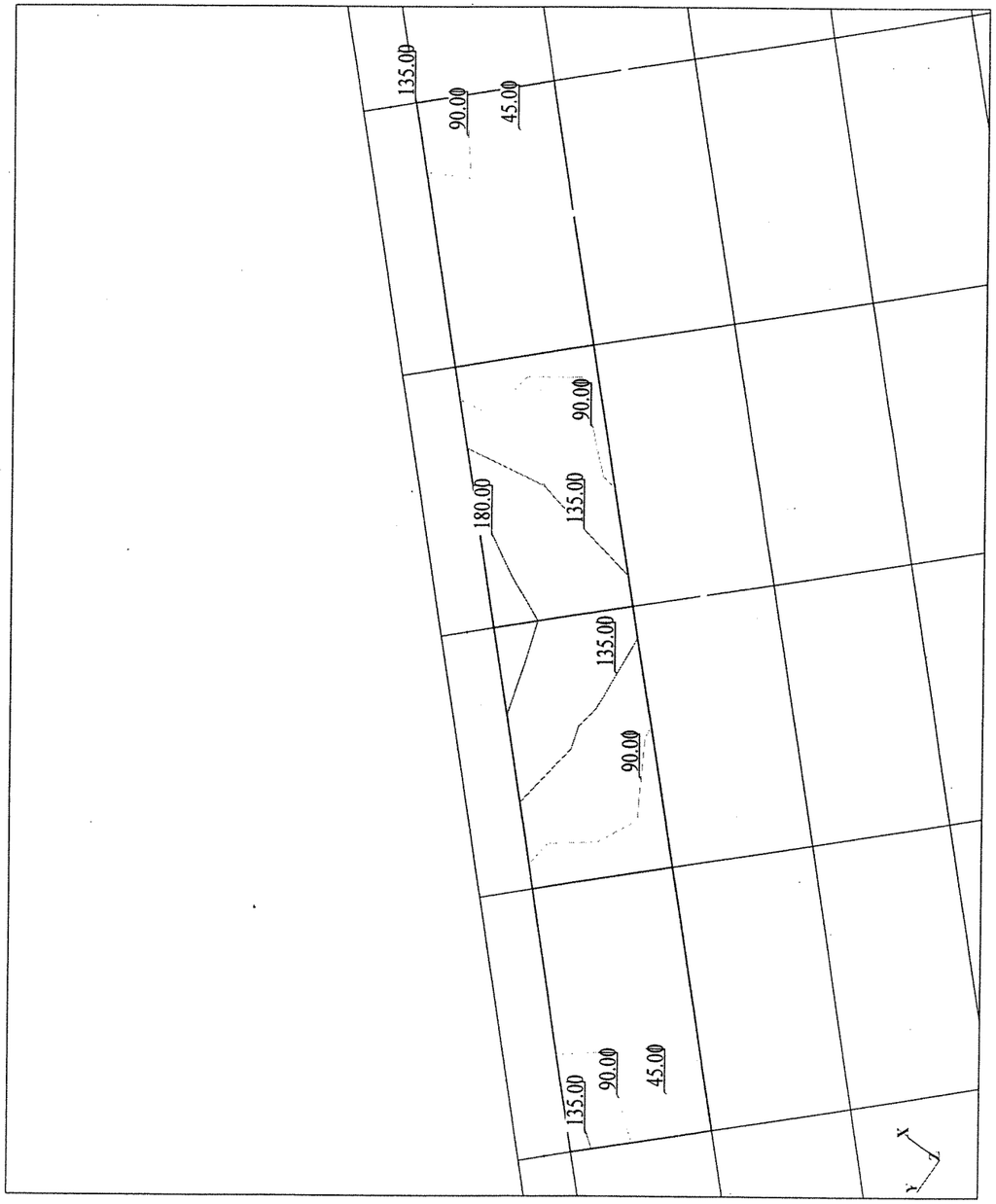
Vista - QXX (kN/m) Vector de base x=0.573, y=0.55, z=0 casos: 23 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 7 A-A)



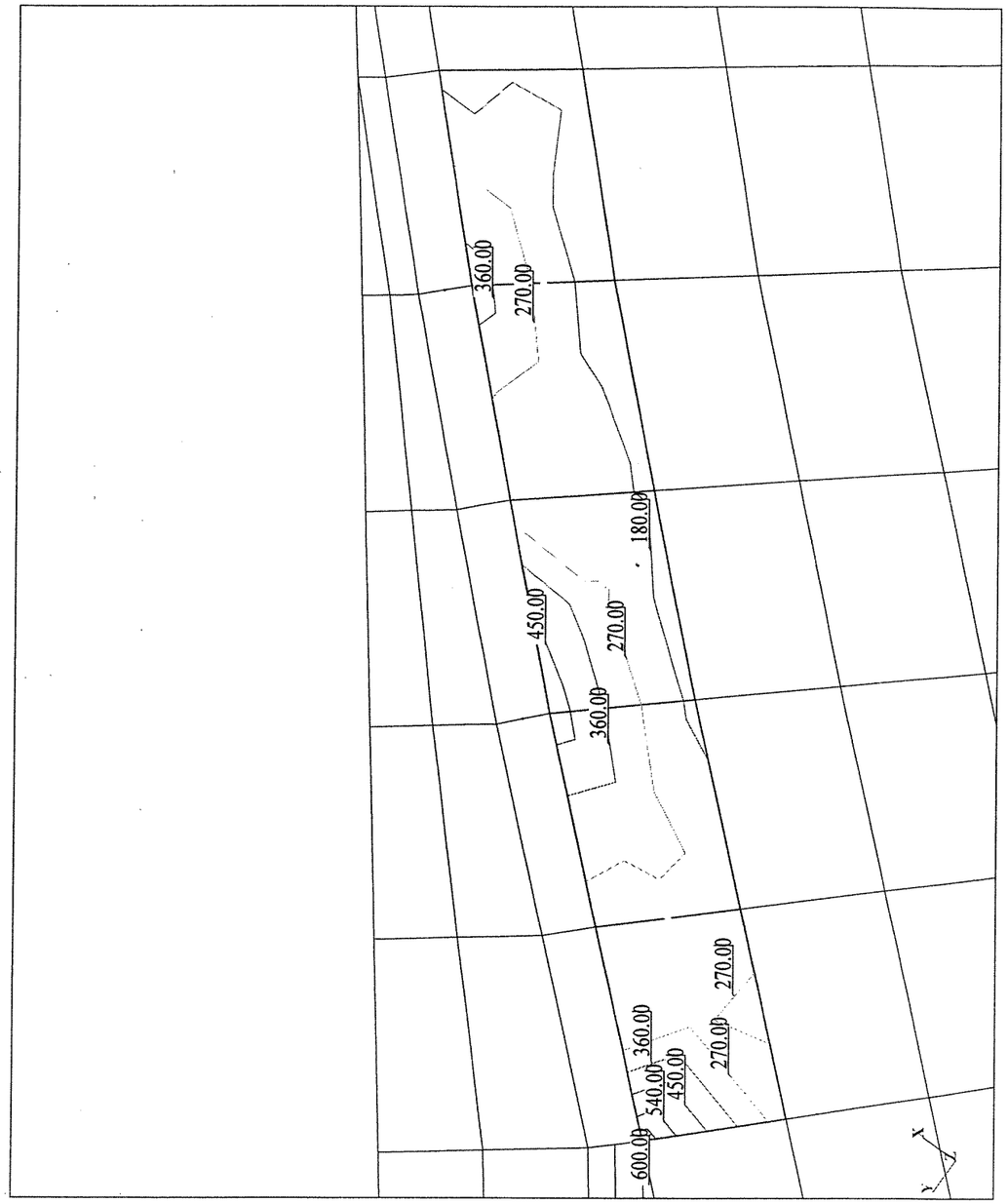
Vista - QXX (kN/m) (ZONA FINAL) Vector de base x=1.509, y=1.46, z=0.4 casos: 19 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B)



Vista - QXX (kN/m) (PILAS EXTERIORES) Vector de base x=1.51, y=1.46, z=0 casos: 23 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 7 A-A)



Vista - QXX (kN/m) Vector de base x=1.51, y=1.46, z=0 casos: 20 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B) (PILAS LOSA CENTRAL)



Vista - QXX (kN/m) Vector de base x=1.549, y=1.48, z=-0.4 casos: 20
(1.35 CPmax + 1.50 TREN 4 B-B)



ARMADURA DE CORTANTE
EHE Art. 44

PROYECTO : LAV Papiol Losa central Límite con o 8

DATOS :

SECCIÓN

Canto	h =	0.46	m
Ancho	b =	1.00	m
Ancho mínimo	b_o =	1.00	m
Área (Sec. Rect.)	A =	0.46	m
Recubrimiento	r =	0.05	m
A. long. pasiva	A_s =	32.73	cm2
A. long. activa	A_p =	0.00	cm2

Armadura longitudinal traccionada anclada a una distancia > d a patir de la sección en estudio

MATERIALES

Hormigón	F_{ck} =	30.00	N/mm2
	γ_c =	1.50	
Acero pasivo	F_{yk} =	500.00	N/mm2
	γ_s =	1.15	
Acero activo	F_{yp} =	0.00	N/mm2
	γ_p =	1.00	

ESFUERZOS

Cortante de cálculo	V_d =	400.00	KN	
Cortante pretensado	V_{pd} =	0.00	KN	
C. Sección variable	V_{cd} =	0.00	KN	
Axil de cálculo	N_d =	0.00	KN	Tracción positiva
Ángulo bielas	θ =	45.00	º	0.5 < cotg θ < 2.0
Tensión long.	σ_x =	0.00	N/mm2	Tensión a nivel del cdg
Tensión transv.	σ_y =	0.00	N/mm2	Tensión a nivel del cdg

ARMADURA

Ángulo estribos	α =	90.00	º

CÁLCULOS PREVIOS:

Cortante reducido	V_{rd} =	400.00	KN
Canto útil	d =	0.41	m
Brazo mecánico	z =	0.37	m
Compr. hormigón	f_{1cd} =	12.00	N/mm2
Tracción hormigón	$f_{ct,m}$ =	2.90	N/mm2
Coef. reducción	K =	1.00	
	σ'_{cd} =	0.00	N/mm2
Cuantía mecánica arm.	ρ_l =	0.01	
	ξ =	1.70	
	cotg θ =	1.00	
Inclinación fisuras	cotg θ_e =	1.00	
	β =	1.00	

RESULTADOS:

AGOTAMIENTO POR COMPRESIÓN

V_{u1} = 2460.00 KN >= V_{rd} CUMPLE

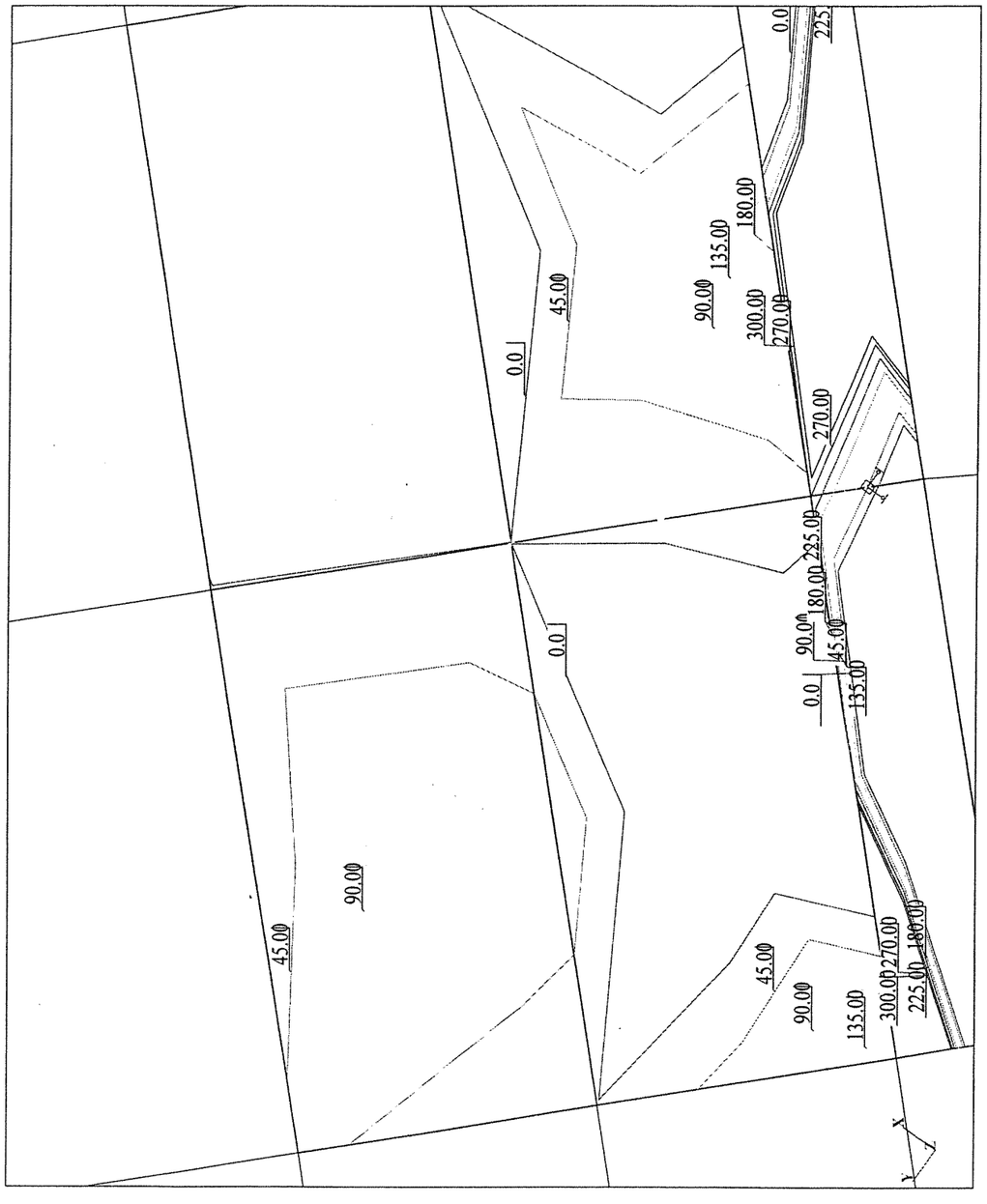
AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN

V_{cu} =	200.72	KN
V_{su} =	199.28	KN

A_α =	13.50	cm2/m

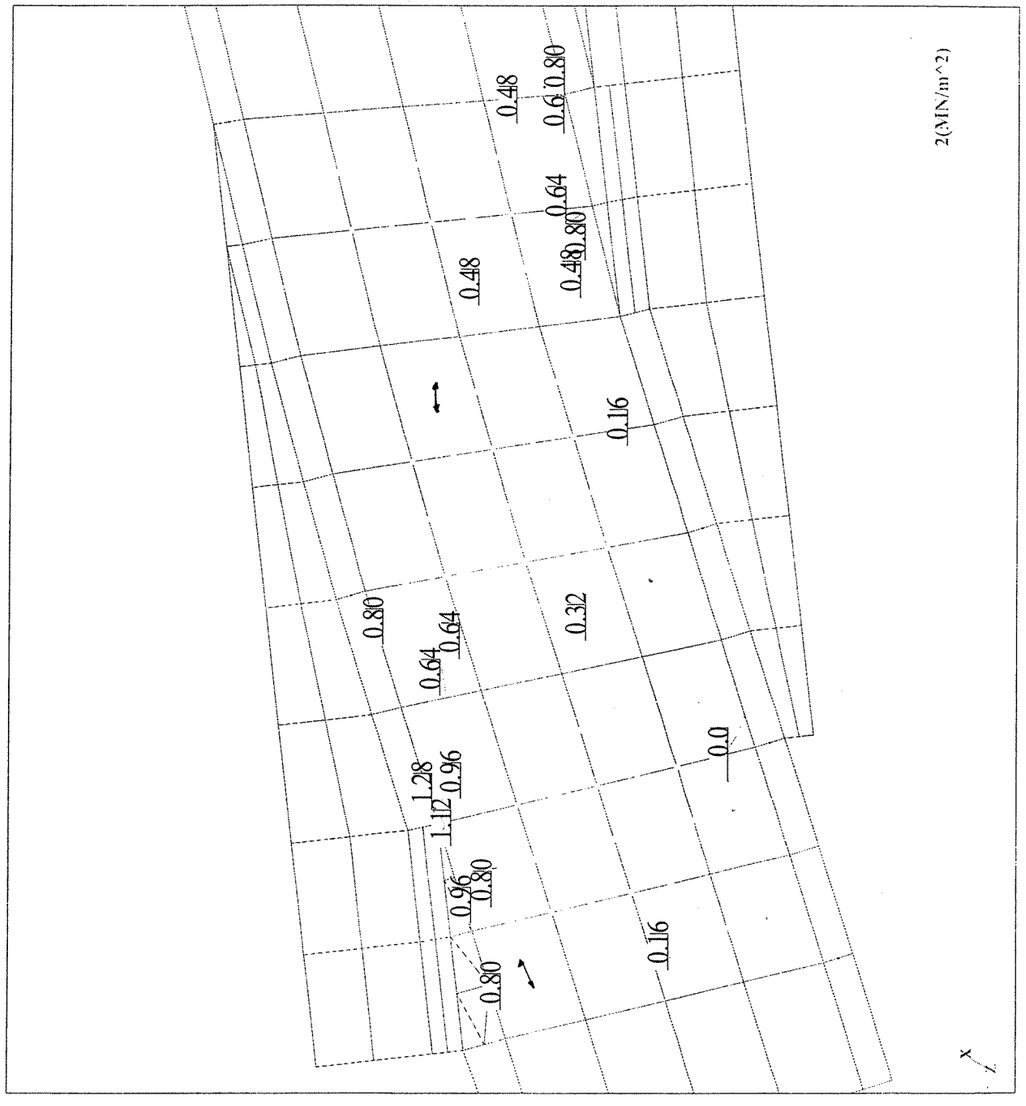
c ø12/0.15/ramal

Vista - QYY (kN/m) Vector de base x=3.018, y=2.92, z=0.4 casos: 23 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 7 A-A)



- TRACCIÓN -

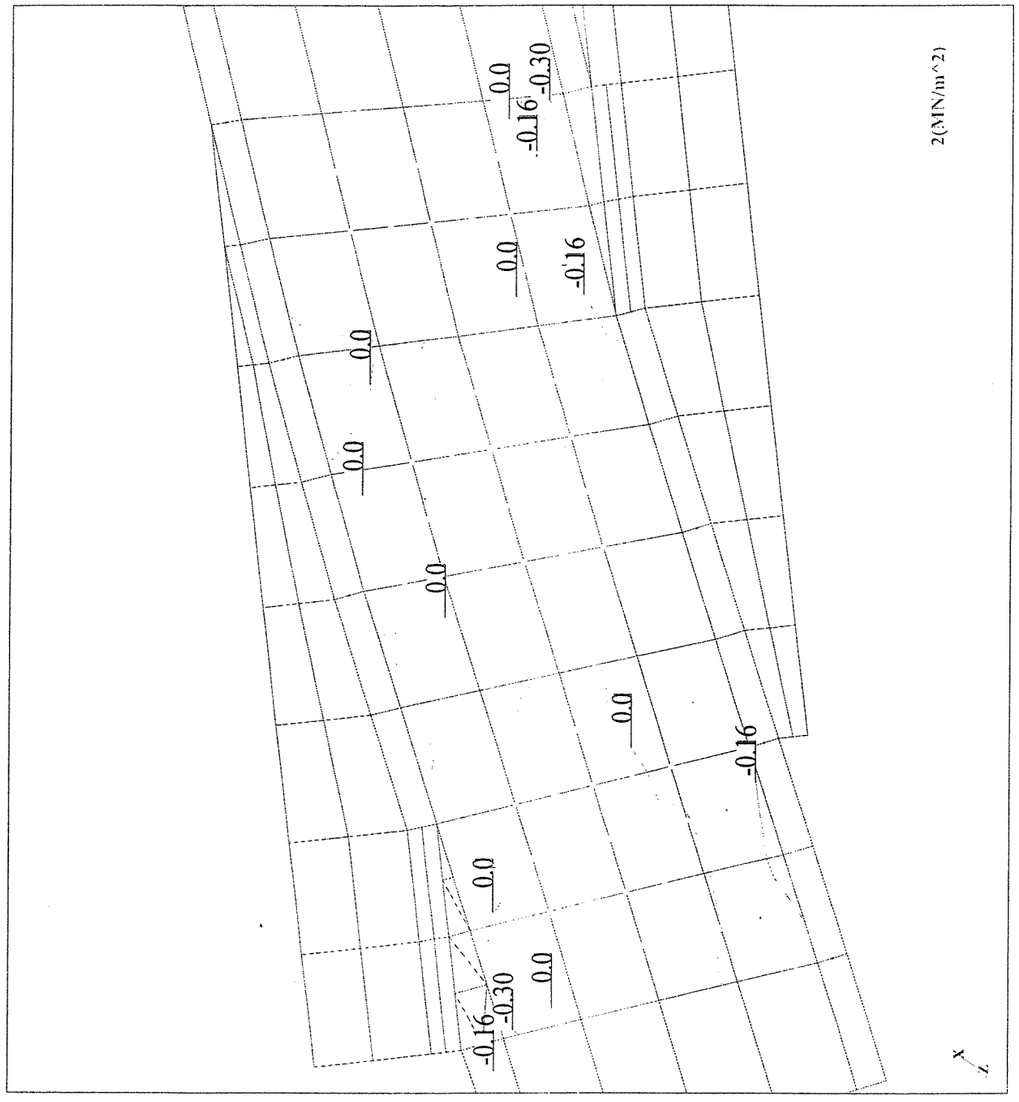
Vista - s1 (MPa) Entre Pantallas Superficie del medio casos: 3 (1.50/2 TEMP + 1.35/4 RET)



$\sigma = 0'6\ N/mm^2 = 60\ t/m^2$ $\quad T = 60 \cdot 0'5\alpha = 30\ t/m^2$

$\Delta A_s = 6'8\ cm^2/m$

Vista - s2 (MPa) entre pantallas Superficie del medio casos: 3 (1.50/2 TEMP + 1.35/4 RET)



DESCARGA/EXCAVACIÓN

Situación en la pantalla

Diagrama con los valores

M_{d1} = ...

1. momento

2. momento

El momento debido a h_2 es de pantalla

M_d = P·0.5·365·150 = ...

Ángulo mínimo entre ...

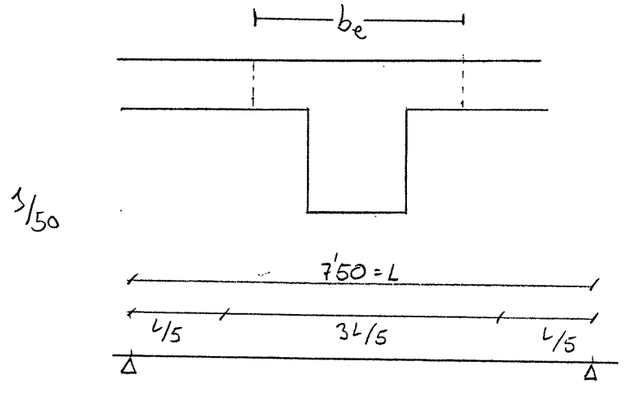
M_{d2} = ...

Excentricidad

d = 0.35 ... ϕ15/0.15 (igual que en ... fuera)

3.4.2. Nervios: Comprobación de Secciones a solicitaciones normales y tangentes

ELU Rotura : Vigas Longitudinales



$L = 7'50\ m$

$b_e = 0'80 + \frac{3}{5} \cdot 7'50 \cdot \frac{1}{5} = 0'80 + 0'90 = 1'70\ m$

Momento máximo positivo

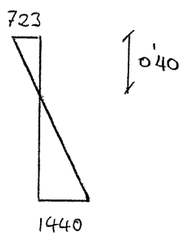
Integrando tensiones en el ancho eficaz:

$$\sigma_{sup,\,media} = \frac{7'7 \cdot 0'8 + 7'15 \cdot 0'45 + 6'50 \cdot 0'45}{1'70} = 7'23\ N/mm^2 = 72'3\ kg/cm^2 = 723\ t/m^2$$

$\sigma_{inf,\,media} = -14'40\ N/mm^2 = -1440\ t/m^2$ (-) → Tracción

$$M = 723 \cdot 1'70 \cdot 0'40^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} + 1440 \cdot 0'80 \cdot 0'80 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= 311'3\ m \cdot t$$



$b = 1'70\ m$

$d = 1'125\ m$

$A_s = 65'3\ cm^2$ → (7+7) ϕ25 (2 CAPAS)

Momento máximo negativo

Integrando tensiones en el acero activo:

$$\sigma_{sup,media} = -\frac{53'080 + 650 \cdot 0'045 + 650 \cdot 0'045}{1'70} = -580\ N/mm^2 = -58\ kg/mm^2 = -580\ t/m^2$$

$$\sigma_{inf,media} = 930\ N/mm^2 = 930\ t/mm^2$$

$$M_d = -580 \cdot 1'70 \cdot 0'38^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} + 930 \cdot 0'80 \cdot 0'82^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = -214'2\ mt$$

Calculándolo como viga, con ½ de la carga permanente y un tren tipo sobre la viga, se obtiene un momento: $M_d = 351'26$ m·t

Para el dimensionamiento se toma este último valor, de forma que estamos del lado de la seguridad

$A_s \geq 79'58\ cm^2$; (9+9)Ø25 ó (7+7)Ø25 sobre el nervio + 2Ø20 a cada lado

Cortante

Se toma como valor para el dimensionamiento el cortante máximo del apoyo de viga:

$V_d = \ldots\ KN$

ARMADURA DE CORTANTE
EHE Art. 44

PROYECTO : LAV Papiol Viga Cortante máximo

DATOS :

SECCIÓN

Canto	h =	1.20	m
Ancho	b =	0.80	m
Ancho mínimo	b_o =	0.80	m
Área (Sec. Rect.)	A =	0.96	m
Recubrimiento	r =	0.05	m
A. long. pasiva	A_s =	77.00	cm2
A. long. activa	A_p =	0.00	cm2

Armadura longitudinal traccionada anclada a una distancia > d a patir de la sección en estudio

MATERIALES

Hormigón	F_{ck} =	30.00	N/mm2
	γ_c =	1.50	
Acero pasivo	F_{yk} =	500.00	N/mm2
	γ_s =	1.15	
Acero activo	F_{yp} =	0.00	N/mm2
	γ_p =	1.00	

ESFUERZOS

Cortante de cálculo	V_d =	2489.40	KN	
Cortante pretensado	V_{pd} =	0.00	KN	
C. Sección variable	V_{cd} =	0.00	KN	
Axil de cálculo	N_d =	0.00	KN	Tracción positiva
Ángulo bielas	θ =	45.00	°	0.5 < cotg θ < 2.0
Tensión long.	σ_x =	0.00	N/mm2	Tensión a nivel del cdg
Tensión transv.	σ_y =	0.00	N/mm2	Tensión a nivel del cdg

ARMADURA

Ángulo estribos	α =	90.00	°

CÁLCULOS PREVIOS:

Cortante reducido	V_{rd} =	2489.40	KN
Canto útil	d =	1.15	m
Brazo mecánico	z =	1.04	m
Compr. hormigón	f_{1cd} =	12.00	N/mm2
Tracción hormigón	$f_{ct,m}$ =	2.90	N/mm2
Coef. reducción	K =	1.00	
	σ'_{cd} =	0.00	N/mm2
Cuantía mecánica arm.	ρ_l =	0.01	
	ξ =	1.42	
	cotg θ =	1.00	
Inclinación fisuras	cotg θ_e =	1.00	
	β =	1.00	

RESULTADOS:

AGOTAMIENTO POR COMPRESIÓN

V_{u1} = 5520.00 KN >= V_{rd} CUMPLE

AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN

V_{cu} =	381.75	KN
V_{su} =	2107.65	KN

A_α = 50.91 cm2/m

ARMADURA DE CORTANTE
EHE Art. 44

PROYECTO : LAV Papiol Viga Cortante a 2 m. del eje de apoyos

DATOS :

SECCIÓN				
	Canto	h =	1.20 m	
	Ancho	b =	0.80 m	
	Ancho mínimo	b_o =	0.80 m	
	Área (Sec. Rect.)	A =	0.96 m	
	Recubrimiento	r =	0.05 m	
	A. long. pasiva	A_s =	77.00 cm2	Armadura longitudinal traccionada anclada a
	A. long. activa	A_p =	0.00 cm2	una distancia > d a patir de la sección en estudio
MATERIALES				
	Hormigón	F_{ck} =	30.00 N/mm2	
		γ_c =	1.50	
	Acero pasivo	F_{yk} =	500.00 N/mm2	
		γ_s =	1.15	
	Acero activo	F_{yp} =	0.00 N/mm2	
		γ_p =	1.00	
ESFUERZOS				
	Cortante de cálculo	V_d =	1335.00 KN	
	Cortante pretensado	V_{pd} =	0.00 KN	
	C. Sección variable	V_{cd} =	0.00 KN	
	Axil de cálculo	N_d =	0.00 KN	Tracción positiva
	Ángulo bielas	θ =	45.00 °	0.5 < cotg θ < 2.0
	Tensión long.	σ_x =	0.00 N/mm2	Tensión a nivel del cdg
	Tensión transv.	σ_y =	0.00 N/mm2	Tensión a nivel del cdg
ARMADURA				
	Ángulo estribos	α =	90.00 °	

CÁLCULOS PREVIOS:

Cortante reducido	V_{rd} =	1335.00 KN	
Canto útil	d =	1.15 m	
Brazo mecánico	z =	1.04 m	
Compr. hormigón	f_{1cd} =	12.00 N/mm2	
Tracción hormigón	$f_{ct,m}$ =	2.90 N/mm2	
Coef. reducción	K =	1.00	
	σ'_{cd} =	0.00 N/mm2	
Cuantía mecánica arm.	ρ_l =	0.01	
	ξ =	1.42	
	cotg θ =	1.00	
Inclinación fisuras	cotg θ_e =	1.00	
	β =	1.00	

RESULTADOS:

AGOTAMIENTO POR COMPRESIÓN

V_{u1} = 5520.00 KN >= V_{rd} CUMPLE

AGOTAMIENTO POR TRACCIÓN

V_{cu} = 381.75 KN

V_{su} = 953.25 KN

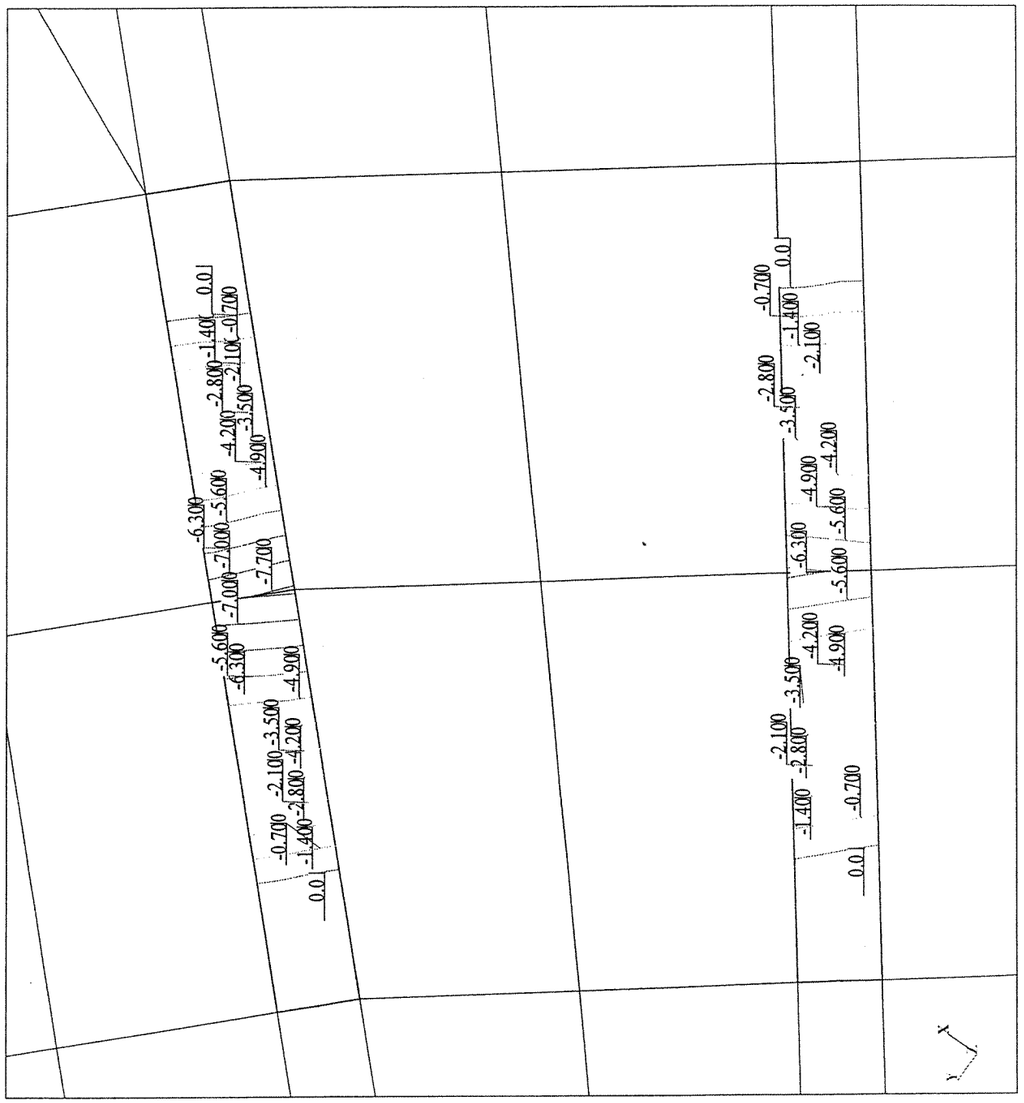
A_α =	23.03 cm2/m

2c ϕ12 /0.1c

ROBOT v 14.5.0
Autor: **EIPSA-J.A. Llombart**
Dirección:

© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **PERGOLA2.rtd**
Proyecto: PERGOLA2

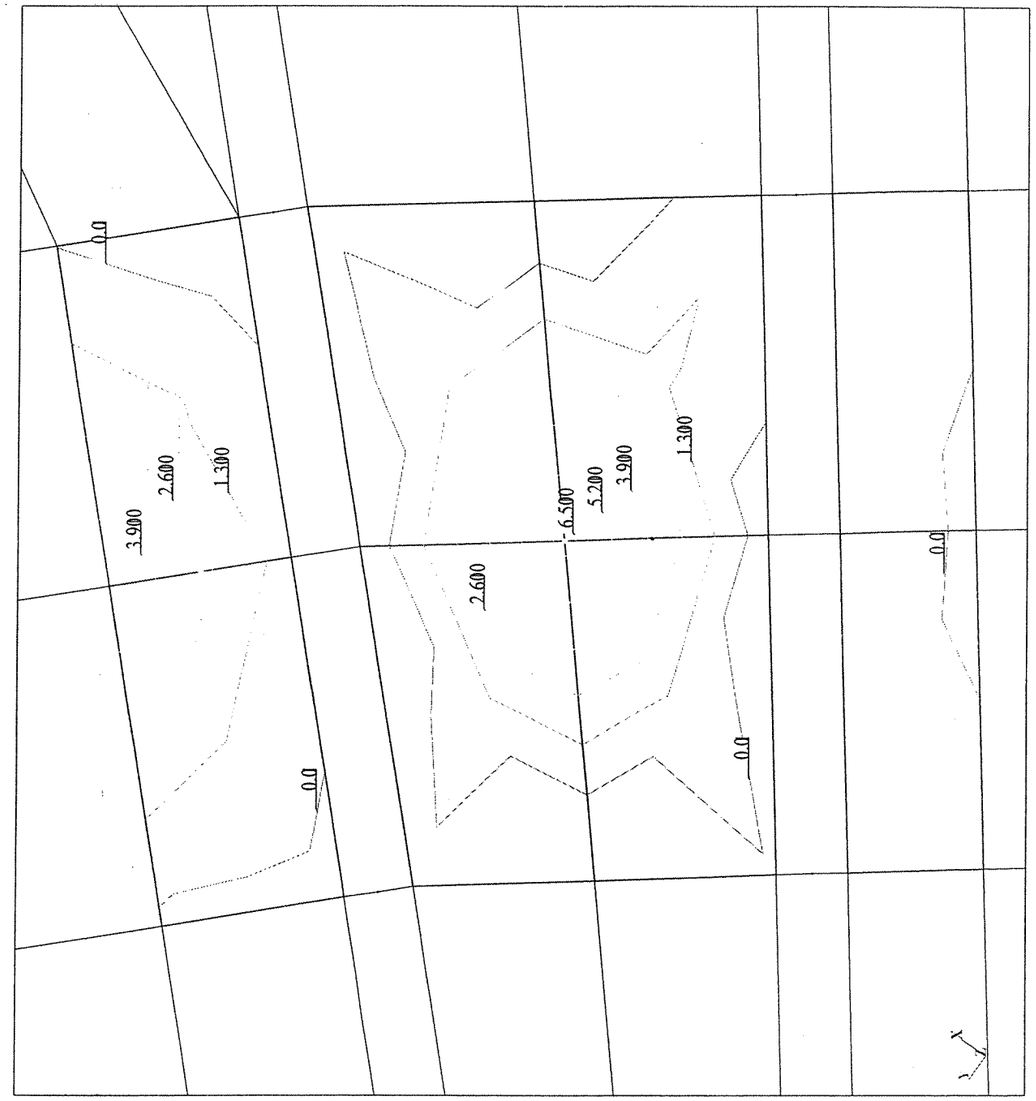
Vista - sXX (N/mm^2) VIGA Superficie superior Vector de base x=2.748, y=-2.84, z=0 casos: 17 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 1 A-A + 0.90 GRAD)



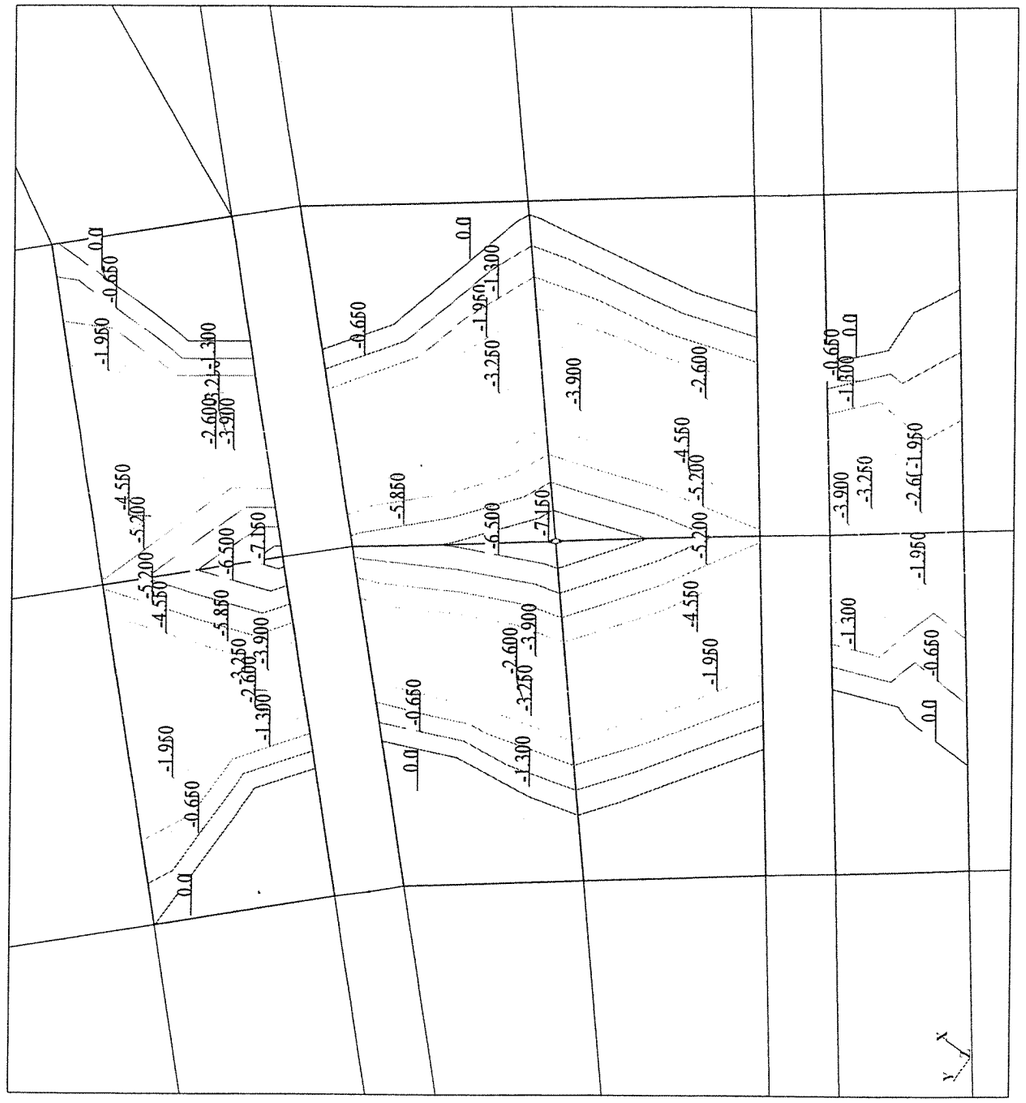
Vista - sXX (N/mm^2) VIGA Superficie inferior Vector de base x=2.748, y=-2.84, z=0 casos: 17 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 1 A-A + 0.90 GRAD)



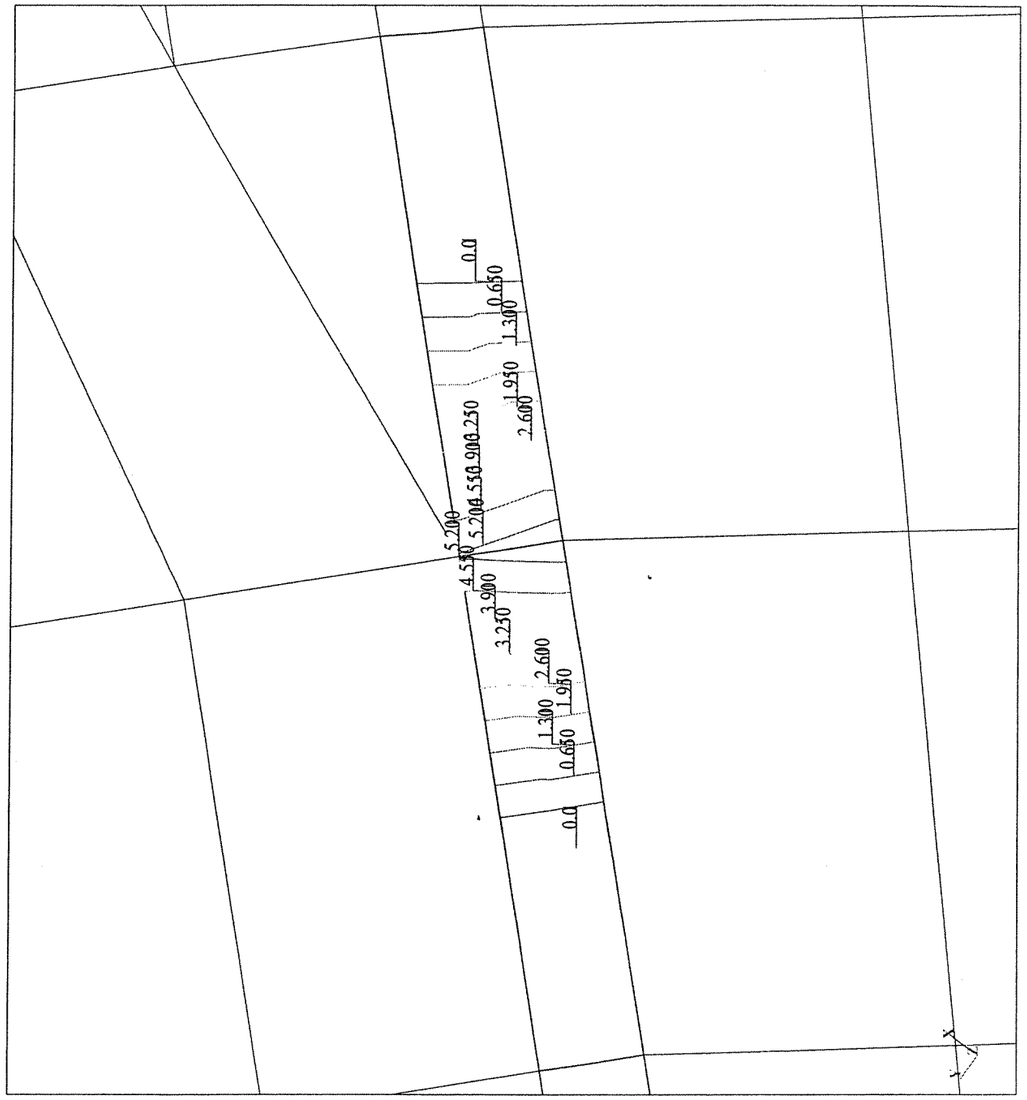
Vista - sXX (N/mm^2) LOSA Superficie inferior Vector de base x=2.748, y=-2.84, z=0 casos: 17 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 1 A-A + 0.90 GRAD)



Vista - sXX (N/mm^2) LOSA Superficie superior Vector de base x=2.748, y=-2.84, z=0 casos: 17 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 1 A-A + 0.90 GRAD)



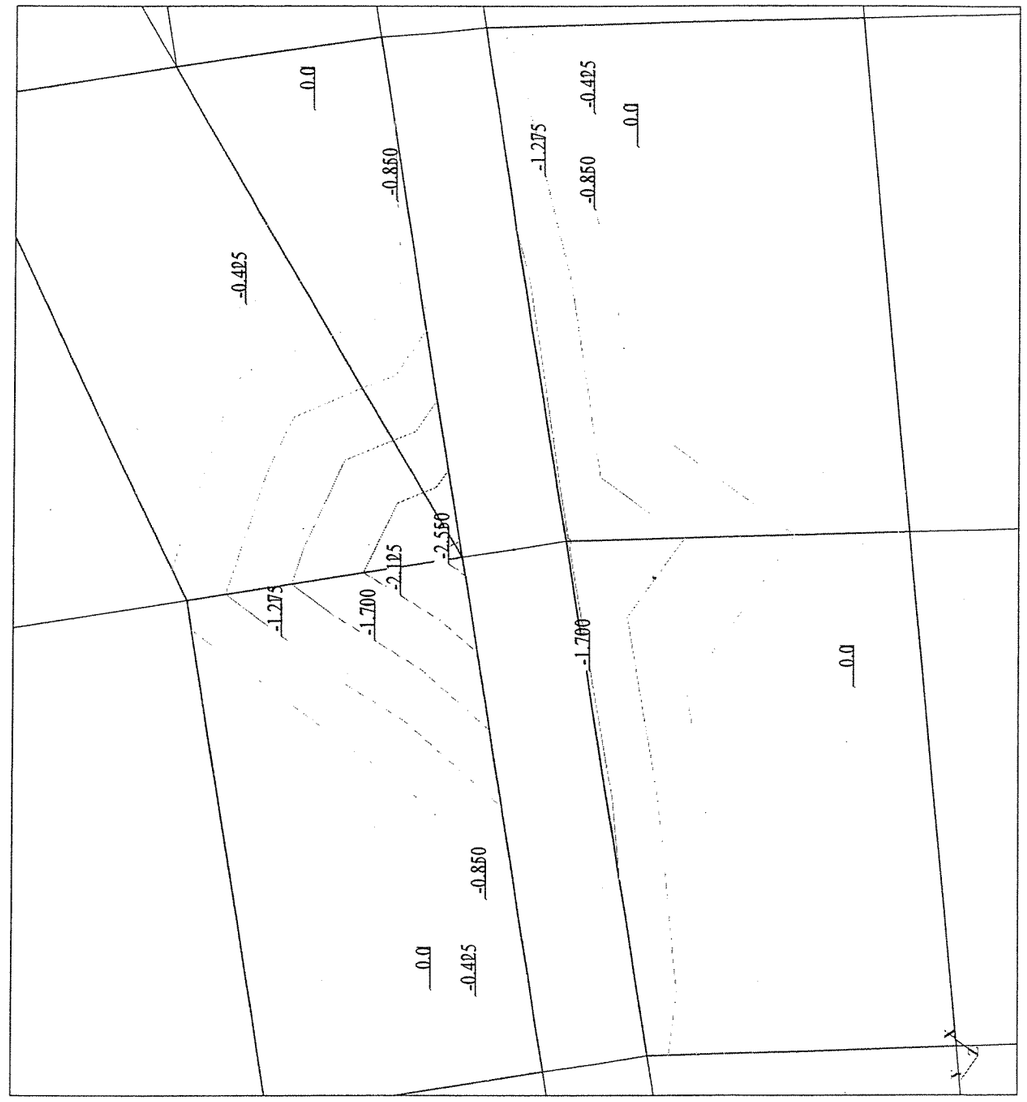
Vista - sXX (N/mm^2) VIGA - APOYO Superficie superior Vector de base x=2.748, y=-2.84, z=0 casos: 19 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B)



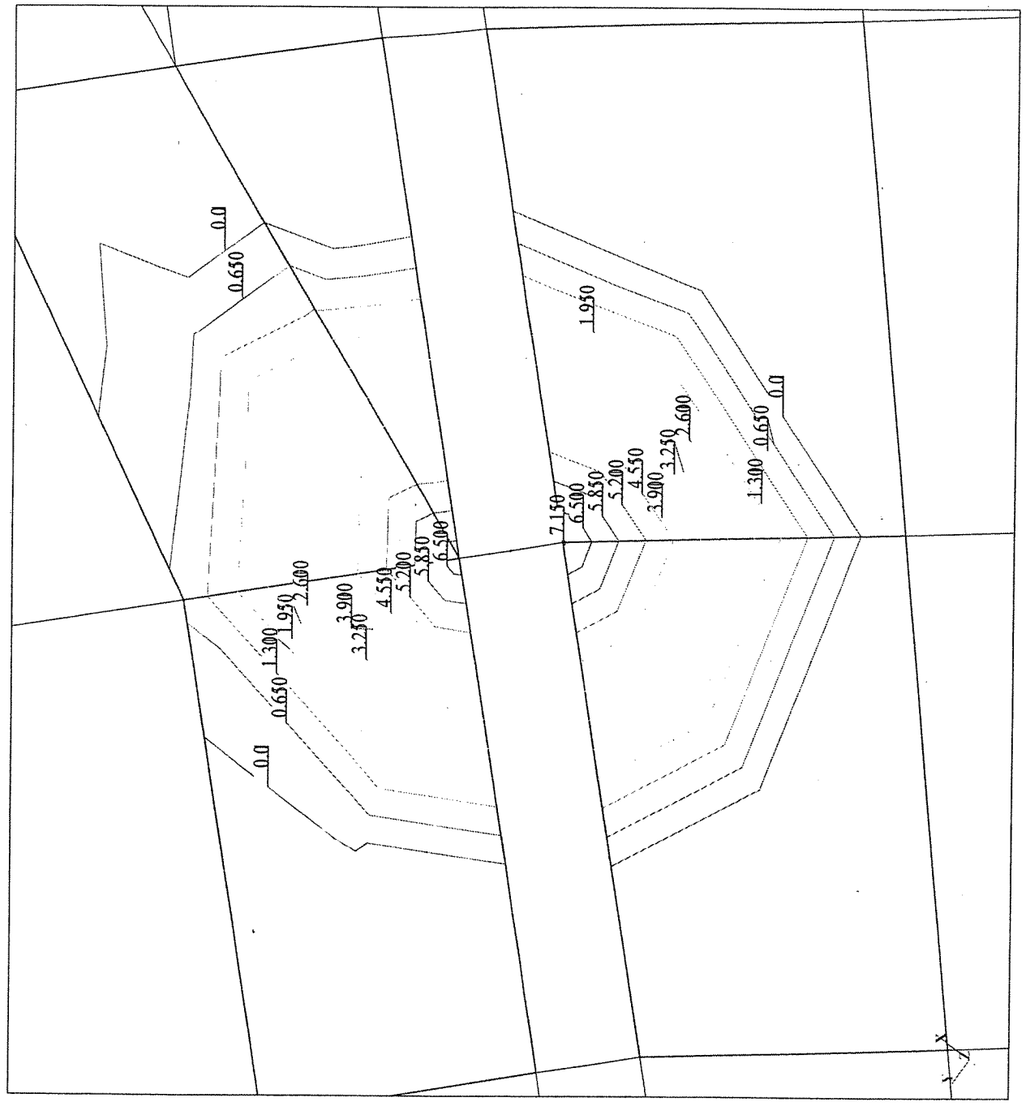
Vista - sXX (N/mm^2) VIGA - APOYO Superficie inferior Vector de base x=2.748, y=-2.84, z=0 casos: 19 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B)



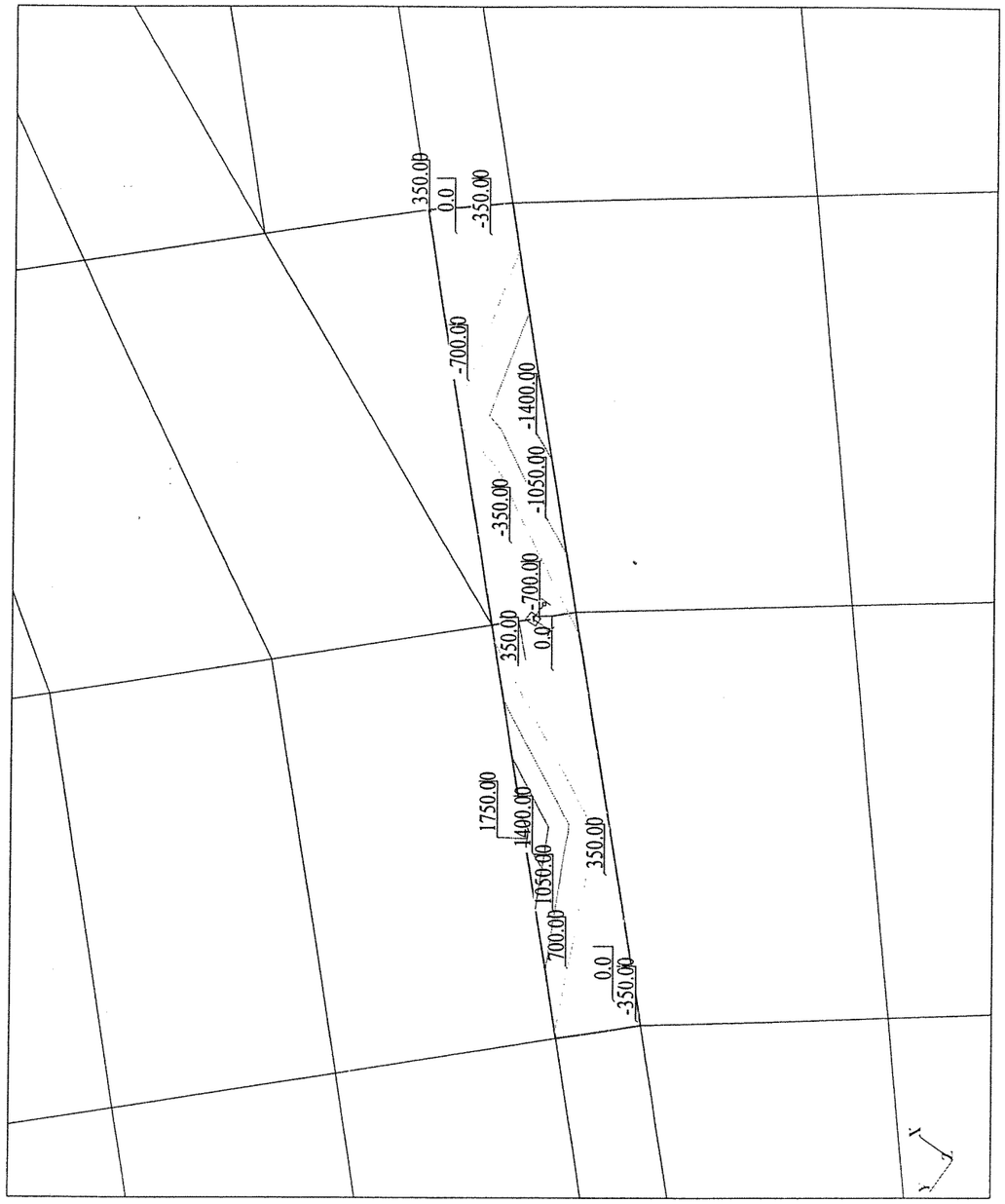
Vista - sXX (N/mm^2) LOSA - APOYO Superficie inferior Vector de base x=2.748, y=-2.84, z=0 casos: 19 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B)



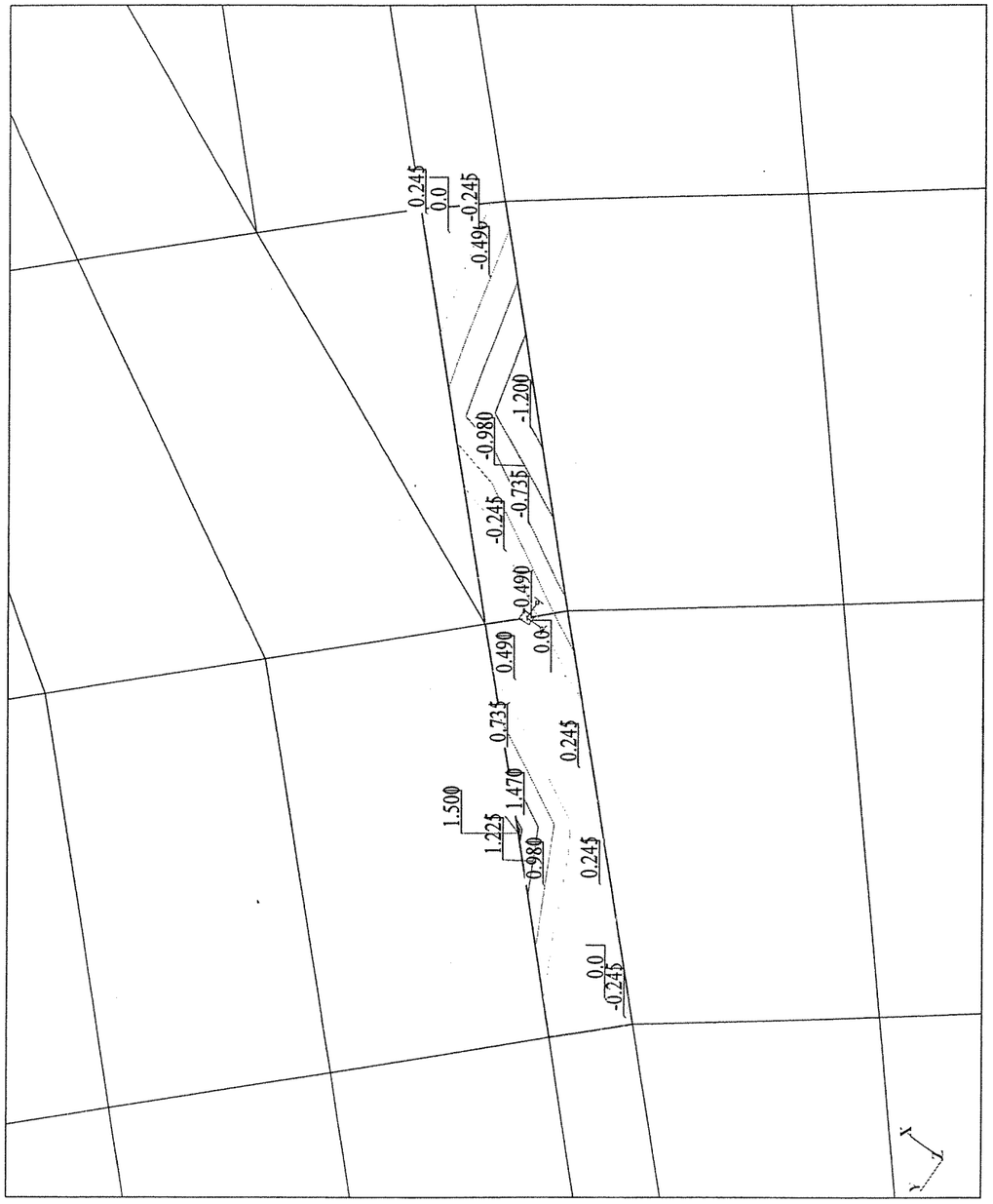
Vista - sXX (N/mm^2) LOSA - APOYO Superficie superior Vector de base x=2.748, y=-2.84, z=0 casos: 19 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B)



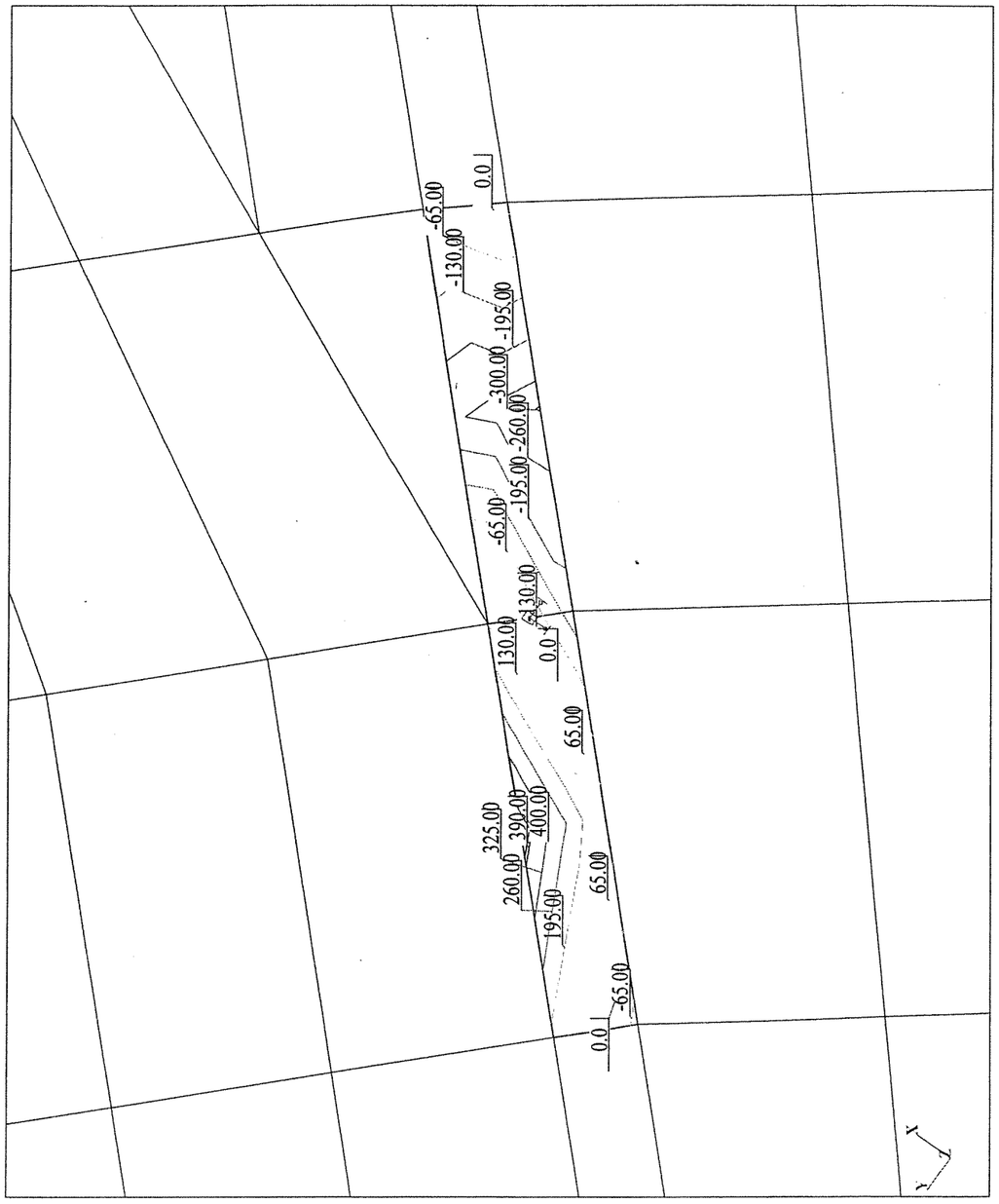
Vista - QXX (kN/m) (VIGA) Vector de base x=2.72, y=-2.81, z=-0.4 casos: 19 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B)



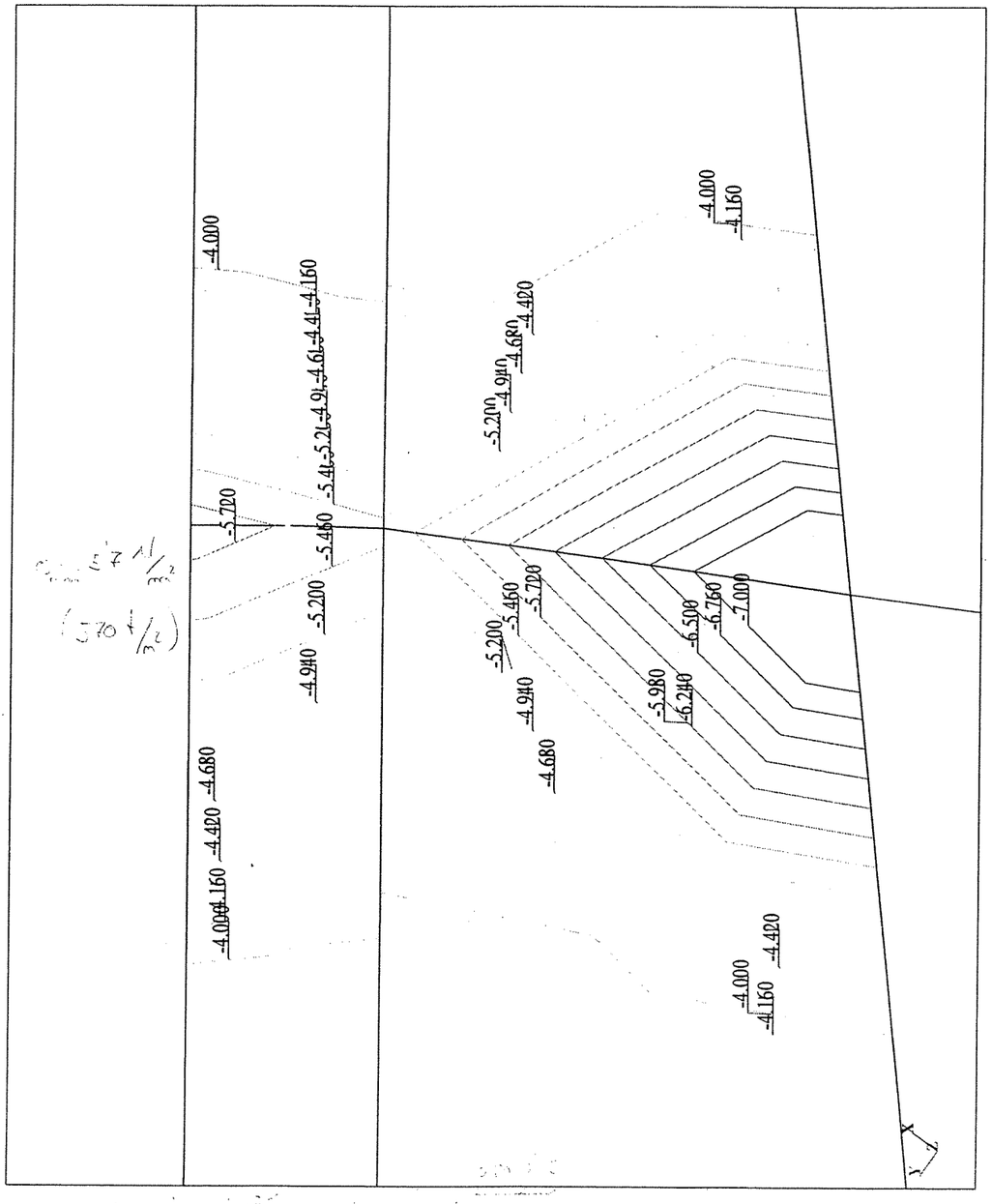
Vista - tXX (N/mm^2) (VIGA) Vector de base x=2.72, y=-2.81, z=-0.4
casos: 19 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 3 B-B)



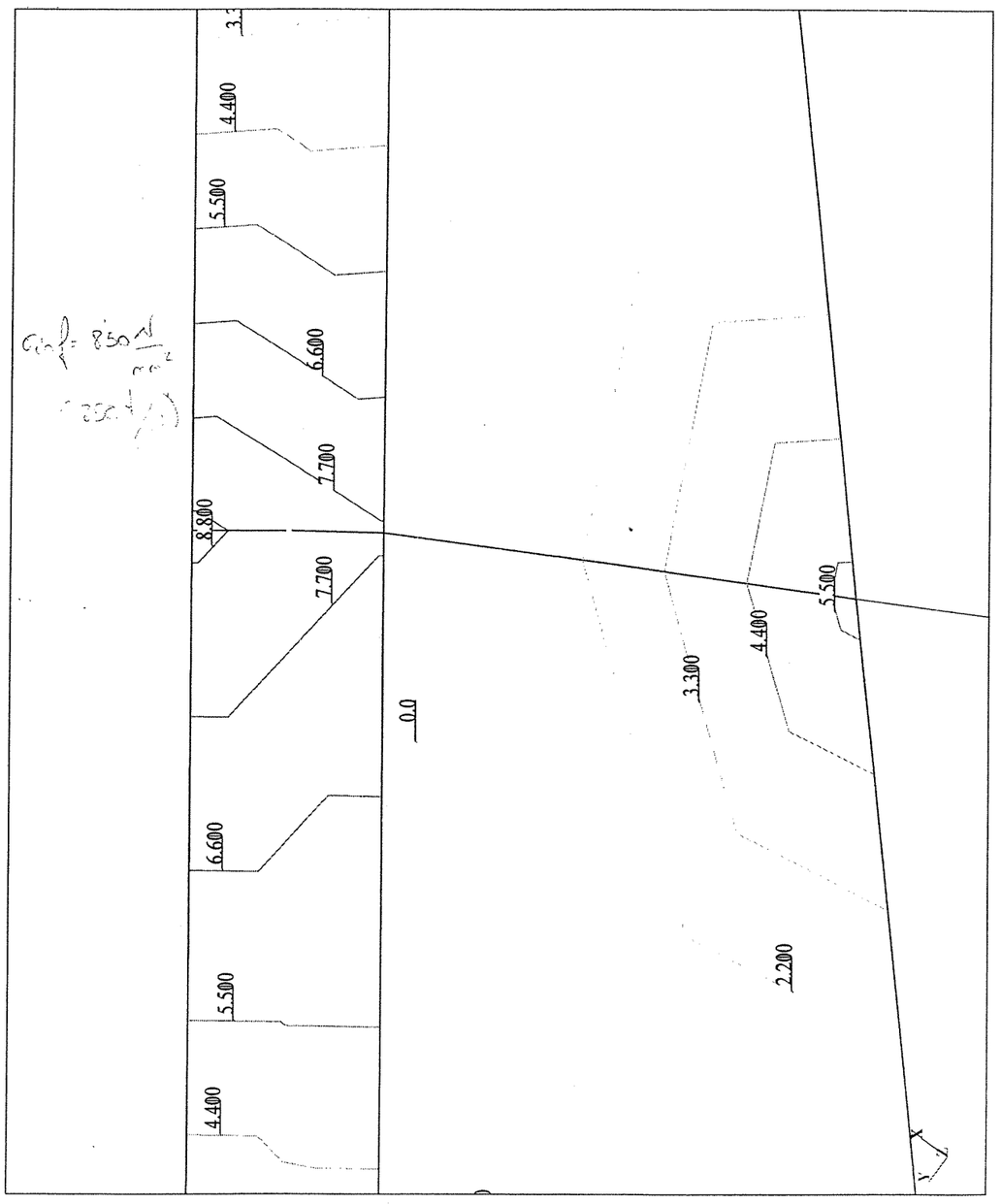
Vista - QXX (kN/m) (VIGA) Vector de base x=2.72, y=-2.81, z=-0.4
casos: 10 (SC TREN 3 B-B) (Sólo Tren)



Vista - sXX (N/mm^2) VIGA E-1 Superficie superior Vector de base x=2.257, y=-3.24, z=0 casos: 21 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 5 X-A + 0.90 GRAD)



Vista - sXX (N/mm^2) VIGA E-1 Superficie inferior Vector de base x=2.257, y=-3.24, z=0 casos: 21 (1.35 CPmax + 1.50 TREN 5 X-A + 0.90 GRAD)



PRONTUARIO INFORMATICO DEL HORMIGON. PROGRAMA TT2

Obra : LAV. Papiol. V-1. Pergola
Fecha: 30/1/2002
Hora : 19:28

CALCULO A TORSION DE SECCIONES RECTANGULARES

---

1. Datos

- Materiales:

fck [kp/cm²] = 300
fyk [kp/cm²] = 5100
GammaC = 1.50
GammaS = 1.15

- Sección

b [cm] = 80.0
h [cm] = 120.0
r [cm] = 5.0

2. Dimensionamiento

Td [m·Mp] = 28.00

a. Estribos verticales

A90_est [cm²/m] = 4.69

ϕ [mm]	s [cm]	nº ramas	A90 [cm²/m]	Tu2 [m·Mp]
6	10	4	5.65	33.78
8	10	2	5.03	30.03
10	15	2	5.24	31.28

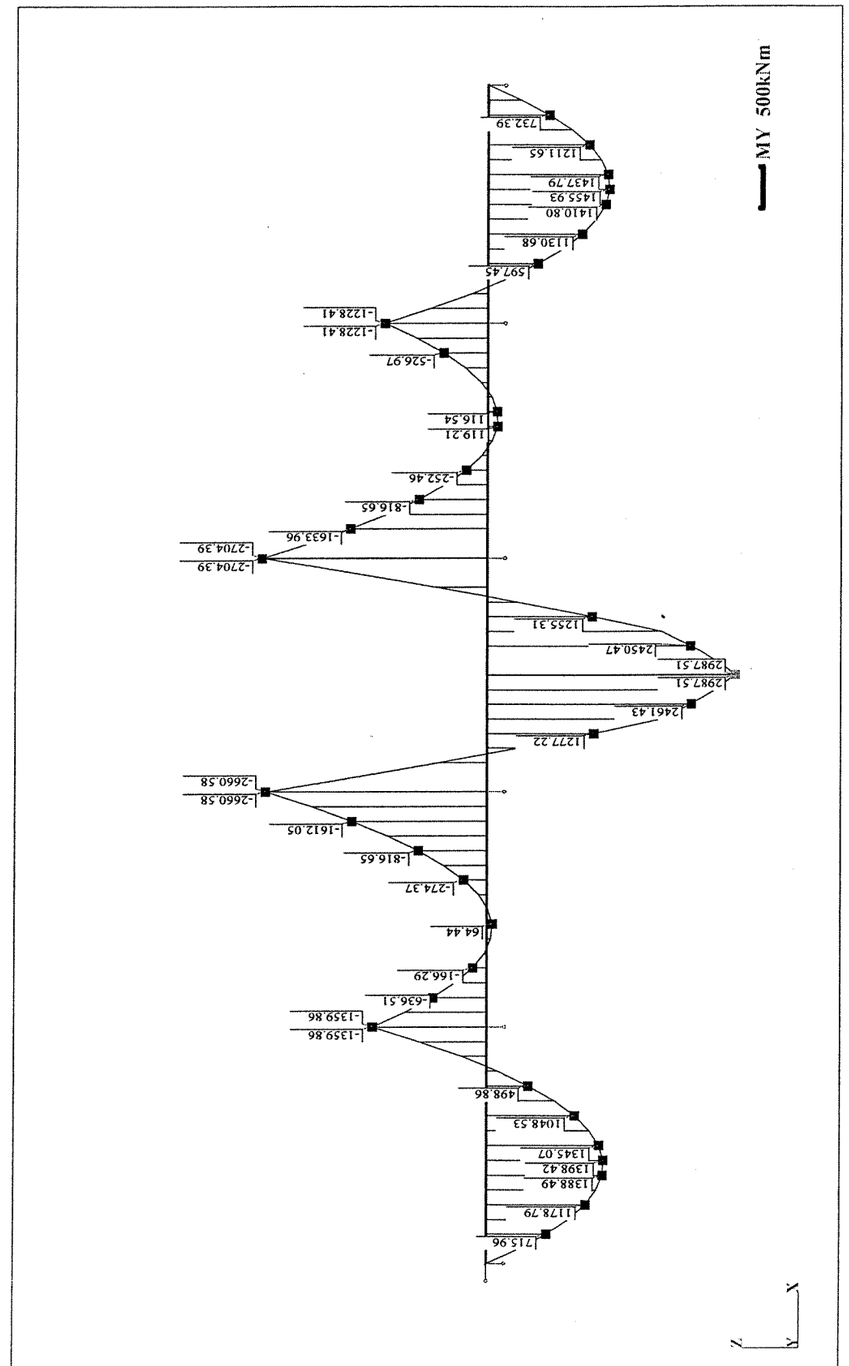
b. Armadura longitudinal

Al_est [cm²] = 15.39

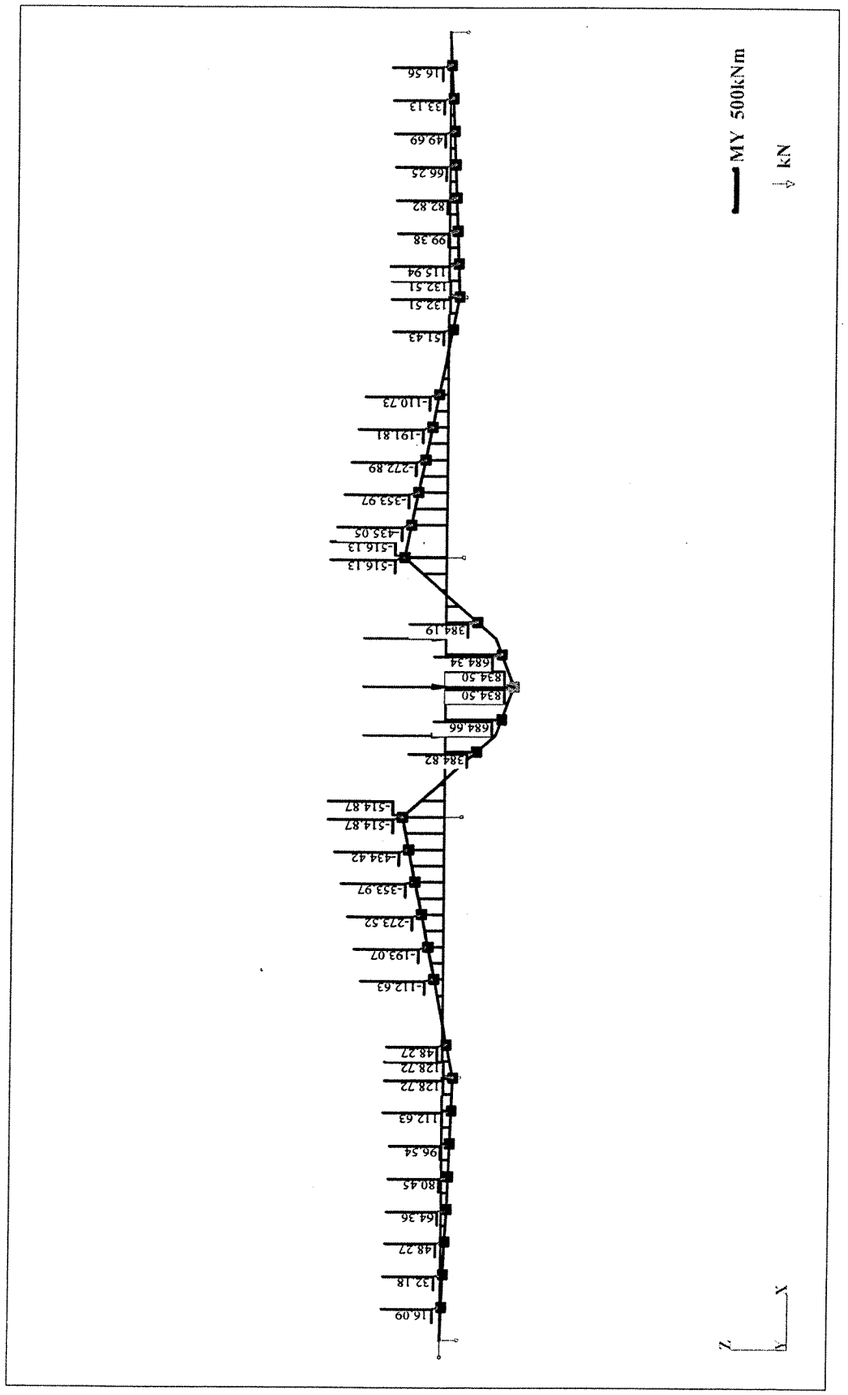
ϕ [mm]	nº barras	Al [cm²]	Tu3 [m·Mp]
12	16	18.10	31.70
16	14	28.15	49.32
20	14	43.98	68.27
25	14	68.72	68.27

Tu1 [m·Mp] = 68.27

Vista - MY; casos: 5 (COMB TREN A)



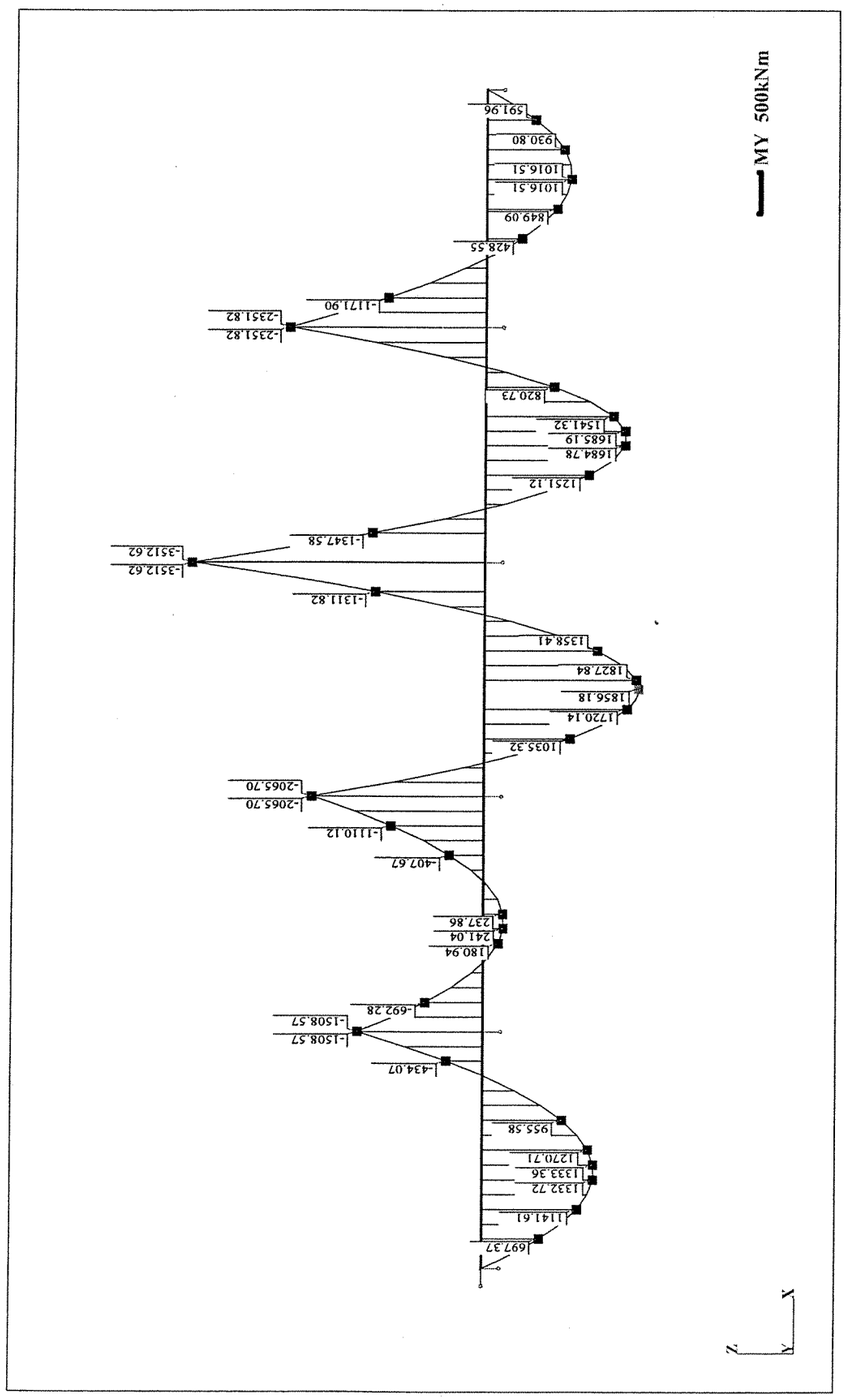
Vista - MY; casos: 5 (COMB TREN A)



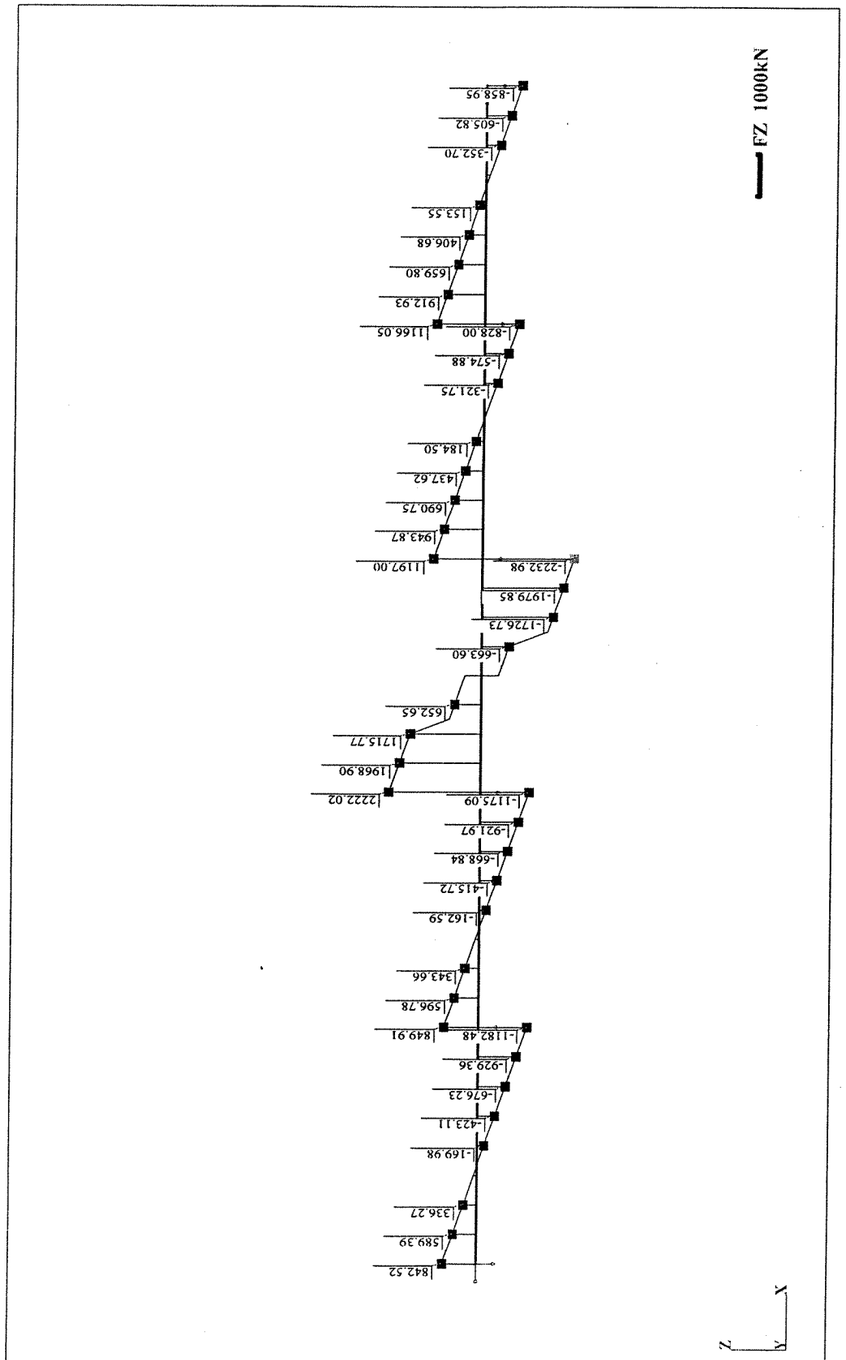
ROBOT v 14.5.0
Autor: **EIPSA-J.A. Llombart**
Dirección:

© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **vigalon.rtd**
Proyecto: vigalon

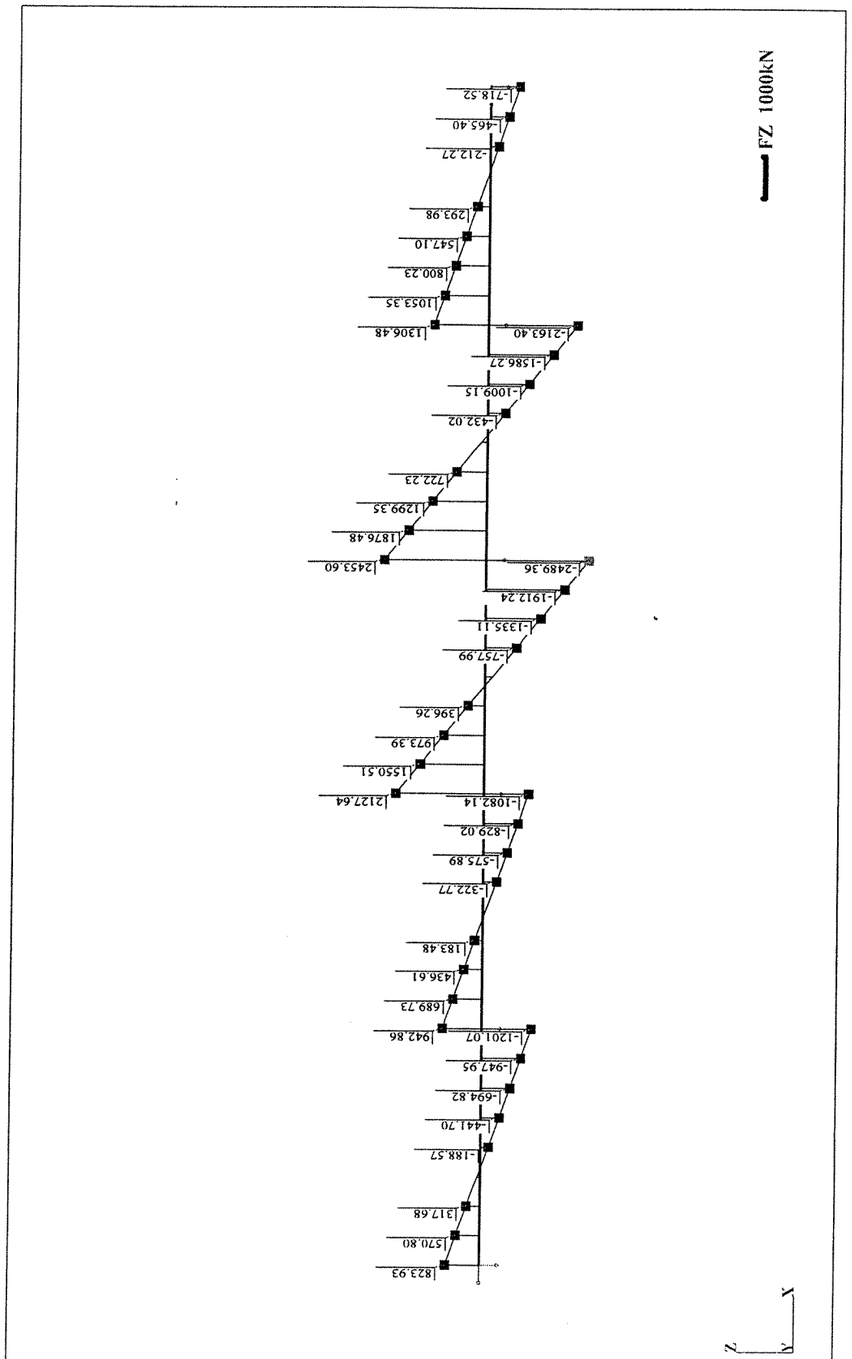
Vista - MY; casos: 6 (COMB TREN B)



Vista - FZ; casos: 5 (COMB TREN A)



Vista - FZ; casos: 6 (COMB TREN B)



3.4.3. **Fatiga**

COMPROBACIÓN PÉRGOLA

Se estudian las secciones más desfavorables entre [illegible]
y arcos de las pérgolas [illegible].

Esfuerzos:

	Sección 1 (A)	Sección 1 (B)	(en kg/cm)
CP + Grad :	-225	+175	
CP + Grad + SC :	-417	+413	

Por lo que [illegible] no se necesita, sobre [illegible]
la sección de [illegible].

COMPROBACIÓN FATIGA: Momento exterior

PROYECTO: Viaducto 1

Para la comprobación se ha supuesto en las vías un tráfico mixto-normal. Se han estudiado 2 secciones: centro de vano grande y sección sobre apoyos. Se ha tomado la sección de centro de vano por tener un mayor incremento de momento y menor armadura.

Nudo 13 Sección centro de vano grande

			σ_s (N/mm2)
M $_{SC+cp+grad}$	7067.80 mkN	⇨	-253.75
M $_{cp+grad}$	-4872.50 mkN		-106.75
		$\Delta\sigma_{71}$	147.00

COMPROBACIÓN DE FATIGA

según Eurocódigo 2 parte 2

Siguiendo el procedimiento recogido en el Anexo 106 del Eurocódigo 2 parte 2, se trata de verificar la siguiente inecuación:

$$\gamma_f \times \gamma_{Sd} \times \Delta\sigma_{s,equ} \leq \frac{\Delta\sigma_{Rsk}(N^*)}{\gamma_{s,fat}}$$

con los siguientes significados:

$\gamma_f = \gamma_{Sd} = 1.00$

$\gamma_{s,fat} = 1.15$

N* : Número de ciclos

$\Delta\sigma_{Rsk}$ (10^6) Rango tensional para N* ciclos extraído de las curvas S-N correspondientes

$$\Delta\sigma_{s,equ} = \lambda_s \times \Delta\sigma_{s,71}$$

$\Delta\sigma_{s,71}$ Incremento tesional debido a la combinación rara del modelo 71

$$\lambda_s = \lambda_{s,1} \times \lambda_{s,2} \times \lambda_{s,3} \times \lambda_{s,4}$$

$\lambda_{s,1}$ Coeficiente función de la posición de la sección en estudio en el puente y de las curvas S-N

$$\lambda_{s,2} = \sqrt[k_2]{\frac{Vol}{25\times10^6}}$$

$$\lambda_{s,3} = \sqrt[k_2]{\frac{N_{años}}{100}}$$

$$\lambda_{s,4} = \sqrt[k_2]{n + (1-n)\times s_1^{k_2} + (1-n)\times s_2^{k_2}}$$

$$s_1 = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\sigma_{1+2}}$$

$$s_2 = \frac{\Delta\sigma_2}{\Delta\sigma_{1+2}}$$

$$n = \frac{N_c}{N_T}$$

Vol	Volumen de tráfico en toneladas por vía y año
$N_{años}$	Vida de servicio de proyecto del puente
N_c	nº de trenes que circulan por el puente a la vez
N_T	nº de trenes por vía y día
$\Delta\sigma_1$, $\Delta\sigma_2$	incremento tensional producido por el modelo 71 actuando sobre una vía
$\Delta\sigma_{1+2}$	Incremento tensional producido por el modelo 71 actuando sobre las dos vías
k_2	Pendiente de la curva S-N

Centro de vano 1

Datos	Acero pasivo
$\Delta\sigma_{Rsk}$ (N*)	195 (N/mm2)
$\Delta\sigma_{71}$	147.00 (N/mm2)
N*	1000000 (ciclos)
Vol	24950000 (t/año)
$N_{años}$	100 (años)
N_c	2 (trenes)
N_T	67 (trenes)
k_2	5

Resultados	Acero pasivo
$\lambda_{s,1}$	1.070
$\lambda_{s,2}$	1.000
$\lambda_{s,3}$	1.000
$\lambda_{s,4}$	0.620
λ_s	0.663

Comprobación	Acero pasivo
γ_f x $\gamma_{\sigma\delta}$ x $\Delta\sigma_{s,equ}$	97.481 (N/mm2)
$\Delta\sigma_{Rsk}$ (N*) / $\gamma_{s,fat}$	169.565 (N/mm2)

Estos valores cumplen la inecuación indicada anteriormente:

$$\gamma_f \times \gamma_{Sd} \times \Delta\sigma_{s,equ} \leq \frac{\Delta\sigma_{Rsk}(N^*)}{\gamma_{s,fat}}$$

CALCULO DEL DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA EN SECCIONES DE HORMIGON
ARMADO Y PRETENSADO

Nombre de la sección: LAV. Papiol. Pergola. Seccion central de losa.

NUMERO DE TRAMOS DE HORMIGON: 1

Trap.	Altura	Asup	Ainf
1	45.0	100.0	100.0

NUMERO DE CAPAS DE ACERO PASIVO: 1

Capa	Area	Profund.
1	46.1	40.0

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón..(Kp/cm²): 300
Coeficiente de minoración del hormigón.....: 1
Modulo de def. long. del hormigón.....(Kp/cm2): 285760
Def. max. de compresion del hormigón.....: .0035
Def. max. de tracción del hormigón (Neg.).....: 0
Resistencia característica del pasivo....(Kp/cm²): 5100
Coeficiente de minoración del pasivo.....: 1
Modulo de def. long. del acero pasivo....(Kp/cm2): 2100000

CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA SECCION:

Canto total de la sección (cm.): 45.00

Profundidad del centro de gravedad de la sección bruta (cm.) 22.50
Area total de la sección bruta (cm2.): 4500.00
Inercia de la sección bruta (cm4.): 759375.00

Profundidad del centro de gravedad de la sección neta (cm.) 22.32
Area total de la sección neta (cm2.): 4453.86
Inercia de la sección neta (cm4.): 745098.24

Profundidad del centro de gravedad de la sección hom. (cm.) 23.57
Area total de la sección hom. (cm2.): 4792.93
Inercia de la sección hom. (cm4.): 836634.58

DIAGRAMA MOMENTO-CURVATURA:

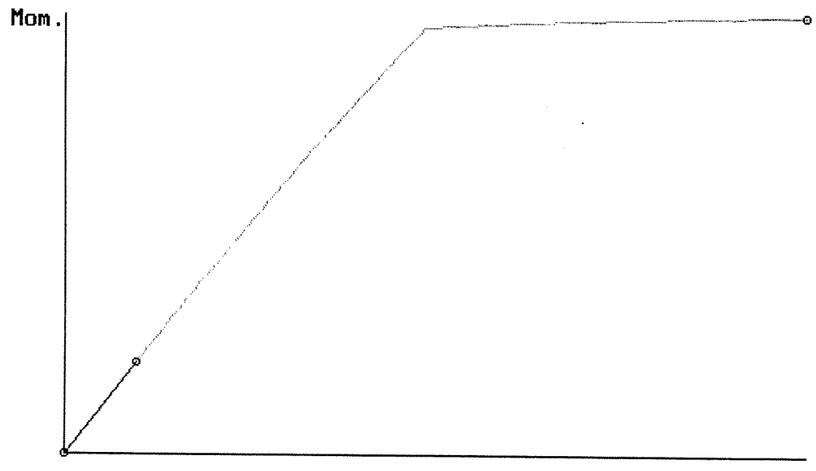
Axil exterior: 0.00 (T.)

Mom.	Curv	Fisura	Acero Pasivo		Acero Activo		Hormigón	
(Tm.)	(1/cm)	(cm)	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def	Tens(Kg/cm2)	Def
0.00	.000000	0.00	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.0	0.00000
1.87	.000002	32.05	-113.6	-.00005	0.0	0.00000	8.1	0.00003
3.73	.000004	32.02	-227.0	-.00011	0.0	0.00000	16.0	0.00005
5.59	.000006	31.99	-340.0	-.00016	0.0	0.00000	23.9	0.00008
7.44	.000008	31.96	-452.9	-.00022	0.0	0.00000	31.7	0.00010
9.29	.000010	31.93	-565.4	-.00027	0.0	0.00000	39.3	0.00013

11.13	.000012	31.89	-677.7	-.00032	0.0	0.00000	46.9	0.00016
12.96	.000014	31.86	-789.8	-.00038	0.0	0.00000	54.3	0.00018
14.79	.000016	31.83	-901.5	-.00043	0.0	0.00000	61.7	0.00021
16.61	.000018	31.80	-1013.0	-.00048	0.0	0.00000	68.9	0.00024
18.43	.000020	31.77	-1124.2	-.00054	0.0	0.00000	76.1	0.00026
20.23	.000022	31.73	-1235.1	-.00059	0.0	0.00000	83.1	0.00029
22.03	.000024	31.70	-1345.8	-.00064	0.0	0.00000	90.0	0.00032
23.83	.000026	31.67	-1456.1	-.00069	0.0	0.00000	96.9	0.00035
25.62	.000028	31.64	-1566.2	-.00075	0.0	0.00000	103.6	0.00037
27.40	.000030	31.60	-1675.9	-.00080	0.0	0.00000	110.2	0.00040
29.17	.000032	31.57	-1785.4	-.00085	0.0	0.00000	116.7	0.00043
30.94	.000034	31.53	-1894.5	-.00090	0.0	0.00000	123.1	0.00046
32.70	.000036	31.50	-2003.4	-.00095	0.0	0.00000	129.4	0.00049
34.45	.000038	31.47	-2111.9	-.00101	0.0	0.00000	135.6	0.00051
36.20	.000040	31.43	-2220.2	-.00106	0.0	0.00000	141.7	0.00054
37.93	.000042	31.40	-2328.1	-.00111	0.0	0.00000	147.7	0.00057
39.66	.000044	31.36	-2435.7	-.00116	0.0	0.00000	153.5	0.00060
41.39	.000046	31.32	-2542.9	-.00121	0.0	0.00000	159.3	0.00063
43.10	.000048	31.29	-2649.9	-.00126	0.0	0.00000	165.0	0.00066
44.81	.000050	31.25	-2756.5	-.00131	0.0	0.00000	170.5	0.00069
46.51	.000052	31.22	-2862.7	-.00136	0.0	0.00000	176.0	0.00072
48.20	.000054	31.18	-2968.7	-.00141	0.0	0.00000	181.3	0.00075
49.89	.000056	31.14	-3074.2	-.00146	0.0	0.00000	186.5	0.00078
51.56	.000058	31.10	-3179.5	-.00151	0.0	0.00000	191.7	0.00081
53.23	.000060	31.07	-3284.3	-.00156	0.0	0.00000	196.7	0.00084
54.89	.000062	31.03	-3388.8	-.00161	0.0	0.00000	201.6	0.00087
56.54	.000064	30.99	-3493.0	-.00166	0.0	0.00000	206.4	0.00090
58.18	.000066	30.95	-3596.8	-.00171	0.0	0.00000	211.0	0.00093
59.81	.000068	30.91	-3700.2	-.00176	0.0	0.00000	215.6	0.00096
61.44	.000070	30.87	-3803.2	-.00181	0.0	0.00000	220.1	0.00099
63.05	.000072	30.83	-3905.8	-.00186	0.0	0.00000	224.4	0.00102
64.66	.000074	30.79	-4008.0	-.00191	0.0	0.00000	228.6	0.00105
66.26	.000076	30.75	-4109.9	-.00196	0.0	0.00000	232.8	0.00108
67.84	.000078	30.71	-4211.3	-.00201	0.0	0.00000	236.8	0.00111
69.42	.000080	30.67	-4312.3	-.00205	0.0	0.00000	240.6	0.00115
70.99	.000082	30.63	-4412.9	-.00210	0.0	0.00000	244.4	0.00118
72.55	.000084	30.58	-4513.1	-.00215	0.0	0.00000	248.1	0.00121
74.10	.000086	30.54	-4612.8	-.00220	0.0	0.00000	251.6	0.00124
75.63	.000088	30.50	-4712.1	-.00224	0.0	0.00000	255.1	0.00128
77.16	.000090	30.45	-4810.9	-.00229	0.0	0.00000	258.4	0.00131
78.68	.000092	30.41	-4909.3	-.00234	0.0	0.00000	261.6	0.00134
80.18	.000094	30.37	-5007.3	-.00238	0.0	0.00000	264.6	0.00138
81.61	.000096	30.33	-5100.0	-.00243	0.0	0.00000	267.5	0.00141
81.70	.000098	30.45	-5100.0	-.00249	0.0	0.00000	269.0	0.00143
81.79	.000100	30.57	-5100.0	-.00256	0.0	0.00000	270.4	0.00144
81.87	.000102	30.68	-5100.0	-.00262	0.0	0.00000	271.8	0.00146
81.95	.000104	30.79	-5100.0	-.00268	0.0	0.00000	273.2	0.00148
82.03	.000106	30.89	-5100.0	-.00274	0.0	0.00000	274.5	0.00150
82.10	.000108	31.00	-5100.0	-.00281	0.0	0.00000	275.8	0.00151
82.17	.000110	31.10	-5100.0	-.00287	0.0	0.00000	277.0	0.00153
82.24	.000112	31.19	-5100.0	-.00293	0.0	0.00000	278.2	0.00155
82.31	.000114	31.29	-5100.0	-.00300	0.0	0.00000	279.3	0.00156
82.38	.000116	31.38	-5100.0	-.00306	0.0	0.00000	280.5	0.00158
82.44	.000118	31.47	-5100.0	-.00312	0.0	0.00000	281.5	0.00160
82.50	.000120	31.55	-5100.0	-.00319	0.0	0.00000	282.6	0.00161
82.56	.000122	31.64	-5100.0	-.00325	0.0	0.00000	283.6	0.00163
82.62	.000124	31.72	-5100.0	-.00331	0.0	0.00000	284.5	0.00165
82.68	.000126	31.80	-5100.0	-.00338	0.0	0.00000	285.5	0.00166
82.73	.000128	31.88	-5100.0	-.00344	0.0	0.00000	286.4	0.00168
82.78	.000130	31.95	-5100.0	-.00350	0.0	0.00000	287.3	0.00170
82.84	.000132	32.03	-5100.0	-.00357	0.0	0.00000	288.1	0.00171
82.89	.000134	32.10	-5100.0	-.00363	0.0	0.00000	288.9	0.00173
82.93	.000136	32.17	-5100.0	-.00370	0.0	0.00000	289.7	0.00174
82.98	.000138	32.24	-5100.0	-.00376	0.0	0.00000	290.4	0.00176
83.03	.000140	32.30	-5100.0	-.00382	0.0	0.00000	291.1	0.00178
83.07	.000142	32.37	-5100.0	-.00389	0.0	0.00000	291.8	0.00179
83.12	.000144	32.43	-5100.0	-.00395	0.0	0.00000	292.4	0.00181
83.16	.000146	32.50	-5100.0	-.00401	0.0	0.00000	293.1	0.00183
83.20	.000148	32.56	-5100.0	-.00408	0.0	0.00000	293.7	0.00184
83.24	.000150	32.62	-5100.0	-.00414	0.0	0.00000	294.2	0.00186
83.28	.000152	32.67	-5100.0	-.00421	0.0	0.00000	294.8	0.00187
83.32	.000154	32.73	-5100.0	-.00427	0.0	0.00000	295.3	0.00189
83.35	.000156	32.78	-5100.0	-.00433	0.0	0.00000	295.8	0.00191
83.39	.000158	32.84	-5100.0	-.00440	0.0	0.00000	296.2	0.00192
83.42	.000160	32.89	-5100.0	-.00446	0.0	0.00000	296.6	0.00194
83.46	.000162	32.94	-5100.0	-.00453	0.0	0.00000	297.0	0.00195
83.49	.000164	32.99	-5100.0	-.00459	0.0	0.00000	297.4	0.00197
83.52	.000166	33.04	-5100.0	-.00466	0.0	0.00000	297.8	0.00198
83.55	.000168	33.09	-5100.0	-.00472	0.0	0.00000	298.1	0.00200
83.58	.000170	33.14	-5100.0	-.00478	0.0	0.00000	298.4	0.00202
83.61	.000172	33.18	-5100.0	-.00485	0.0	0.00000	298.6	0.00203
83.64	.000174	33.23	-5100.0	-.00491	0.0	0.00000	298.9	0.00205
83.67	.000176	33.27	-5100.0	-.00498	0.0	0.00000	299.1	0.00206
83.70	.000178	33.32	-5100.0	-.00504	0.0	0.00000	299.3	0.00208
83.72	.000180	33.36	-5100.0	-.00510	0.0	0.00000	299.5	0.00210
83.75	.000182	33.40	-5100.0	-.00517	0.0	0.00000	299.6	0.00211
83.77	.000184	33.44	-5100.0	-.00523	0.0	0.00000	299.7	0.00213
83.80	.000186	33.48	-5100.0	-.00530	0.0	0.00000	299.8	0.00214
83.82	.000188	33.52	-5100.0	-.00536	0.0	0.00000	299.9	0.00216
83.84	.000190	33.56	-5100.0	-.00543	0.0	0.00000	300.0	0.00217
83.86	.000192	33.60	-5100.0	-.00549	0.0	0.00000	300.0	0.00219
83.88	.000194	33.63	-5100.0	-.00555	0.0	0.00000	300.0	0.00221
83.90	.000196	33.67	-5100.0	-.00562	0.0	0.00000	300.0	0.00222
83.92	.000198	33.71	-5100.0	-.00568	0.0	0.00000	299.9	0.00224

Rig.(Tm2) Sct.	Tgt.	Curv (1/cm)	Fisura (cm)	Acero Pasivo Tens(Kg/cm2)	Def	Acero Activo Tens(Kg/cm2)	Def	Hormigón Tens(Kg/cm2)	Def
0	0	0.000019	31.78	-1067.5	-.00051	0.0	0.00000	72.4	0.00025

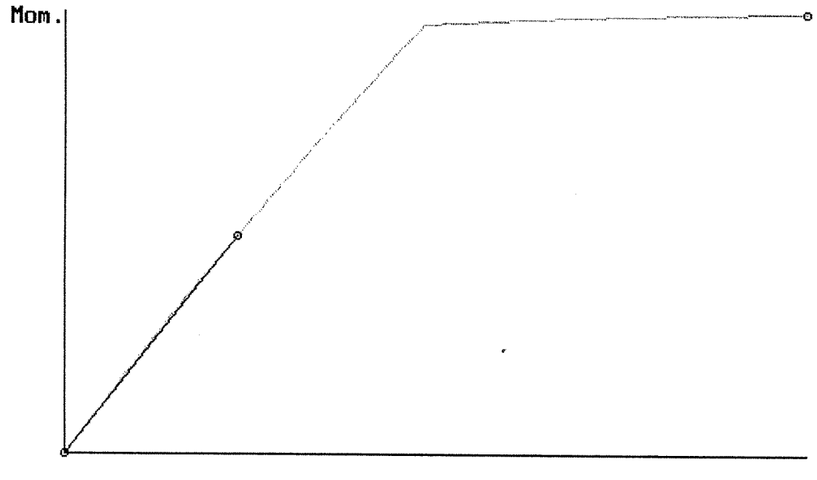
Pulse cualquier tecla ...



Introduzca Mom.; Salir = < S >: 17.5

Rig.(Tm2) Sct.	Tgt.	Curv (1/cm)	Fisura (cm)	Acero Pasivo Tens(Kg/cm2)	Def	Acero Activo Tens(Kg/cm2)	Def	Hormigón Tens(Kg/cm2)	Def
0	0	0.000046	31.33	-2537.5	-.00121	0.0	0.00000	159.0	0.00063

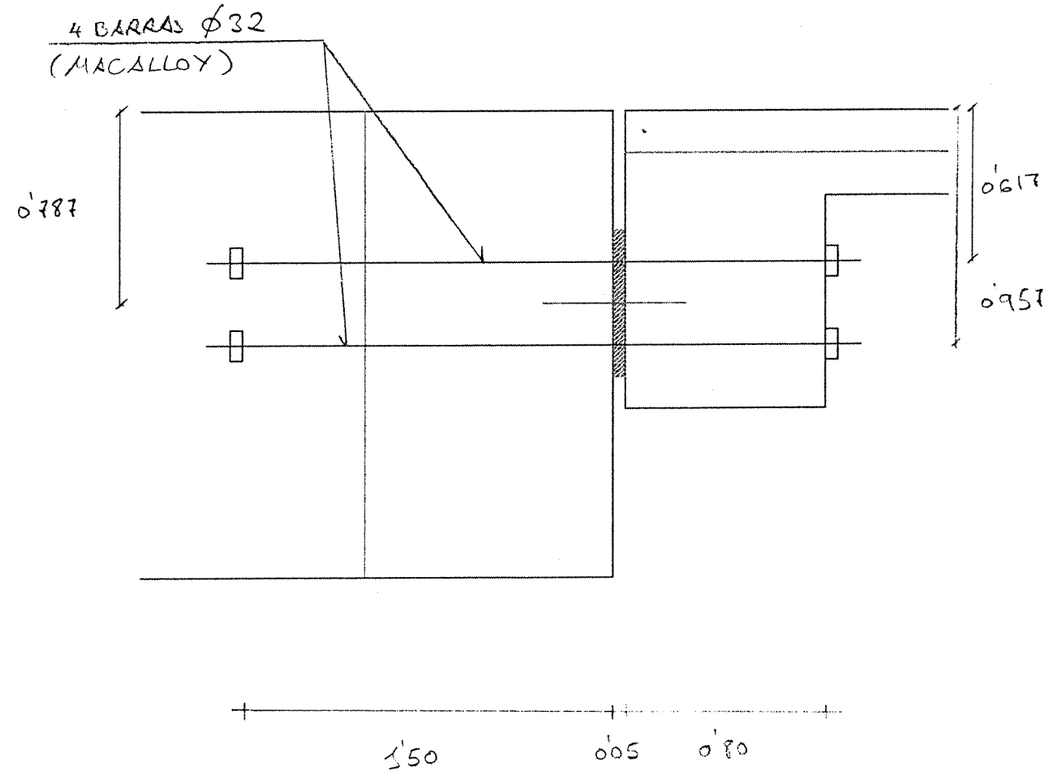
Pulse cualquier tecla ...



Introduzca Mom.; Salir = < S >: 41.3

3.4.4..Unión de tableros mediante barras pretensadas

ANCLAJE TABLEROS

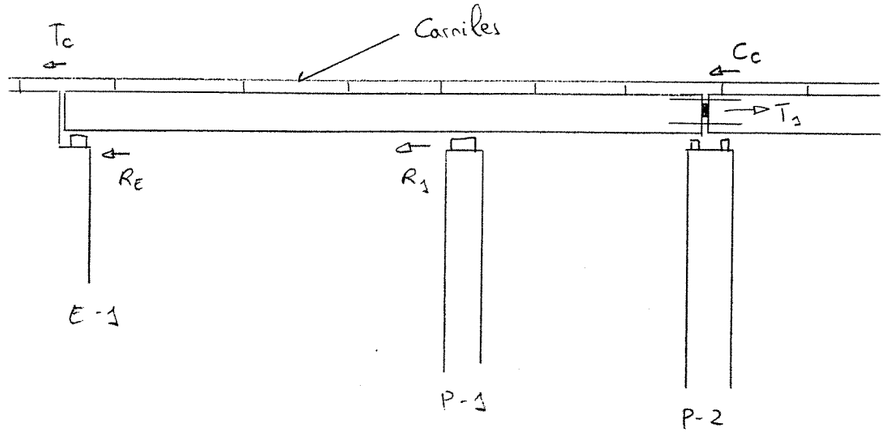


1/25

ANCLAJE entre TABLEROS V-1

Se resuelve mediante barras pretensadas, apoyando los tableros en dos neoprenos.

Por temperatura y acciones reológicas:



$$T_1 = R_E + R_1 + T_c + C_c$$

Máxima tracción

$R_E = 47'5$ tn

$R_1 = 27'30 \cdot 2 / 1'35 = 40'4$ tn

$C_c = 16 \cdot 2 = 32$ tn

$T_c = 66 \cdot 2 = 132$ tn

$T_1 = 251'9$ tn

Por frenado:

$T_f = 20 \cdot 41 + 1000 = 1820$ kN $= 182$ tn

$T_{max} = 433'9$ tn → $8\phi 32$

Máxima Compresión

$R_E = -47'5$ tn

$R_1 = -40'4$ tn

$C_c = -24 \cdot 2 = -48$ tn

$T_c = -58 \cdot 2 = -116$ tn

$T_1 = -47'5 - 40'4 - 48 - 116 = -251'9$ tn (Compresión)

Por frenado: 182 tn

$C = 182'0 + 251'9 = 433'9$ tn

Compresión total:

$C_d = 433'9 + \underbrace{8\ 58'1}_{464'8} \cdot 898'7$ tn

Se disponen dos neoprenos de 600 × 450: $\sigma = \frac{898'7}{20'6 \cdot 0'50} = 1497$ t/m² $= 149'7$ kg/cm² < 150

ARMADURA de RIOSTRA de P-2 para unión de tableros : ANCLAJE DERECHO

NOTA: Supongo que la mitad de la carga aplicada se resiste como ménsula vertical y la otra mitad como viga biempotrada horizontal.

a) Compresión máxima:

1) Momento como ménsula vertical:

Por zona de anclaje:

$M_d = 433'9/2 \cdot 1'40 \cdot 0'615/2 = 93'4$ mt

$N_d = 303'7$ tn → Por anclaje: 151'9 tn

Este momento se reparte en un ancho:

$B = 0'45 + 0'40 \cdot 2 = 1'25$ m

$d = 0'75$ m

$A_s > 29'3$ cm² → 12 ϕ25 en 1'50 m

En la losa, este momento se reparte en un ancho de

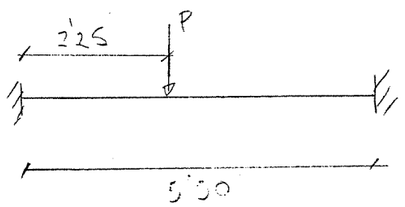
$c = 0'35$ m

$B = 1'25 + 0'40 \cdot 2 = 2'05$ m

$d = 0'30$ m

$M_d = 93'4$ mt ; $N_d = 151'9$ tn → 20 ϕ25 adicionales a ϕ12/0.15 SUP en 2'50 m

2) Momento de viga riostra como viga biempotrada solicitada por carga puntual:



$M_{d_1} = \frac{2}{5'50^3} \cdot 2'25^2 \cdot 3'25^2 \cdot 151'9 = 97'6$ mt

$M_{d_2} = \frac{-151'9 \cdot 2'25^2 \cdot 3'25^2}{5'50^2} = -119'3$ mt

M_{d_2}:

$d = 0'75$

$b = 1'15$

$A_s = 38'1$ cm² ⇒ 8 ϕ25

CALCULO DE ESFUERZOS ULTIMOS EN SECCIONES DE HORMIGON
ARMADO Y PRETENSADO

Nombre de la sección: Seccion de losa sometida a momento - vertical de anclaje.

NUMERO DE TRAMOS DE HORMIGON: 1

Trap.	Altura	Asup	Ainf
1	35.0	205.0	205.0

NUMERO DE CAPAS DE ACERO PASIVO: 2

Capa	Area	Profund.
1	106.0	5.0
2	94.0	30.0

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón..(Kp/cm²): 300
Coeficiente de minoración del hormigón.....: 1.5
Resistencia característica del pasivo....(Kp/cm²): 5100
Coeficiente de minoración del pasivo.....: 1.15

CONTROL DEL DIAGRAMA:

Se ha introducido el diagrama de interacción completo:

Profundidad mínima de la fibra neutra: -35
Profundidad máxima de la fibra neutra: 105
Número de divisiones (< 50): 50

CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA SECCION:

Canto total de la sección (cm.): 35

Profundidad del centro de gravedad de la sección bruta (cm.): 17.5
Area total de la sección bruta (cm2.): 7175
Inercia de la sección bruta (cm4.): 732448

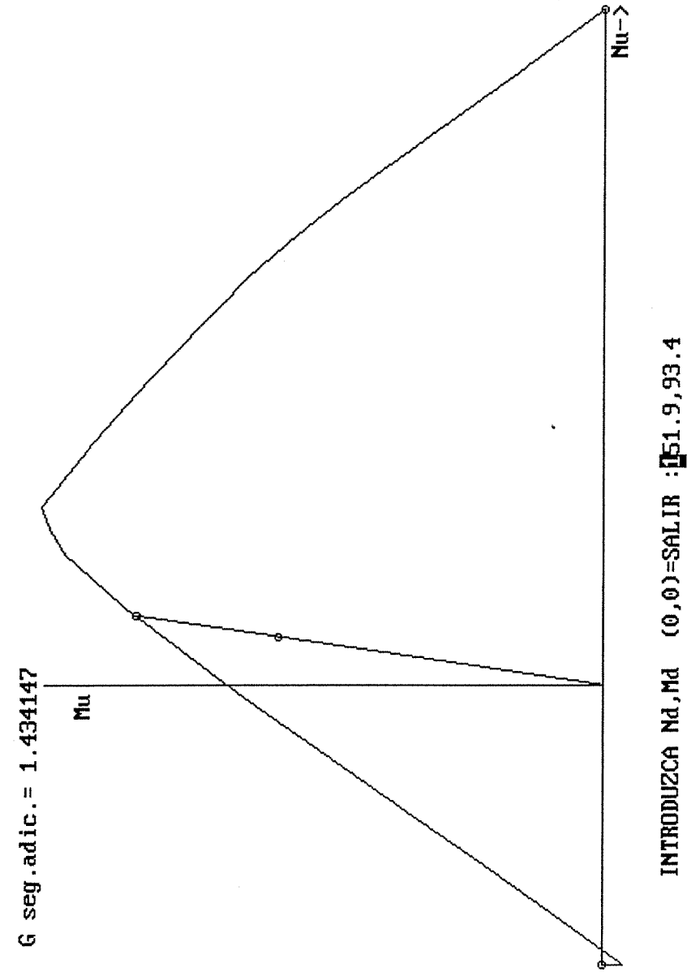
Profundidad del centro de gravedad de la sección neta (cm.): 17.52147
Area total de la sección neta (cm2.): 6974.98
Inercia de la sección neta (cm4.): 701191.7

Profundidad del centro de gravedad de la sección hom. (cm.): 17.40234
Area total de la sección hom. (cm2.): 8251.355
Inercia de la sección hom. (cm4.): 900450.9

DIAGRAMA DE INTERACCION:

XF (m.)	Mult. (mT.)	Nult. (T.)
-35.0	0.0	-887.9
-32.2	-5.9	-887.9

-29.4	-5.9	-887.9
-26.6	-5.9	-887.9
-23.8	-5.9	-887.9
-21.0	-5.9	-887.9
-18.2	-5.9	-887.9
-15.4	-5.9	-887.9
-12.6	-5.9	-887.9
-9.8	-5.9	-887.9
-7.0	-5.9	-887.9
-4.2	-5.9	-887.9
-1.4	-3.9	-871.5
1.4	19.5	-686.9
4.2	57.7	-399.6
7.0	104.3	-33.0
9.8	136.7	241.3
12.6	154.1	408.8
15.4	158.7	488.0
18.2	161.4	567.1
21.0	147.1	767.1
23.8	131.5	962.4
26.6	117.2	1133.3
29.4	103.2	1286.7
32.2	89.0	1427.2
35.0	74.2	1557.8
37.8	62.9	1647.8
40.6	54.7	1713.3
43.4	48.5	1762.7
46.2	43.6	1801.2
49.0	39.8	1831.9
51.8	36.6	1857.0
54.6	34.0	1877.8
57.4	31.8	1895.2
60.2	29.9	1910.1
63.0	28.3	1922.9
65.8	26.9	1934.0
68.6	25.7	1943.8
71.4	24.6	1952.4
74.2	23.6	1960.1
77.0	22.8	1967.0
79.8	22.0	1973.1
82.6	21.3	1978.7
85.4	20.7	1983.8
88.2	20.1	1988.4
91.0	19.6	1992.7
93.8	19.1	1996.6
96.6	18.6	2000.2
99.4	18.2	2003.5
102.2	17.8	2006.6
105.0	17.4	2009.4



ESFUERZOS DE CALCULO:

Axil de cálculo : 151.900 / Momento de cálculo : 93.40 / Coef. seg. adicional : 1.434

b) Tracción máxima:

Como coincide con el valor de la compresión máxima, no es necesario calcular las secciones para este esfuerzo. Simplemente, la armadura será igual, pero de signo contrario. La excepción a esto se produce en la sección de losa, que recibe además del momento el axil (cambia de compresión a tracción).

c = 0'35 m
B = 2'05 m
d = 0'30 m
Md = 93'4 mt
Nd = -151'9 t → 20φ25 adicionales a φ16/0.15 INF.

CALCULO DE ESFUERZOS ULTIMOS EN SECCIONES DE HORMIGON
ARMADO Y PRETENSADO

Nombre de la sección: Seccion de losa sometida a momento + vertical de anclaje.

NUMERO DE TRAMOS DE HORMIGON: 1

Trap.	Altura	Asup	Ainf
1	35.0	205.0	205.0

NUMERO DE CAPAS DE ACERO PASIVO: 2

Capa	Area	Profund.
1	94.0	5.0
2	106.0	30.0

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón..(Kp/cm²): 300
Coeficiente de minoración del hormigón.....: 1.5
Resistencia característica del pasivo....(Kp/cm²): 5100
Coeficiente de minoración del pasivo.....: 1.15

CONTROL DEL DIAGRAMA:

Se ha introducido el diagrama de interacción completo:

Profundidad mínima de la fibra neutra: -35
Profundidad máxima de la fibra neutra: 105
Número de divisiones (< 50): 50

CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA SECCION:

Canto total de la sección (cm.): 35

Profundidad del centro de gravedad de la sección bruta (cm.): 17.5
Area total de la sección bruta (cm2.): 7175
Inercia de la sección bruta (cm4.): 732448

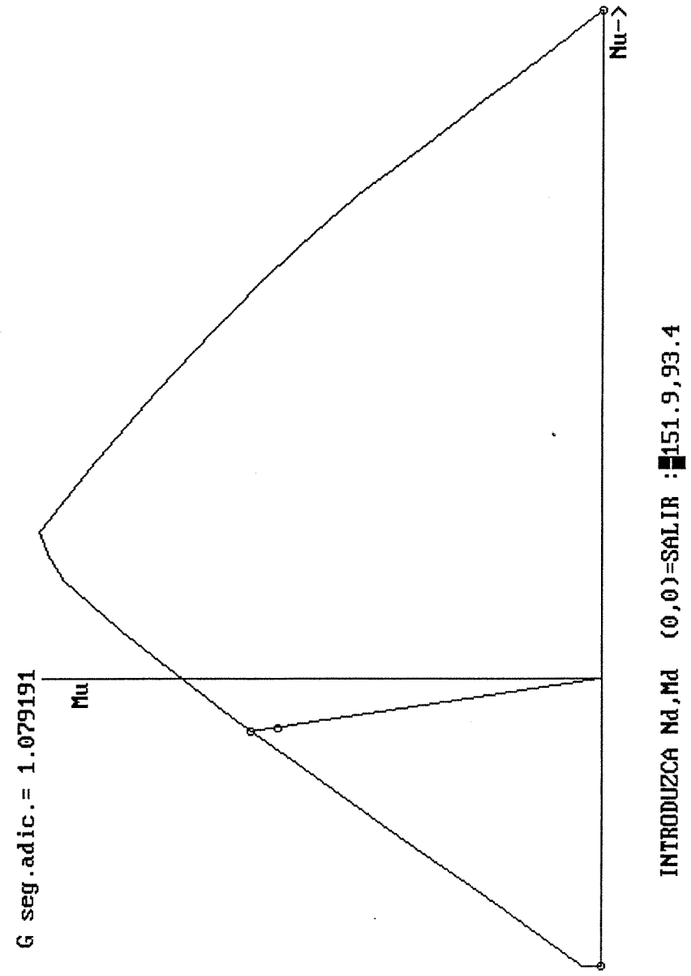
Profundidad del centro de gravedad de la sección neta (cm.): 17.47849
Area total de la sección neta (cm2.): 6975
Inercia de la sección neta (cm4.): 701194.8

Profundidad del centro de gravedad de la sección hom. (cm.): 17.59783
Area total de la sección hom. (cm2.): 8251.248
Inercia de la sección hom. (cm4.): 900433.4

DIAGRAMA DE INTERACCION:

XF (m.)	Mult. (mT.)	Nult. (T.)
-35.0	0.0	-887.6
-32.2	5.7	-887.6

-29.4	5.7	-887.6
-26.6	5.7	-887.6
-23.8	5.7	-887.6
-21.0	5.7	-887.6
-18.2	5.7	-887.6
-15.4	5.7	-887.6
-12.6	5.7	-887.6
-9.8	5.7	-887.6
-7.0	5.7	-887.6
-4.2	5.7	-887.6
-1.4	7.5	-873.1
1.4	28.8	-708.1
4.2	64.5	-444.8
7.0	108.0	-108.0
9.8	138.4	145.0
12.6	154.8	302.5
15.4	159.5	381.7
18.2	162.4	460.8
21.0	146.6	676.2
23.8	129.5	886.3
26.6	114.1	1068.8
29.4	99.2	1231.6
32.2	84.3	1379.9
35.0	69.0	1517.1
37.8	57.3	1611.7
40.6	48.7	1680.8
43.4	42.2	1733.1
46.2	37.2	1774.0
49.0	33.1	1806.7
51.8	29.8	1833.4
54.6	27.1	1855.6
57.4	24.7	1874.4
60.2	22.8	1890.3
63.0	21.1	1904.1
65.8	19.6	1916.1
68.6	18.3	1926.7
71.4	17.1	1936.0
74.2	16.1	1944.3
77.0	15.2	1951.7
79.8	14.3	1958.4
82.6	13.6	1964.5
85.4	12.9	1970.0
88.2	12.3	1975.1
91.0	11.7	1979.7
93.8	11.2	1983.9
96.6	10.7	1987.8
99.4	10.2	1991.5
102.2	9.8	1994.8
105.0	9.4	1998.0



ESFUERZOS DE CALCULO:

Axil de cálculo : -151.900 / Momento de cálculo : 93.40 / Coef. seg. adicional : 1.079

ANCLAJE IZQUIERDO

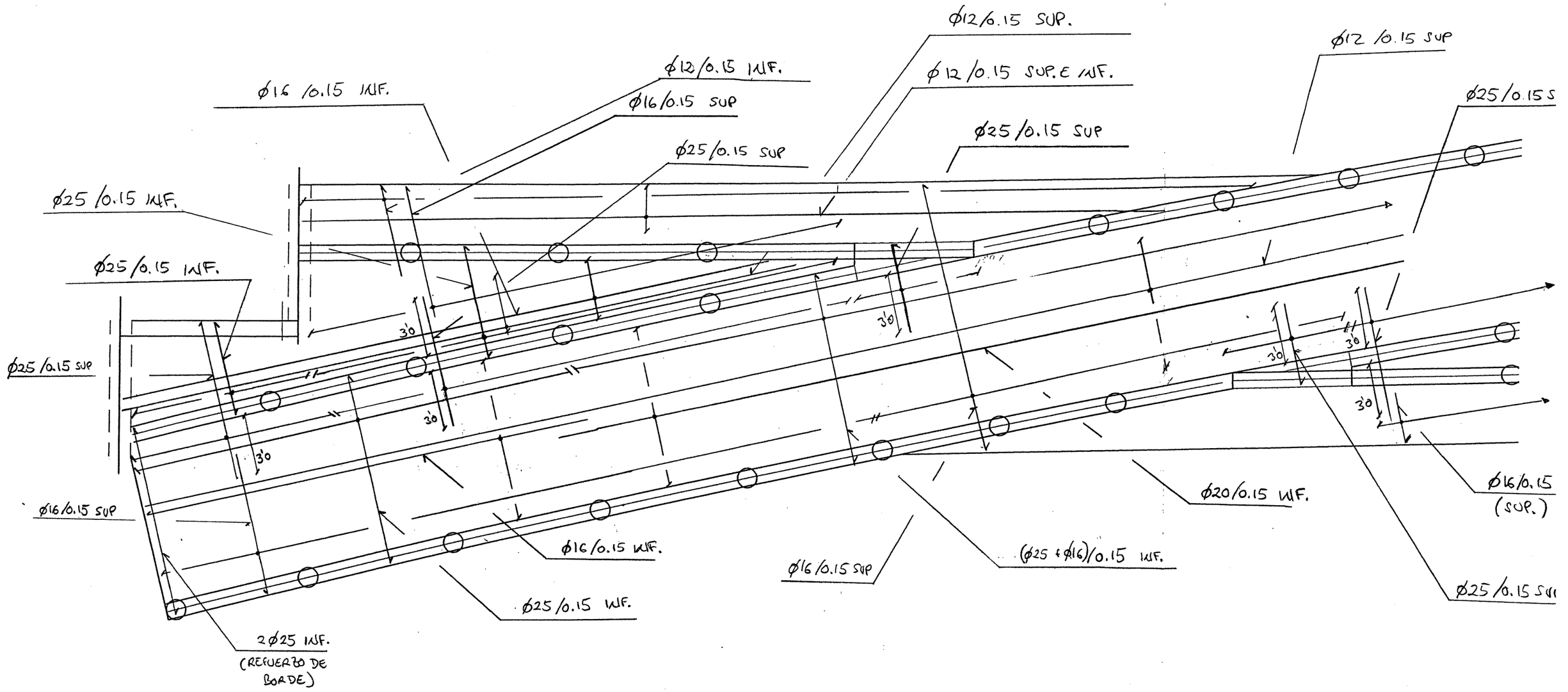
Se hace la misma hipótesis que en el derecho. La única diferencia está en el momento solicitante horizontal:

Tracción: 151'9 mt

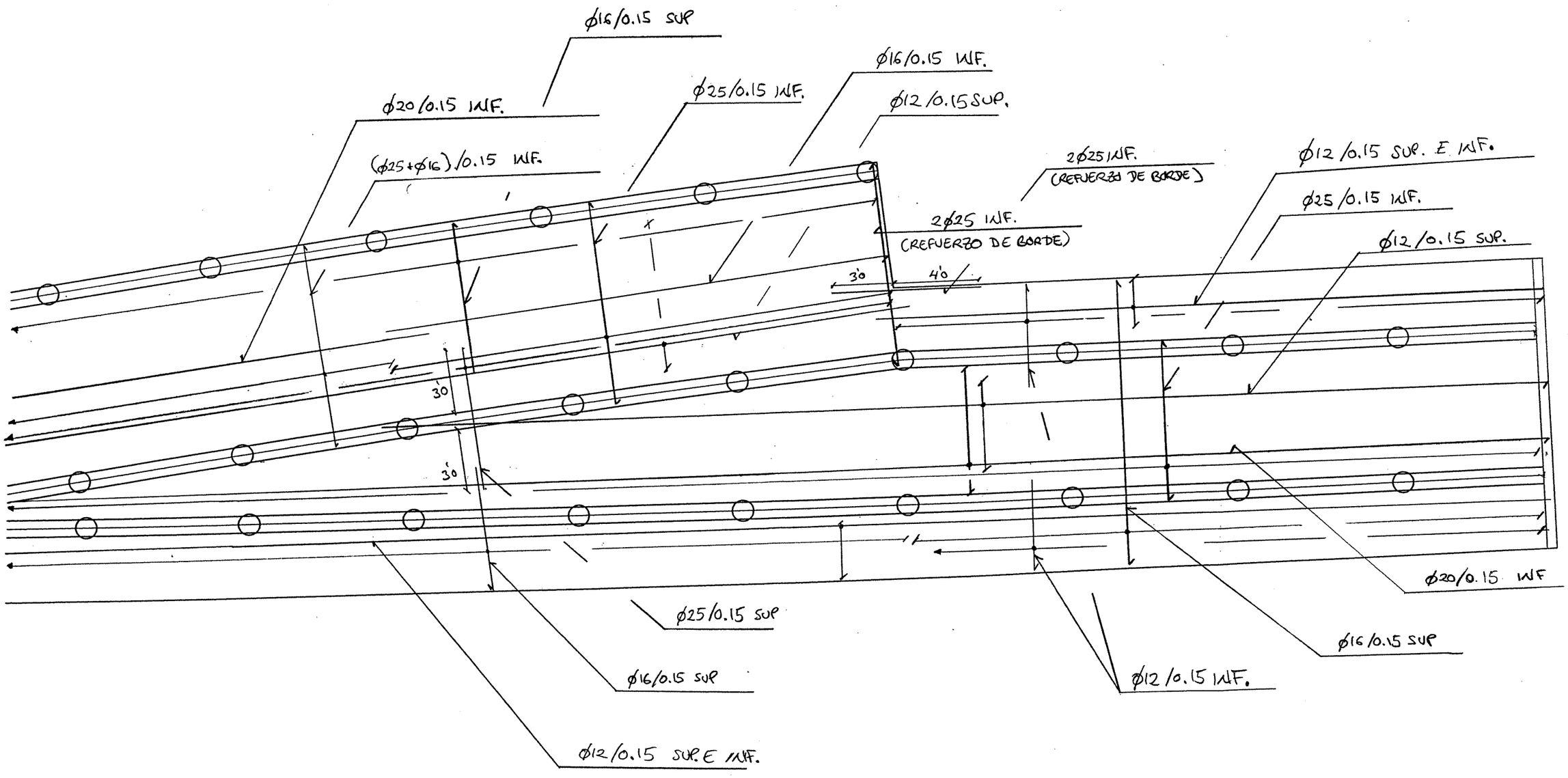
$M_d = -151'9 \cdot 0'45 = -68'36$ mt $< 119'3$ mt

CROQUIS de ARMADURA

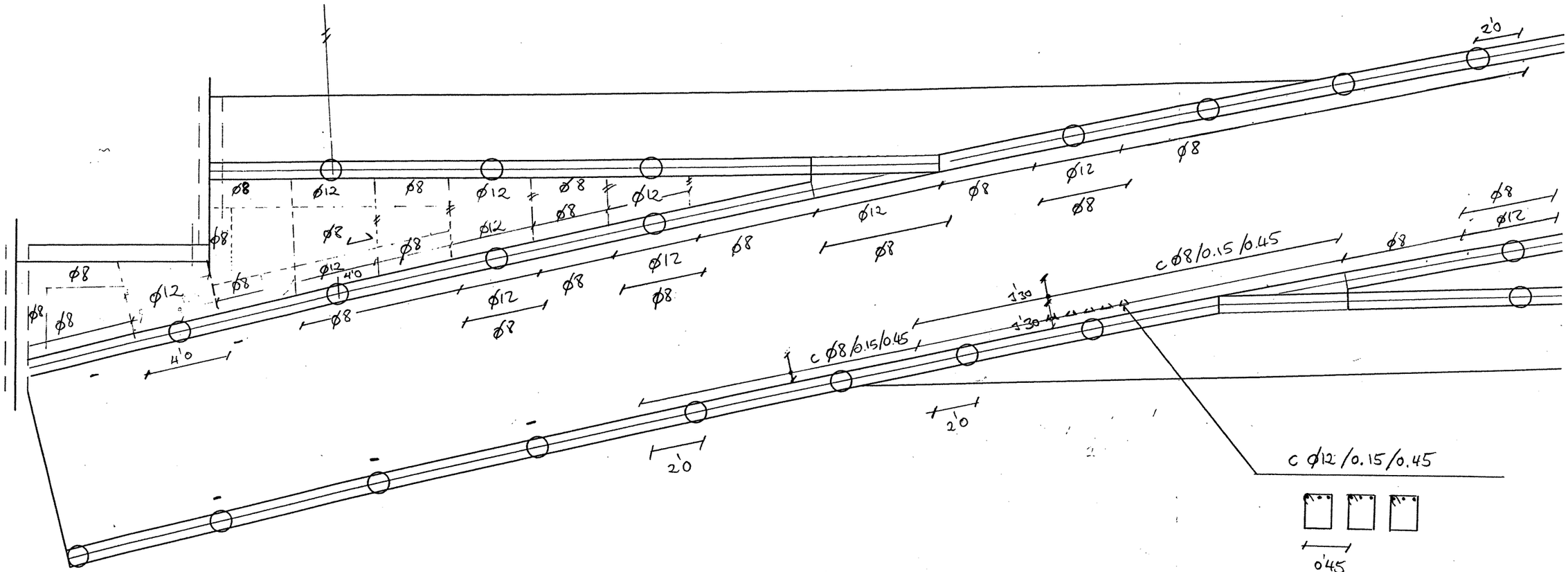
(ARMADURA de LOSA (I))



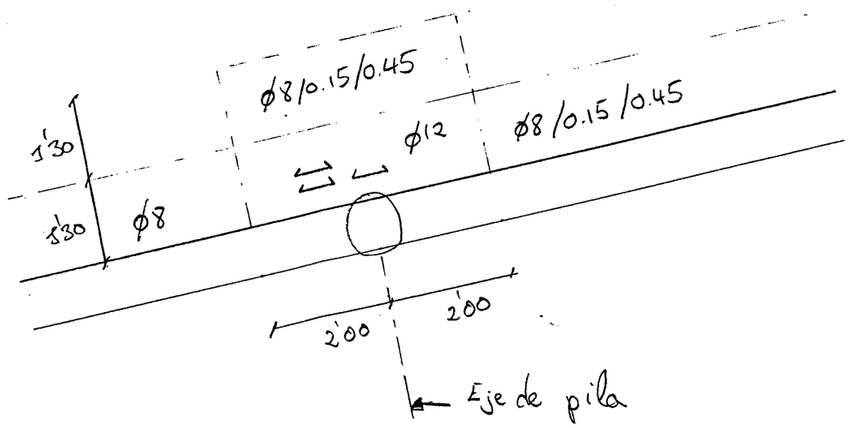
1/200

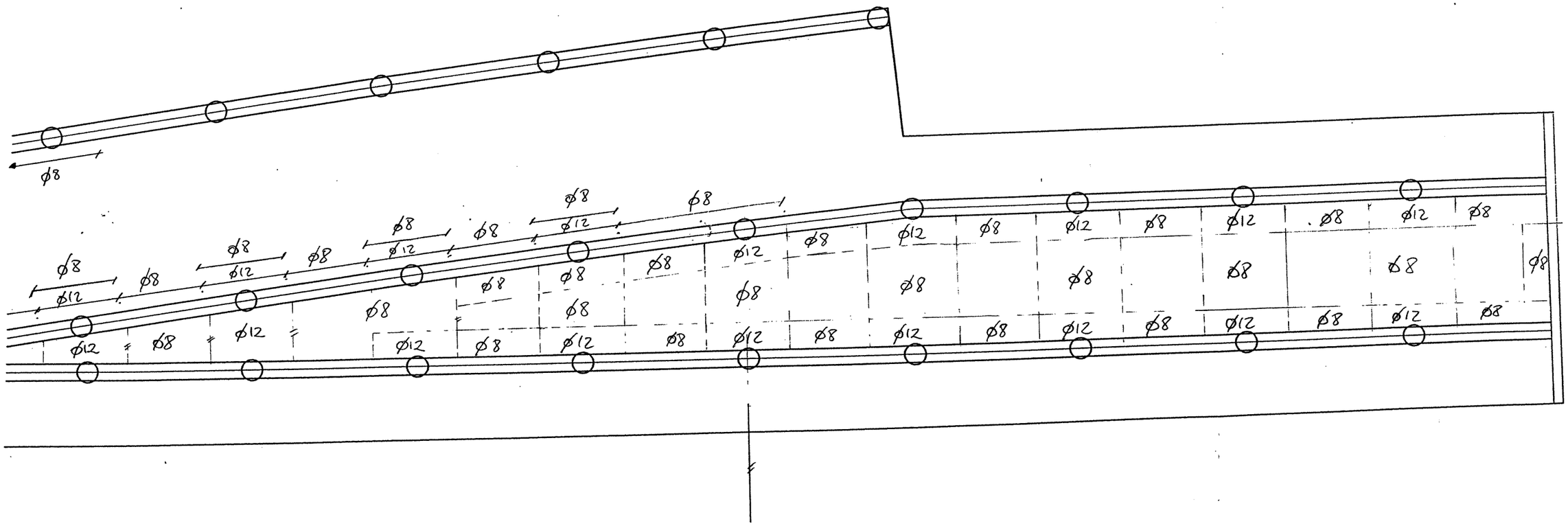

ϕ16/0.15 SUP
ϕ20/0.15 INF.
ϕ25/0.15 INF.
ϕ16/0.15 INF.
ϕ12/0.15 SUP.
(ϕ25+ϕ16)/0.15 INF.
2ϕ25 INF.
(REFUERZO DE BORDE)
ϕ12/0.15 SUP. E INF.
ϕ25/0.15 INF.
2ϕ25 INF.
(REFUERZO DE BORDE)
ϕ12/0.15 SUP.
3'0
4'0
3'0
3'0
ϕ20/0.15 INF
ϕ25/0.15 SUP
ϕ16/0.15 SUP
ϕ16/0.15 SUP
ϕ12/0.15 INF.
ϕ12/0.15 SUP. E INF.

ARMADURA de LOSA : CERCOS de CORTANTE

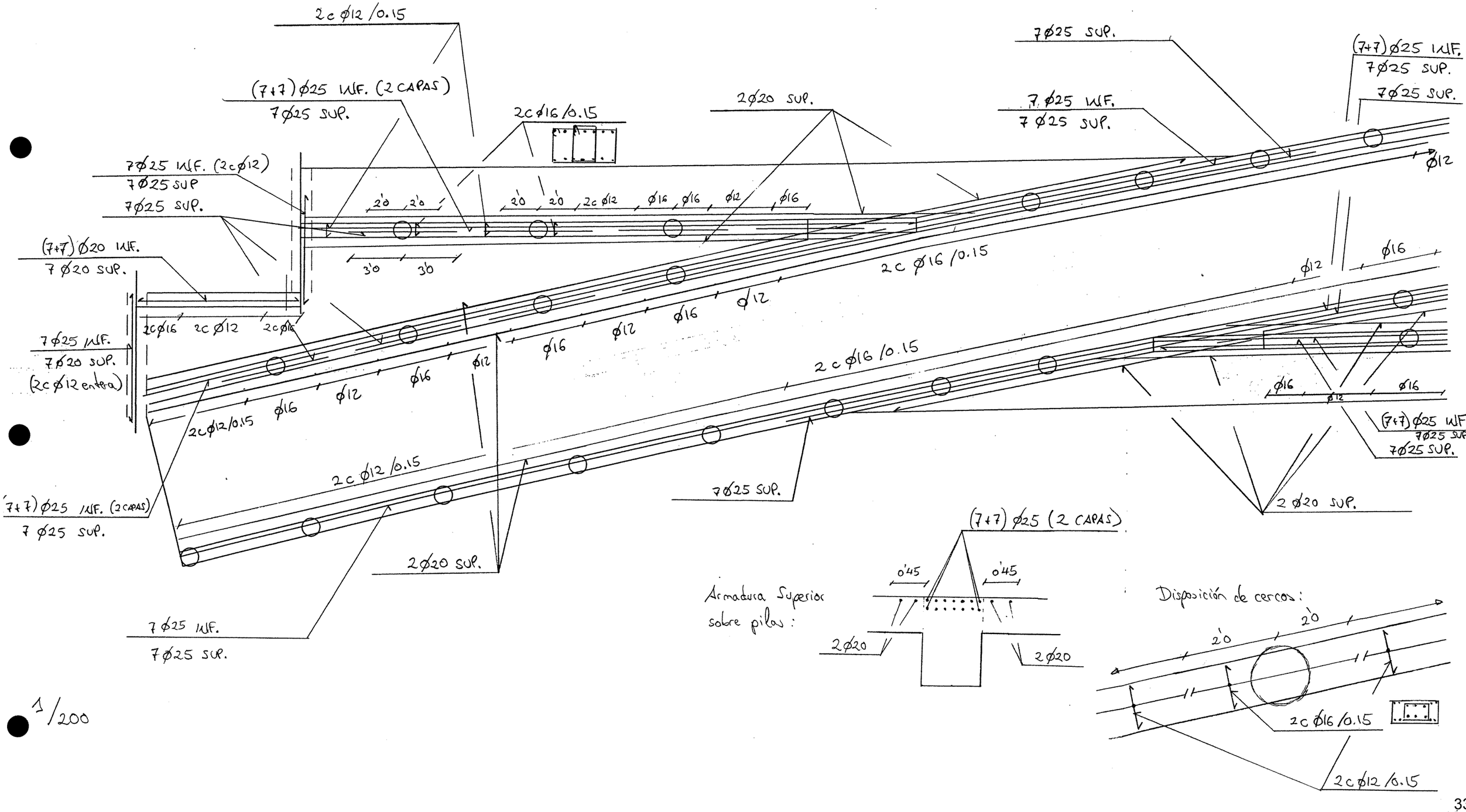


Disposición de cercos:



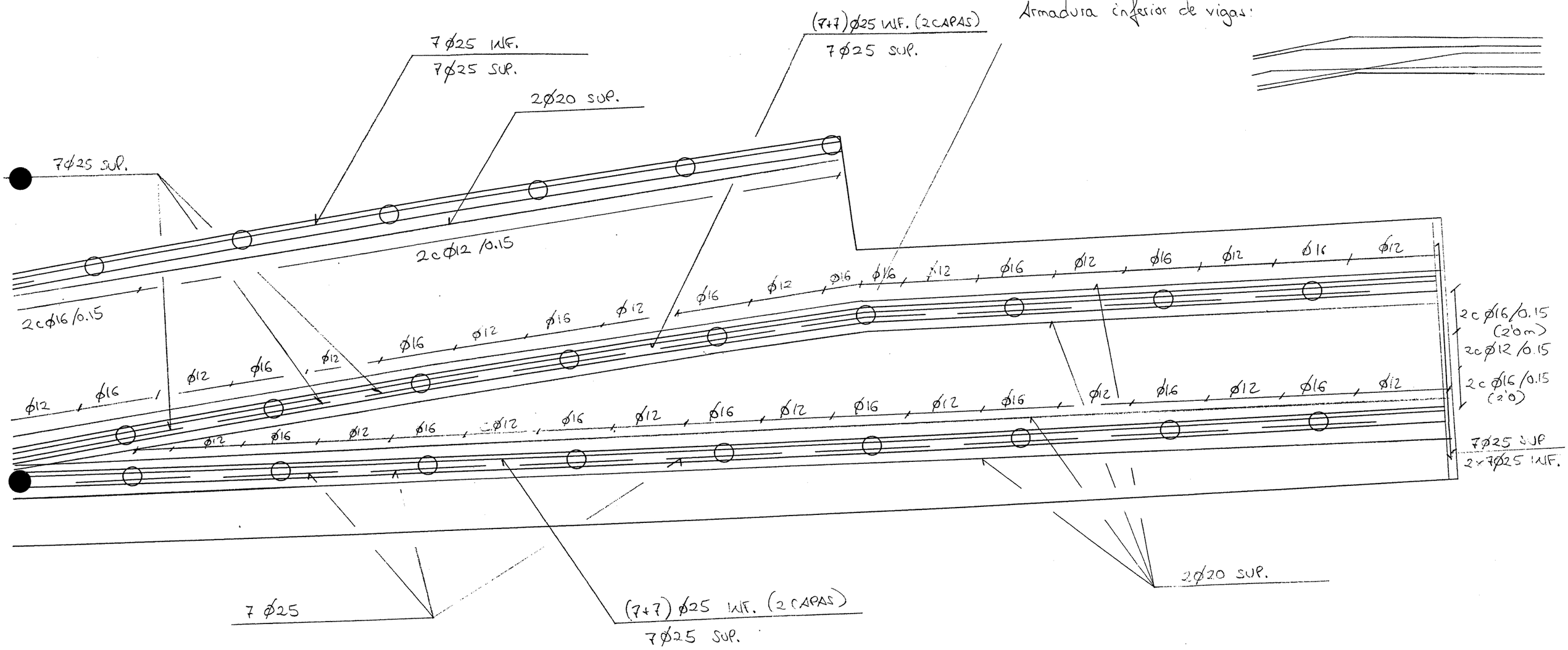

ϕ8
ϕ12

ARMADURA de VIGAS

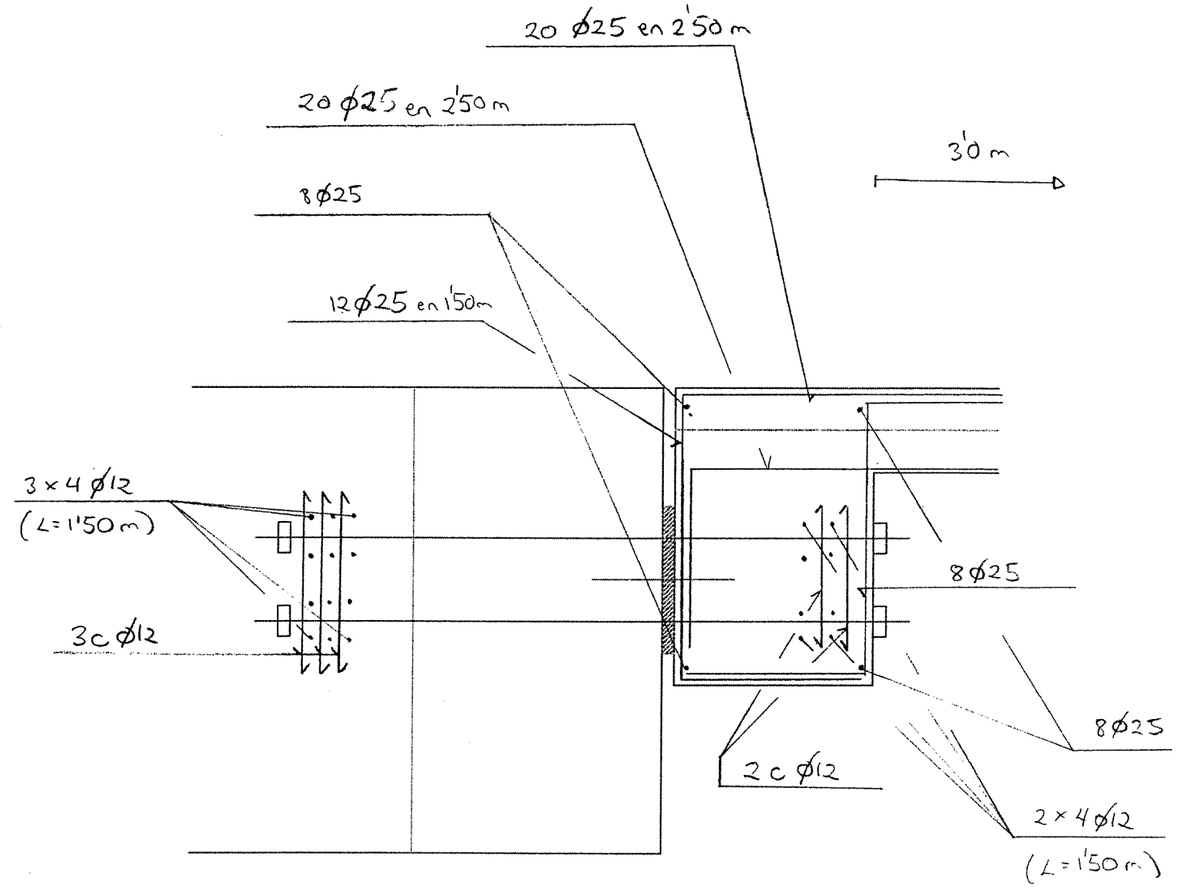


1/200

Armadura inferior de vigas:

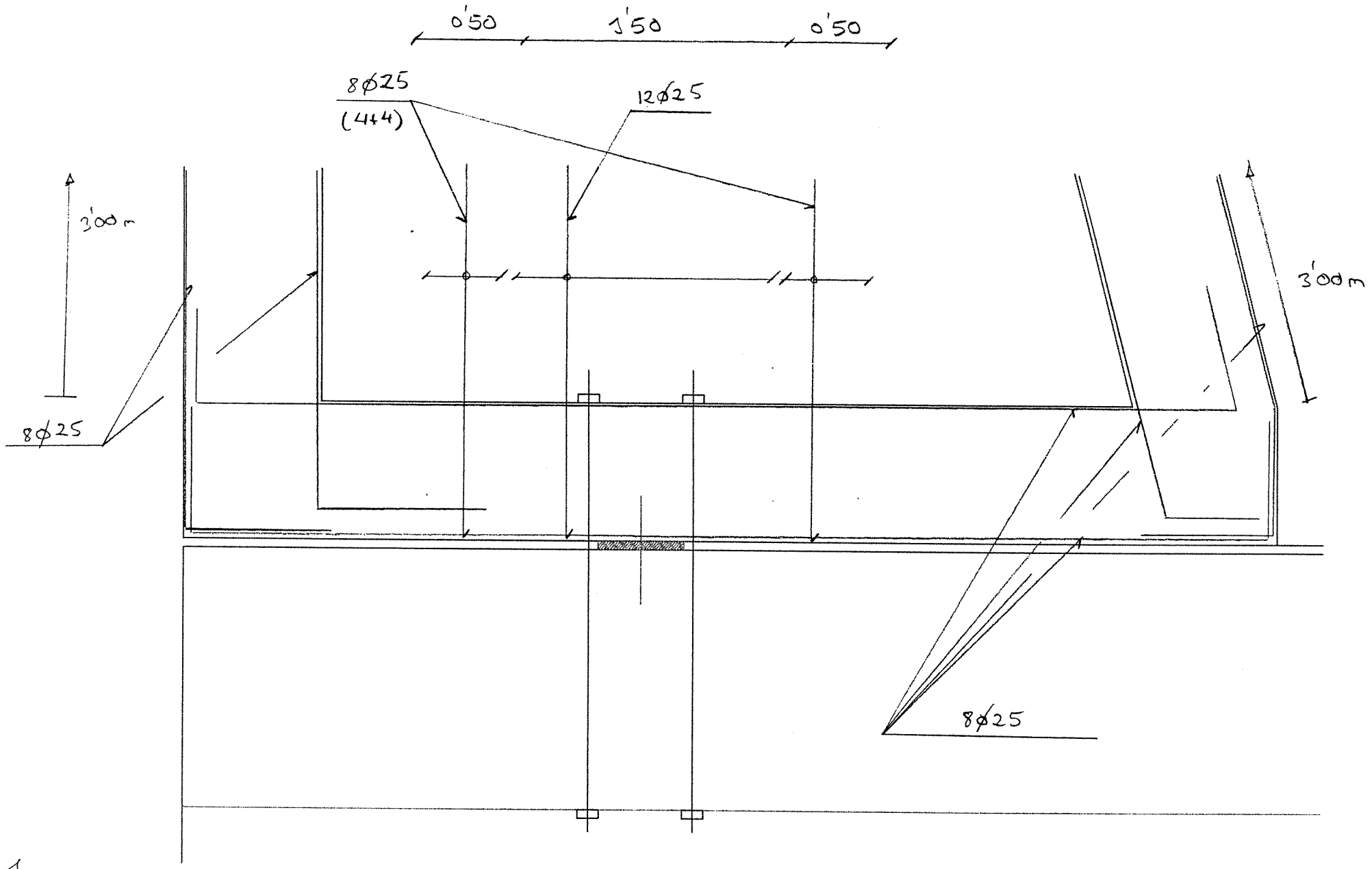

7 ϕ25 INF.
7 ϕ25 SUP.
2 ϕ20 SUP.
(7+7) ϕ25 INF. (2 CAPAS)
7 ϕ25 SUP.
7 ϕ25 SUP.
2c ϕ12 /0.15
2c ϕ16/0.15
ϕ12 ϕ16 ϕ12 ϕ16 ϕ12 ϕ16

SECCIÓN POR ANCLAJE (ARMADURA)



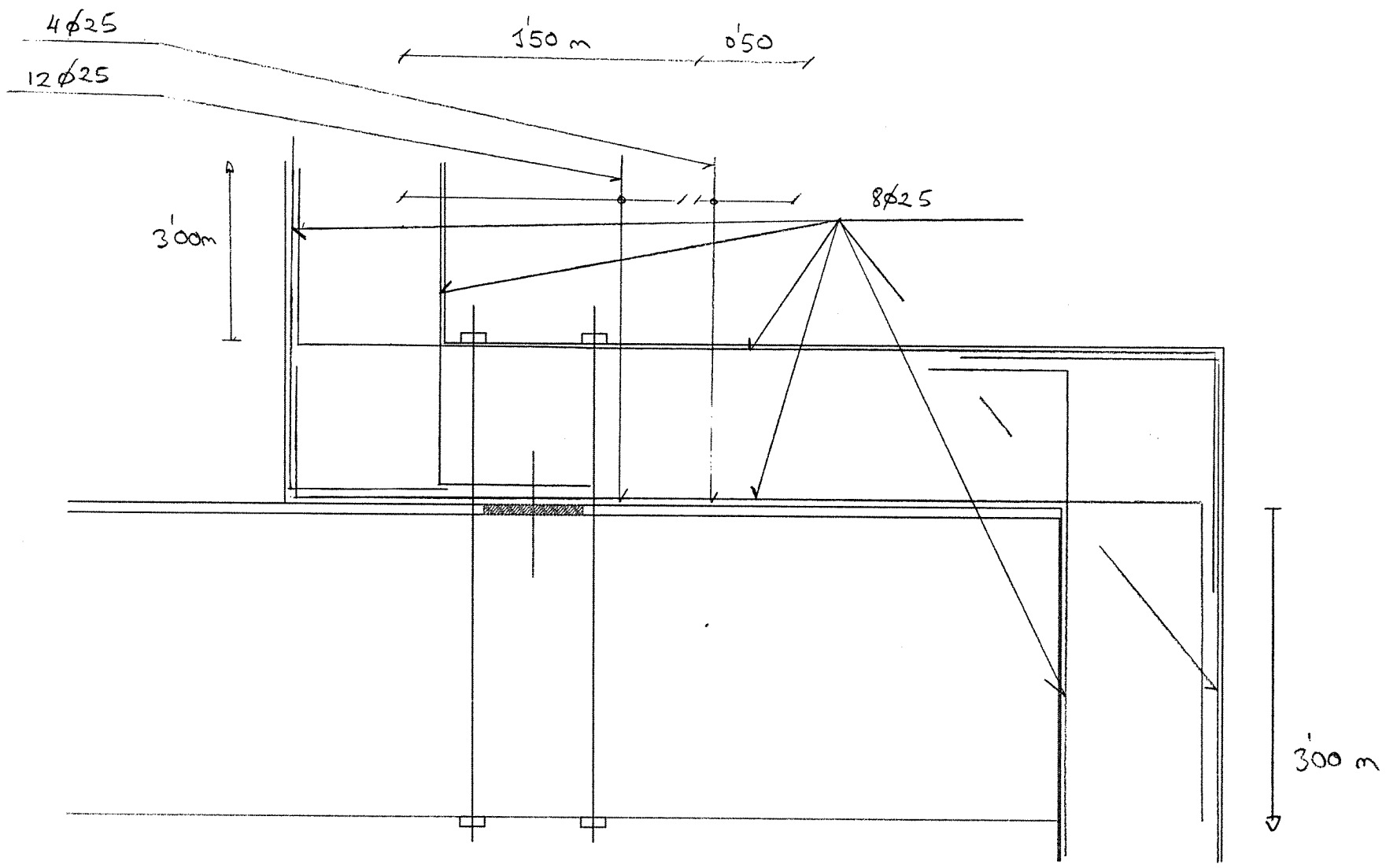
1/25

ARMADURA ANCLAJE DERECHO (PLANTA)



1/30

ARMADURA ANCLAJE IZQUIERDO (PLANTA)



1/30

5.1. INTERACCIÓN VÍA – TABLERO

TENSIONES EN EL CARRIL

La interacción entre la vía y la estructura supone un incremento de las tensiones en la vía, bien para transmitir los esfuerzos al tablero, bien para coartar sus movimientos.

Las acciones que incrementan las tensiones son el frenado, las deformaciones reológicas y el incremento de temperatura. El arranque no se ha considerado puesto que su valor máximo siempre será inferior al del frenado.

En el caso de la temperatura, se han considerado cuatro situaciones según la época en la que se coloquen las vías. De esta forma, si se colocan en verano se considerará el máximo decremento de temperatura; si es en invierno, el máximo incremento; en otoño, la mitad del máximo incremento y en primavera la mitad del máximo decremento de temperatura.

Al alcanzarse el máximo valor de la resistencia al desplazamiento relativo vía-estructura prácticamente en la totalidad del viaducto tanto con el máximo decremento de temperatura como con las deformaciones reológicas, no es posible combinar linealmente ambos efectos, y es necesario combinarlos previamente. De todos modos, al haberse alcanzado el máximo valor de resistencia, cabe esperar que aumenten poco los esfuerzos.

El frenado, sin embargo, sí puede combinarse con las deformaciones impuestas, puesto que la resistencia al desplazamiento de la vía cargada aumenta 3 veces.

Los valores de los axiles producidos por estas acciones en la vía se incluyen en las siguientes páginas, así como esquemas de las leyes.

Combinando las acciones longitudinales, se tienen los siguientes resultados, donde se ha tomado el área de los carriles UIC-60:

451

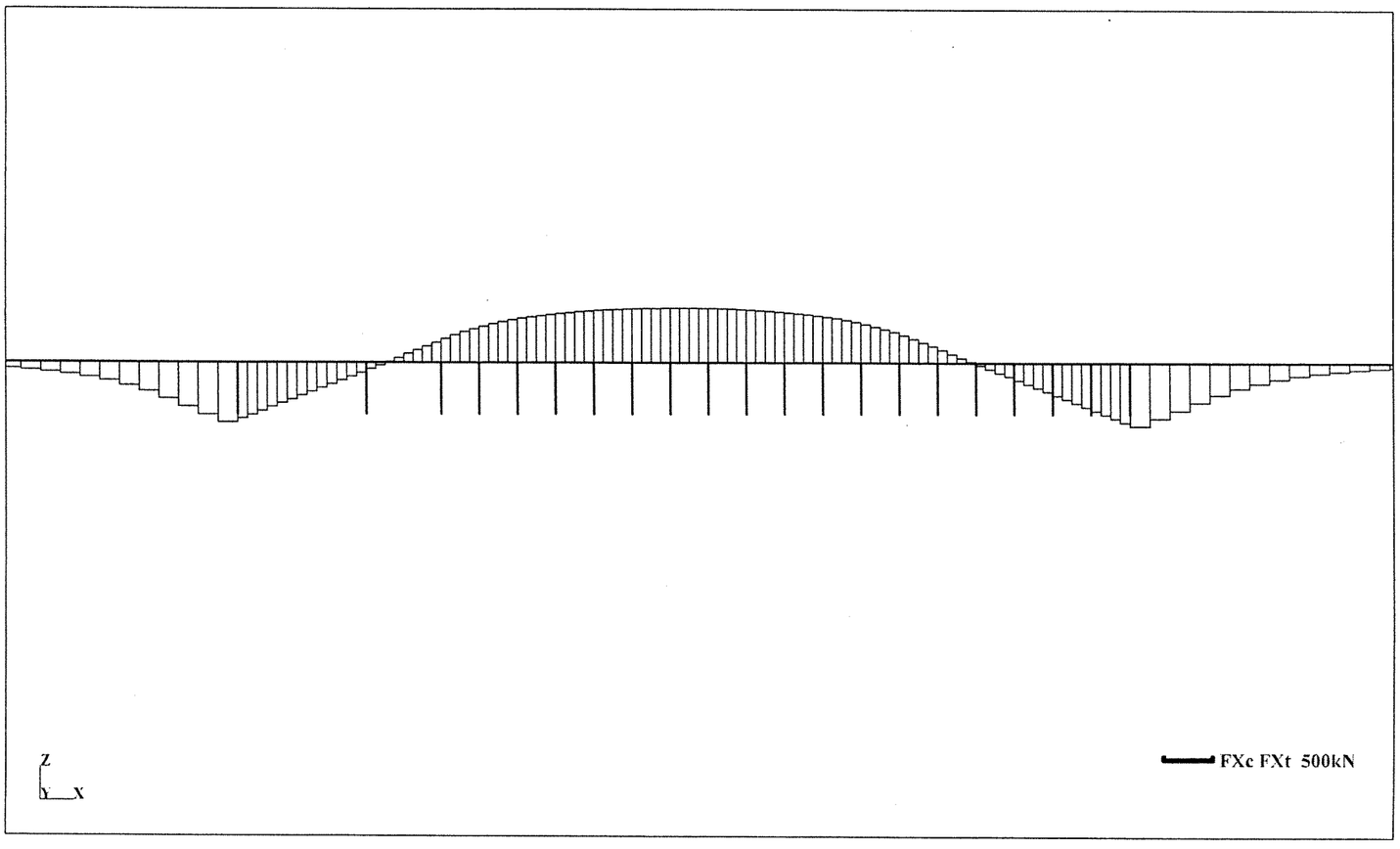
TENSIONES EN EL CARRIL PRODUCIDAS POR ACCIONES LONGITUDINALES

Unidades en MPa

	Estribo 2				Centro de tablero			
Acciones reológicas	- 43.74				+ 48.68			
Frenado	± 22.00				± 1.23			
Temperatura	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
	- 28.92	- 39.77	+ 28.99	+ 39.77	+ 18.47	+ 36.13	- 18.47	- 36.13
Temperatura + Reología	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
	- 45.65	- 46.33	- 38.63	- 26.00	+ 58.97	+ 64.25	+ 33.44	+ 15.73
Máxima Tracción	- 67.65	- 68.33	- 65.74	- 65.74	- 1.23	- 1.23	- 19.70	- 37.36
Máxima Compresión	+ 22.00	+ 22.00	+ 50.99	+ 61.70	+ 60.20	+ 65.48	+ 49.91	+ 49.91

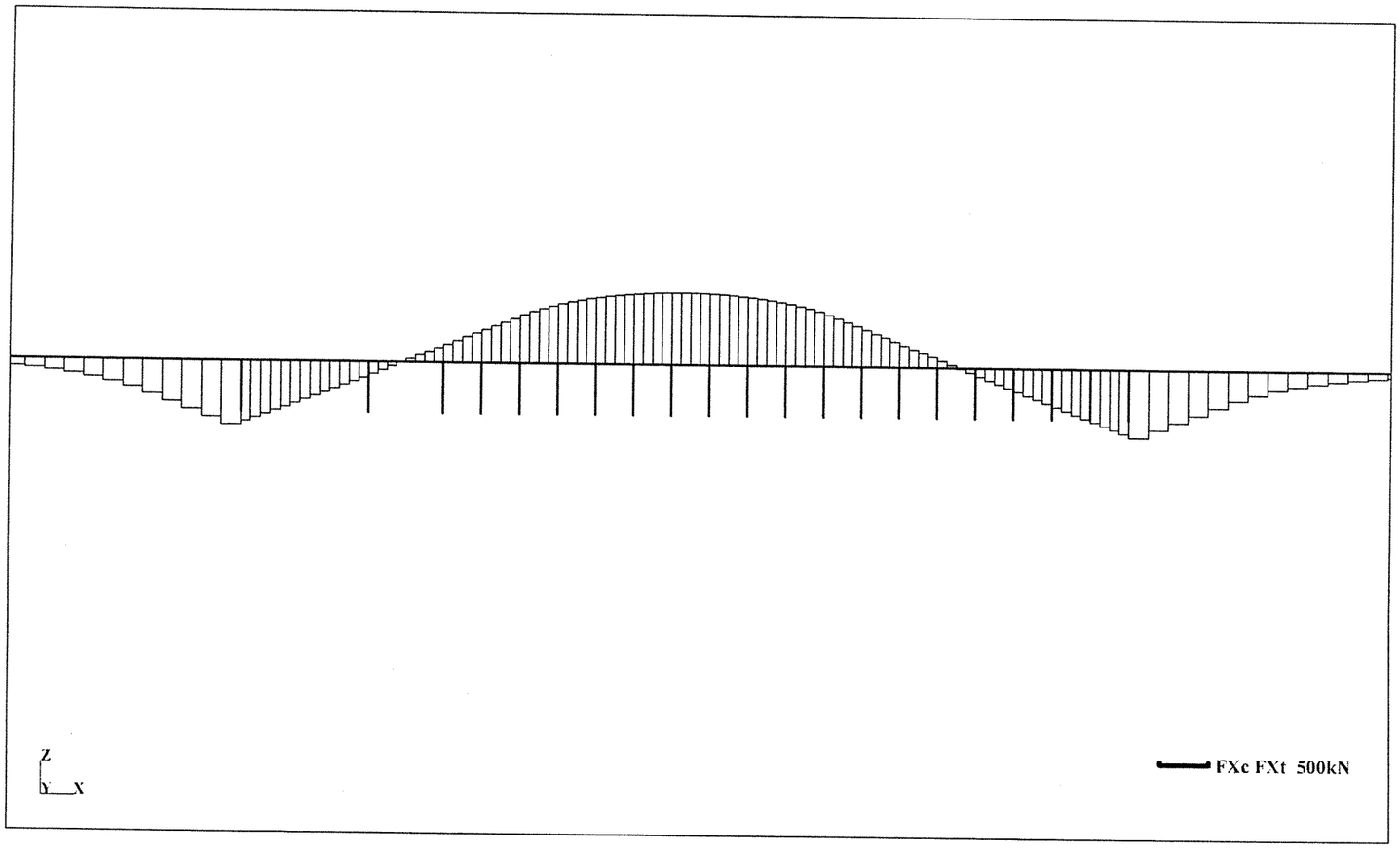
Los valores negativos indican tensiones de tracción mientras que los positivos indican compresión.

MÁXIMO DECREMENTO DE TEMPERATURA. Ley de Axiles:

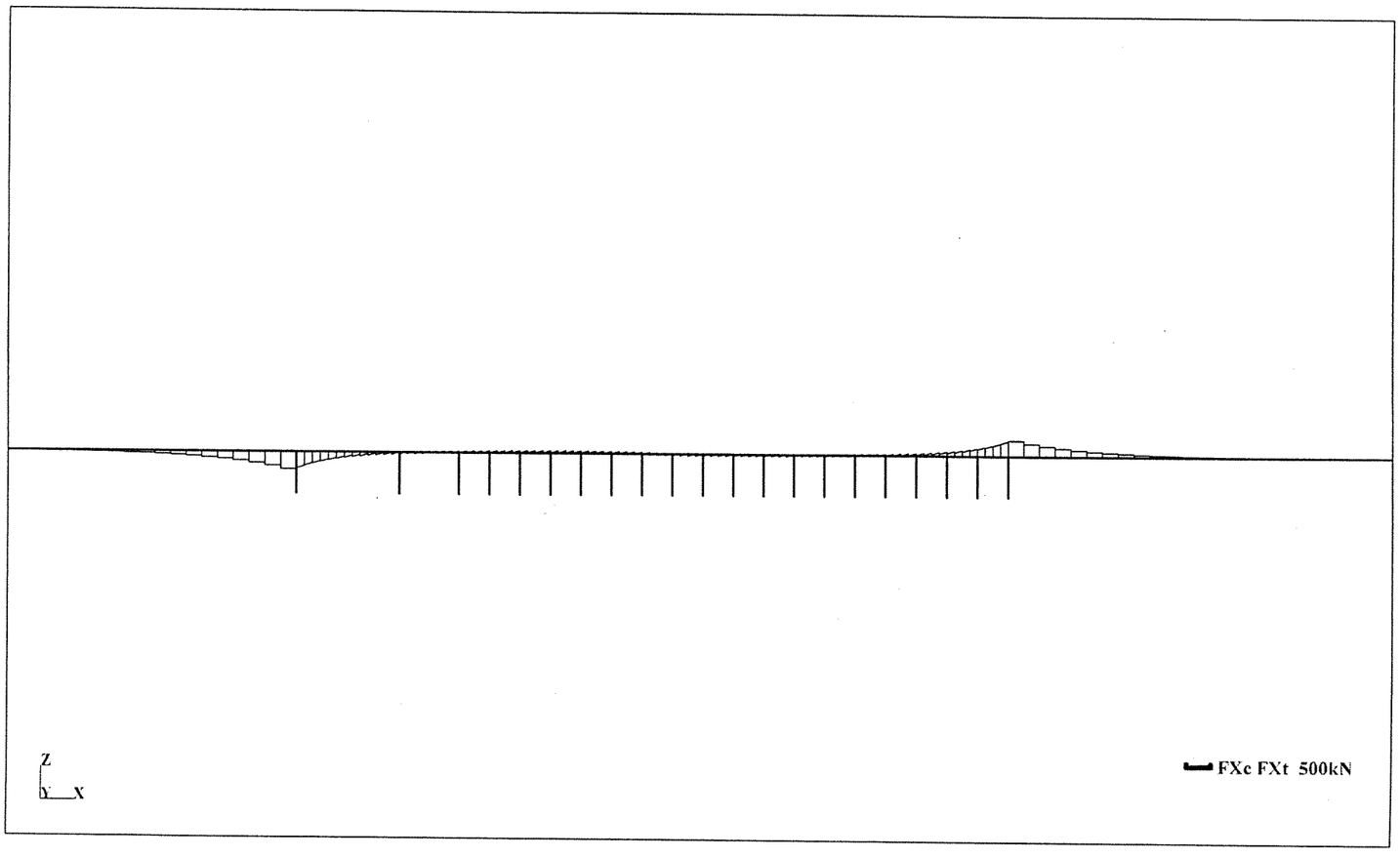


254
2

ACCIONES REOLÓGICAS. Ley de Axiles:



FRENADO Y ARRANQUE P.K.+ EC1. Ley de Axiles en la vía



MÍNIMO DECREMENTO DE TEMPERATURA

- Caso: 1 (MÍNIMO DECREMENTO DE T

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 1	-418.9814
301/ 302/ 1	-418.9814
314/ 314/ 1	63.9723
314/ 315/ 1	63.9723
322/ 322/ 1	201.6590
322/ 323/ 1	201.6590
326/ 326/ 1	235.4677
326/ 327/ 1	235.4677
330/ 330/ 1	256.9935
330/ 331/ 1	256.9935
334/ 334/ 1	270.4877
334/ 335/ 1	270.4877
338/ 338/ 1	278.6157
338/ 339/ 1	278.6157
342/ 342/ 1	282.9826
342/ 343/ 1	282.9826
346/ 346/ 1	284.4510
346/ 347/ 1	284.4510
350/ 350/ 1	283.4186
350/ 351/ 1	283.4186
356/ 356/ 1	276.7154
356/ 357/ 1	276.7154
360/ 360/ 1	267.5222
360/ 361/ 1	267.5222
364/ 364/ 1	252.5486
364/ 365/ 1	252.5486
370/ 370/ 1	212.3313
370/ 371/ 1	212.3313
374/ 374/ 1	165.9532
374/ 375/ 1	165.9532
378/ 378/ 1	93.7342
378/ 379/ 1	93.7342
382/ 382/ 1	-18.5892
382/ 383/ 1	-18.5892
386/ 386/ 1	-172.3720
386/ 387/ 1	-172.3720
390/ 390/ 1	-328.3720
390/ 391/ 1	-328.3720
393/ 393/ 1	-445.3720
393/ 394/ 1	-445.3720
501/ 501/ 1	-418.9814
501/ 502/ 1	-418.9814
514/ 514/ 1	63.9723
514/ 515/ 1	63.9723
522/ 522/ 1	201.6590
522/ 523/ 1	201.6590
526/ 526/ 1	235.4677
526/ 527/ 1	235.4677
530/ 530/ 1	256.9935

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Int_R_T.rtd**
Proyecto: Interacción vía - tablero

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 1	256.9935
534/ 534/ 1	270.4877
534/ 535/ 1	270.4877
538/ 538/ 1	278.6157
538/ 539/ 1	278.6157
542/ 542/ 1	282.9826
542/ 543/ 1	282.9826
546/ 546/ 1	284.4510
546/ 547/ 1	284.4510
550/ 550/ 1	283.4186
550/ 551/ 1	283.4186
554/ 554/ 1	279.7455
554/ 555/ 1	279.7455
558/ 558/ 1	272.7062
558/ 559/ 1	272.7062
562/ 562/ 1	260.9105
562/ 563/ 1	260.9105
566/ 566/ 1	242.0286
566/ 567/ 1	242.0286
570/ 570/ 1	212.3313
570/ 571/ 1	212.3313
574/ 574/ 1	165.9532
574/ 575/ 1	165.9532
578/ 578/ 1	93.7342
578/ 579/ 1	93.7342
582/ 582/ 1	-18.5892
582/ 583/ 1	-18.5892
586/ 586/ 1	-172.3720
586/ 587/ 1	-172.3720
590/ 590/ 1	-328.3720
590/ 591/ 1	-328.3720
593/ 593/ 1	-445.3720
593/ 594/ 1	-445.3720

MÁXIMO DECREMENTO DE TEMPERATURA

- Caso: 2 (MÁXIMO DECREMENTO DE T

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 2	-574.9277
301/ 302/ 2	-574.9277
314/ 314/ 2	-67.9277
314/ 315/ 2	-67.9277
322/ 322/ 2	244.0709
322/ 323/ 2	244.0709
326/ 326/ 2	371.3291
326/ 327/ 2	371.3291
330/ 330/ 2	452.3833
330/ 331/ 2	452.3833
334/ 334/ 2	503.2421
334/ 335/ 2	503.2421
338/ 338/ 2	533.9505
338/ 339/ 2	533.9505
342/ 342/ 2	550.5736
342/ 343/ 2	550.5736
346/ 346/ 2	556.3945
346/ 347/ 2	556.3945
350/ 350/ 2	552.7158
350/ 351/ 2	552.7158
356/ 356/ 2	527.4318
356/ 357/ 2	527.4318
360/ 360/ 2	492.5395
360/ 361/ 2	492.5395
364/ 364/ 2	435.6271
364/ 365/ 2	435.6271
370/ 370/ 2	282.6703
370/ 371/ 2	282.6703
374/ 374/ 2	128.4859
374/ 375/ 2	128.4859
378/ 378/ 2	-27.4323
378/ 379/ 2	-27.4323
382/ 382/ 2	-183.4323
382/ 383/ 2	-183.4323
386/ 386/ 2	-339.4323
386/ 387/ 2	-339.4323
390/ 390/ 2	-495.4323
390/ 391/ 2	-495.4323
393/ 393/ 2	-612.4323
393/ 394/ 2	-612.4323
501/ 501/ 2	-574.9277
501/ 502/ 2	-574.9277
514/ 514/ 2	-67.9277
514/ 515/ 2	-67.9277
522/ 522/ 2	244.0709
522/ 523/ 2	244.0709
526/ 526/ 2	371.3291
526/ 527/ 2	371.3291
530/ 530/ 2	452.3833

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 2	452.3833
534/ 534/ 2	503.2421
534/ 535/ 2	503.2421
538/ 538/ 2	533.9505
538/ 539/ 2	533.9505
542/ 542/ 2	550.5736
542/ 543/ 2	550.5736
546/ 546/ 2	556.3945
546/ 547/ 2	556.3945
550/ 550/ 2	552.7158
550/ 551/ 2	552.7158
554/ 554/ 2	538.9020
554/ 555/ 2	538.9020
558/ 558/ 2	512.2249
558/ 559/ 2	512.2249
562/ 562/ 2	467.4155
562/ 563/ 2	467.4155
566/ 566/ 2	395.6237
566/ 567/ 2	395.6237
570/ 570/ 2	282.6703
570/ 571/ 2	282.6703
574/ 574/ 2	128.4859
574/ 575/ 2	128.4859
578/ 578/ 2	-27.4323
578/ 579/ 2	-27.4323
582/ 582/ 2	-183.4323
582/ 583/ 2	-183.4323
586/ 586/ 2	-339.4323
586/ 587/ 2	-339.4323
590/ 590/ 2	-495.4323
590/ 591/ 2	-495.4323
593/ 593/ 2	-612.4323
593/ 594/ 2	-612.4323

MÍNIMO INCREMENTO DE TEMPERATURA

- Caso: 3 (MÍNIMO INCREMENTO DE TI

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 3	418.9814
301/ 302/ 3	418.9814
314/ 314/ 3	-63.9723
314/ 315/ 3	-63.9723
322/ 322/ 3	-201.6590
322/ 323/ 3	-201.6590
326/ 326/ 3	-235.4677
326/ 327/ 3	-235.4677
330/ 330/ 3	-256.9935
330/ 331/ 3	-256.9935
334/ 334/ 3	-270.4877
334/ 335/ 3	-270.4877
338/ 338/ 3	-278.6157
338/ 339/ 3	-278.6157
342/ 342/ 3	-282.9826
342/ 343/ 3	-282.9826
346/ 346/ 3	-284.4510
346/ 347/ 3	-284.4510
350/ 350/ 3	-283.4186
350/ 351/ 3	-283.4186
356/ 356/ 3	-276.7154
356/ 357/ 3	-276.7154
360/ 360/ 3	-267.5222
360/ 361/ 3	-267.5222
364/ 364/ 3	-252.5486
364/ 365/ 3	-252.5486
370/ 370/ 3	-212.3313
370/ 371/ 3	-212.3313
374/ 374/ 3	-165.9532
374/ 375/ 3	-165.9532
378/ 378/ 3	-93.7342
378/ 379/ 3	-93.7342
382/ 382/ 3	18.5892
382/ 383/ 3	18.5892
386/ 386/ 3	172.3720
386/ 387/ 3	172.3720
390/ 390/ 3	328.3720
390/ 391/ 3	328.3720
393/ 393/ 3	445.3720
393/ 394/ 3	445.3720
501/ 501/ 3	418.9814
501/ 502/ 3	418.9814
514/ 514/ 3	-63.9723
514/ 515/ 3	-63.9723
522/ 522/ 3	-201.6590
522/ 523/ 3	-201.6590
526/ 526/ 3	-235.4677
526/ 527/ 3	-235.4677
530/ 530/ 3	-256.9935

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Int_R_T.rtd**
Proyecto: Interacción vía - tablero

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 3	-256.9935
534/ 534/ 3	-270.4877
534/ 535/ 3	-270.4877
538/ 538/ 3	-278.6157
538/ 539/ 3	-278.6157
542/ 542/ 3	-282.9826
542/ 543/ 3	-282.9826
546/ 546/ 3	-284.4510
546/ 547/ 3	-284.4510
550/ 550/ 3	-283.4186
550/ 551/ 3	-283.4186
554/ 554/ 3	-279.7455
554/ 555/ 3	-279.7455
558/ 558/ 3	-272.7062
558/ 559/ 3	-272.7062
562/ 562/ 3	-260.9105
562/ 563/ 3	-260.9105
566/ 566/ 3	-242.0286
566/ 567/ 3	-242.0286
570/ 570/ 3	-212.3313
570/ 571/ 3	-212.3313
574/ 574/ 3	-165.9532
574/ 575/ 3	-165.9532
578/ 578/ 3	-93.7342
578/ 579/ 3	-93.7342
582/ 582/ 3	18.5892
582/ 583/ 3	18.5892
586/ 586/ 3	172.3720
586/ 587/ 3	172.3720
590/ 590/ 3	328.3720
590/ 591/ 3	328.3720
593/ 593/ 3	445.3720
593/ 594/ 3	445.3720

MÁXIMO INCREMENTO DE TEMPERATURA

- Caso: 4 (MÁXIMO INCREMENTO DE T

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 4	574.9277
301/ 302/ 4	574.9277
314/ 314/ 4	67.9277
314/ 315/ 4	67.9277
322/ 322/ 4	-244.0709
322/ 323/ 4	-244.0709
326/ 326/ 4	-371.3291
326/ 327/ 4	-371.3291
330/ 330/ 4	-452.3833
330/ 331/ 4	-452.3833
334/ 334/ 4	-503.2421
334/ 335/ 4	-503.2421
338/ 338/ 4	-533.9505
338/ 339/ 4	-533.9505
342/ 342/ 4	-550.5736
342/ 343/ 4	-550.5736
346/ 346/ 4	-556.3945
346/ 347/ 4	-556.3945
350/ 350/ 4	-552.7158
350/ 351/ 4	-552.7158
356/ 356/ 4	-527.4318
356/ 357/ 4	-527.4318
360/ 360/ 4	-492.5395
360/ 361/ 4	-492.5395
364/ 364/ 4	-435.6271
364/ 365/ 4	-435.6271
370/ 370/ 4	-282.6703
370/ 371/ 4	-282.6703
374/ 374/ 4	-128.4859
374/ 375/ 4	-128.4859
378/ 378/ 4	27.4323
378/ 379/ 4	27.4323
382/ 382/ 4	183.4323
382/ 383/ 4	183.4323
386/ 386/ 4	339.4323
386/ 387/ 4	339.4323
390/ 390/ 4	495.4323
390/ 391/ 4	495.4323
393/ 393/ 4	612.4323
393/ 394/ 4	612.4323
501/ 501/ 4	574.9277
501/ 502/ 4	574.9277
514/ 514/ 4	67.9277
514/ 515/ 4	67.9277
522/ 522/ 4	-244.0709
522/ 523/ 4	-244.0709
526/ 526/ 4	-371.3291
526/ 527/ 4	-371.3291
530/ 530/ 4	-452.3833

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Int_R_T.rtd**
Proyecto: Interacción vía - tablero

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 4	-452.3833
534/ 534/ 4	-503.2421
534/ 535/ 4	-503.2421
538/ 538/ 4	-533.9505
538/ 539/ 4	-533.9505
542/ 542/ 4	-550.5736
542/ 543/ 4	-550.5736
546/ 546/ 4	-556.3945
546/ 547/ 4	-556.3945
550/ 550/ 4	-552.7158
550/ 551/ 4	-552.7158
554/ 554/ 4	-538.9020
554/ 555/ 4	-538.9020
558/ 558/ 4	-512.2249
558/ 559/ 4	-512.2249
562/ 562/ 4	-467.4155
562/ 563/ 4	-467.4155
566/ 566/ 4	-395.6237
566/ 567/ 4	-395.6237
570/ 570/ 4	-282.6703
570/ 571/ 4	-282.6703
574/ 574/ 4	-128.4859
574/ 575/ 4	-128.4859
578/ 578/ 4	27.4323
578/ 579/ 4	27.4323
582/ 582/ 4	183.4323
582/ 583/ 4	183.4323
586/ 586/ 4	339.4323
586/ 587/ 4	339.4323
590/ 590/ 4	495.4323
590/ 591/ 4	495.4323
593/ 593/ 4	612.4323
593/ 594/ 4	612.4323

ACCIONES REOLÓGICAS

- Caso: 5 (ACCIONES REOLÓGICAS)

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 5	-628.7196
301/ 302/ 5	-628.7196
314/ 314/ 5	-121.7196
314/ 315/ 5	-121.7196
322/ 322/ 5	190.2804
322/ 323/ 5	190.2804
326/ 326/ 5	346.1577
326/ 327/ 5	346.1577
330/ 330/ 5	503.0567
330/ 331/ 5	503.0567
334/ 334/ 5	623.7746
334/ 335/ 5	623.7746
338/ 338/ 5	696.6335
338/ 339/ 5	696.6335
342/ 342/ 5	736.0235
342/ 343/ 5	736.0235
346/ 346/ 5	749.7243
346/ 347/ 5	749.7243
350/ 350/ 5	740.6247
350/ 351/ 5	740.6247
356/ 356/ 5	679.2027
356/ 357/ 5	679.2027
360/ 360/ 5	594.6028
360/ 361/ 5	594.6028
364/ 364/ 5	457.5823
364/ 365/ 5	457.5823
370/ 370/ 5	223.4781
370/ 371/ 5	223.4781
374/ 374/ 5	67.4781
374/ 375/ 5	67.4781
378/ 378/ 5	-88.5219
378/ 379/ 5	-88.5219
382/ 382/ 5	-244.5219
382/ 383/ 5	-244.5219
386/ 386/ 5	-400.5219
386/ 387/ 5	-400.5219
390/ 390/ 5	-556.5219
390/ 391/ 5	-556.5219
393/ 393/ 5	-673.5219
393/ 394/ 5	-673.5219
501/ 501/ 5	-628.7196
501/ 502/ 5	-628.7196
514/ 514/ 5	-121.7196
514/ 515/ 5	-121.7196
522/ 522/ 5	190.2804
522/ 523/ 5	190.2804
526/ 526/ 5	346.1577
526/ 527/ 5	346.1577
530/ 530/ 5	503.0567

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Int_R_T.rtd**
Proyecto: Interacción vía - tablero

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 5	503.0567
534/ 534/ 5	623.7746
534/ 535/ 5	623.7746
538/ 538/ 5	696.6335
538/ 539/ 5	696.6335
542/ 542/ 5	736.0235
542/ 543/ 5	736.0235
546/ 546/ 5	749.7243
546/ 547/ 5	749.7243
550/ 550/ 5	740.6247
550/ 551/ 5	740.6247
554/ 554/ 5	707.0361
554/ 555/ 5	707.0361
558/ 558/ 5	642.3246
558/ 559/ 5	642.3246
562/ 562/ 5	533.7094
562/ 563/ 5	533.7094
566/ 566/ 5	379.3943
566/ 567/ 5	379.3943
570/ 570/ 5	223.4781
570/ 571/ 5	223.4781
574/ 574/ 5	67.4781
574/ 575/ 5	67.4781
578/ 578/ 5	-88.5219
578/ 579/ 5	-88.5219
582/ 582/ 5	-244.5219
582/ 583/ 5	-244.5219
586/ 586/ 5	-400.5219
586/ 587/ 5	-400.5219
590/ 590/ 5	-556.5219
590/ 591/ 5	-556.5219
593/ 593/ 5	-673.5219
593/ 594/ 5	-673.5219

MÍNIMO DECREMENTO DE TEMPERATURA+REOLOGÍA

- Caso: 6 (MÍNIMO DECREMENTO DE T

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 6	-650.7072
301/ 302/ 6	-650.7072
314/ 314/ 6	-143.7072
314/ 315/ 6	-143.7072
322/ 322/ 6	168.2928
322/ 323/ 6	168.2928
326/ 326/ 6	324.2928
326/ 327/ 6	324.2928
330/ 330/ 6	480.2928
330/ 331/ 6	480.2928
334/ 334/ 6	636.0972
334/ 335/ 6	636.0972
338/ 338/ 6	786.6782
338/ 339/ 6	786.6782
342/ 342/ 6	877.1348
342/ 343/ 6	877.1348
346/ 346/ 6	908.1464
346/ 347/ 6	908.1464
350/ 350/ 6	886.0517
350/ 351/ 6	886.0517
356/ 356/ 6	740.9982
356/ 357/ 6	740.9982
360/ 360/ 6	583.8849
360/ 361/ 6	583.8849
364/ 364/ 6	427.9201
364/ 365/ 6	427.9201
370/ 370/ 6	193.9201
370/ 371/ 6	193.9201
374/ 374/ 6	37.9201
374/ 375/ 6	37.9201
378/ 378/ 6	-118.0799
378/ 379/ 6	-118.0799
382/ 382/ 6	-274.0799
382/ 383/ 6	-274.0799
386/ 386/ 6	-430.0799
386/ 387/ 6	-430.0799
390/ 390/ 6	-586.0799
390/ 391/ 6	-586.0799
393/ 393/ 6	-703.0799
393/ 394/ 6	-703.0799
501/ 501/ 6	-650.7072
501/ 502/ 6	-650.7072
514/ 514/ 6	-143.7072
514/ 515/ 6	-143.7072
522/ 522/ 6	168.2928
522/ 523/ 6	168.2928
526/ 526/ 6	324.2928
526/ 527/ 6	324.2928
530/ 530/ 6	480.2928

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Int_R_T.rtd**
Proyecto: Interacción vía - tablero

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 6	480.2928
534/ 534/ 6	636.0972
534/ 535/ 6	636.0972
538/ 538/ 6	786.6782
538/ 539/ 6	786.6782
542/ 542/ 6	877.1348
542/ 543/ 6	877.1348
546/ 546/ 6	908.1464
546/ 547/ 6	908.1464
550/ 550/ 6	886.0517
550/ 551/ 6	886.0517
554/ 554/ 6	806.6139
554/ 555/ 6	806.6139
558/ 558/ 6	661.9813
558/ 559/ 6	661.9813
562/ 562/ 6	505.9201
562/ 563/ 6	505.9201
566/ 566/ 6	349.9201
566/ 567/ 6	349.9201
570/ 570/ 6	193.9201
570/ 571/ 6	193.9201
574/ 574/ 6	37.9201
574/ 575/ 6	37.9201
578/ 578/ 6	-118.0799
578/ 579/ 6	-118.0799
582/ 582/ 6	-274.0799
582/ 583/ 6	-274.0799
586/ 586/ 6	-430.0799
586/ 587/ 6	-430.0799
590/ 590/ 6	-586.0799
590/ 591/ 6	-586.0799
593/ 593/ 6	-703.0799
593/ 594/ 6	-703.0799

MÁXIMO DECREMENTO DE TEMPERATURA+REOLOGÍA

- Caso: 7 (MÁXIMO DECREMENTO DE T

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 7	-654.4888
301/ 302/ 7	-654.4888
314/ 314/ 7	-147.4888
314/ 315/ 7	-147.4888
322/ 322/ 7	164.5112
322/ 323/ 7	164.5112
326/ 326/ 7	320.5112
326/ 327/ 7	320.5112
330/ 330/ 7	476.5112
330/ 331/ 7	476.5112
334/ 334/ 7	632.5112
334/ 335/ 7	632.5112
338/ 338/ 7	788.2969
338/ 339/ 7	788.2969
342/ 342/ 7	933.6809
342/ 343/ 7	933.6809
346/ 346/ 7	989.5033
346/ 347/ 7	989.5033
350/ 350/ 7	946.5702
350/ 351/ 7	946.5702
356/ 356/ 7	729.5720
356/ 357/ 7	729.5720
360/ 360/ 7	573.5720
360/ 361/ 7	573.5720
364/ 364/ 7	417.5720
364/ 365/ 7	417.5720
370/ 370/ 7	183.5720
370/ 371/ 7	183.5720
374/ 374/ 7	27.5720
374/ 375/ 7	27.5720
378/ 378/ 7	-128.4280
378/ 379/ 7	-128.4280
382/ 382/ 7	-284.4280
382/ 383/ 7	-284.4280
386/ 386/ 7	-440.4280
386/ 387/ 7	-440.4280
390/ 390/ 7	-596.4280
390/ 391/ 7	-596.4280
393/ 393/ 7	-713.4280
393/ 394/ 7	-713.4280
501/ 501/ 7	-654.4888
501/ 502/ 7	-654.4888
514/ 514/ 7	-147.4888
514/ 515/ 7	-147.4888
522/ 522/ 7	164.5112
522/ 523/ 7	164.5112
526/ 526/ 7	320.5112
526/ 527/ 7	320.5112
530/ 530/ 7	476.5112

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 7	476.5112
534/ 534/ 7	632.5112
534/ 535/ 7	632.5112
538/ 538/ 7	788.2969
538/ 539/ 7	788.2969
542/ 542/ 7	933.6809
542/ 543/ 7	933.6809
546/ 546/ 7	989.5033
546/ 547/ 7	989.5033
550/ 550/ 7	946.5702
550/ 551/ 7	946.5702
554/ 554/ 7	807.7283
554/ 555/ 7	807.7283
558/ 558/ 7	651.5720
558/ 559/ 7	651.5720
562/ 562/ 7	495.5720
562/ 563/ 7	495.5720
566/ 566/ 7	339.5720
566/ 567/ 7	339.5720
570/ 570/ 7	183.5720
570/ 571/ 7	183.5720
574/ 574/ 7	27.5720
574/ 575/ 7	27.5720
578/ 578/ 7	-128.4280
578/ 579/ 7	-128.4280
582/ 582/ 7	-284.4280
582/ 583/ 7	-284.4280
586/ 586/ 7	-440.4280
586/ 587/ 7	-440.4280
590/ 590/ 7	-596.4280
590/ 591/ 7	-596.4280
593/ 593/ 7	-713.4280
593/ 594/ 7	-713.4280

MÍNIMO INCREMENTO DE TEMPERATURA+REOLOGÍA

- Caso: 8 (MÍNIMO INCREMENTO DE TI

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 8	-558.5734
301/ 302/ 8	-558.5734
314/ 314/ 8	-51.5734
314/ 315/ 8	-51.5734
322/ 322/ 8	255.7201
322/ 323/ 8	255.7201
326/ 326/ 8	361.3941
326/ 327/ 8	361.3941
330/ 330/ 8	428.7001
330/ 331/ 8	428.7001
334/ 334/ 8	470.9314
334/ 335/ 8	470.9314
338/ 338/ 8	496.4291
338/ 339/ 8	496.4291
342/ 342/ 8	510.2289
342/ 343/ 8	510.2289
346/ 346/ 8	515.0566
346/ 347/ 8	515.0566
350/ 350/ 8	512.0135
350/ 351/ 8	512.0135
356/ 356/ 8	491.0990
356/ 357/ 8	491.0990
360/ 360/ 8	462.2367
360/ 361/ 8	462.2367
364/ 364/ 8	415.1597
364/ 365/ 8	415.1597
370/ 370/ 8	288.6364
370/ 371/ 8	288.6364
374/ 374/ 8	146.2984
374/ 375/ 8	146.2984
378/ 378/ 8	-9.8771
378/ 379/ 8	-9.8771
382/ 382/ 8	-165.8771
382/ 383/ 8	-165.8771
386/ 386/ 8	-321.8771
386/ 387/ 8	-321.8771
390/ 390/ 8	-477.8771
390/ 391/ 8	-477.8771
393/ 393/ 8	-594.8771
393/ 394/ 8	-594.8771
501/ 501/ 8	-558.5734
501/ 502/ 8	-558.5734
514/ 514/ 8	-51.5734
514/ 515/ 8	-51.5734
522/ 522/ 8	255.7201
522/ 523/ 8	255.7201
526/ 526/ 8	361.3941
526/ 527/ 8	361.3941
530/ 530/ 8	428.7001

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 8	428.7001
534/ 534/ 8	470.9314
534/ 535/ 8	470.9314
538/ 538/ 8	496.4291
538/ 539/ 8	496.4291
542/ 542/ 8	510.2289
542/ 543/ 8	510.2289
546/ 546/ 8	515.0566
546/ 547/ 8	515.0566
550/ 550/ 8	512.0135
550/ 551/ 8	512.0135
554/ 554/ 8	500.5870
554/ 555/ 8	500.5870
558/ 558/ 8	478.5201
558/ 559/ 8	478.5201
562/ 562/ 8	441.4545
562/ 563/ 8	441.4545
566/ 566/ 8	382.0696
566/ 567/ 8	382.0696
570/ 570/ 8	288.6364
570/ 571/ 8	288.6364
574/ 574/ 8	146.2984
574/ 575/ 8	146.2984
578/ 578/ 8	-9.8771
578/ 579/ 8	-9.8771
582/ 582/ 8	-165.8771
582/ 583/ 8	-165.8771
586/ 586/ 8	-321.8771
586/ 587/ 8	-321.8771
590/ 590/ 8	-477.8771
590/ 591/ 8	-477.8771
593/ 593/ 8	-594.8771
593/ 594/ 8	-594.8771

461

MÁXIMO INCREMENTO DE TEMPERATURA+REOLOGÍA

- Caso: 9 (MÁXIMO INCREMENTO DE T

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
301/ 301/ 9	-413.2559
301/ 302/ 9	-413.2559
314/ 314/ 9	93.9462
314/ 315/ 9	93.9462
322/ 322/ 9	230.8009
322/ 323/ 9	230.8009
326/ 326/ 9	236.5434
326/ 327/ 9	236.5434
330/ 330/ 9	240.0828
330/ 331/ 9	240.0828
334/ 334/ 9	242.1181
334/ 335/ 9	242.1181
338/ 338/ 9	243.0514
338/ 339/ 9	243.0514
342/ 342/ 9	243.0669
342/ 343/ 9	243.0669
346/ 346/ 9	242.1679
346/ 347/ 9	242.1679
350/ 350/ 9	240.1244
350/ 351/ 9	240.1244
356/ 356/ 9	233.8904
356/ 357/ 9	233.8904
360/ 360/ 9	226.4238
360/ 361/ 9	226.4238
360/ 360/ 9	226.4238
360/ 361/ 9	226.4238
364/ 364/ 9	214.6722
364/ 365/ 9	214.6722
370/ 370/ 9	183.5937
370/ 371/ 9	183.5937
374/ 374/ 9	147.9348
374/ 375/ 9	147.9348
378/ 378/ 9	92.4889
378/ 379/ 9	92.4889
382/ 382/ 9	6.3051
382/ 383/ 9	6.3051
386/ 386/ 9	-127.4917
386/ 387/ 9	-127.4917
390/ 390/ 9	-283.4596
390/ 391/ 9	-283.4596
393/ 393/ 9	-400.4596
393/ 394/ 9	-400.4596
501/ 501/ 9	-413.2559
501/ 502/ 9	-413.2559
514/ 514/ 9	93.9462
514/ 515/ 9	93.9462
522/ 522/ 9	230.8009
522/ 523/ 9	230.8009
526/ 526/ 9	236.5434
526/ 527/ 9	236.5434
530/ 530/ 9	240.0828

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Int_R_T.rtd**
Proyecto: Interacción vía - tablero

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)
530/ 531/ 9	240.0828
534/ 534/ 9	242.1181
534/ 535/ 9	242.1181
538/ 538/ 9	243.0514
538/ 539/ 9	243.0514
542/ 542/ 9	243.0669
542/ 543/ 9	243.0669
546/ 546/ 9	242.1679
546/ 547/ 9	242.1679
550/ 550/ 9	240.1244
550/ 551/ 9	240.1244
554/ 554/ 9	236.5018
554/ 555/ 9	236.5018
558/ 558/ 9	230.5848
558/ 559/ 9	230.5848
562/ 562/ 9	221.2045
562/ 563/ 9	221.2045
566/ 566/ 9	206.5083
566/ 567/ 9	206.5083
570/ 570/ 9	183.5937
570/ 571/ 9	183.5937
574/ 574/ 9	147.9348
574/ 575/ 9	147.9348
578/ 578/ 9	92.4889
578/ 579/ 9	92.4889
582/ 582/ 9	6.3051
582/ 583/ 9	6.3051
586/ 586/ 9	-127.4917
586/ 587/ 9	-127.4917
590/ 590/ 9	-283.4596
590/ 591/ 9	-283.4596
593/ 593/ 9	-400.4596
593/ 594/ 9	-400.4596

Como se había previsto en el estudio de soluciones, los resultados en ningún caso superan los límites permitidos, esto es, 72 MPa de compresión y 90 de tracción, por lo que no habrá problemas en este sentido.

No se superan los valores máximos porque la distancia del punto fijo a los estribos es más o menos de 90 metros, siendo este valor el máximo recomendado. No obstante, cabe hacer las siguientes observaciones:

a) En las acciones reológicas no se ha tenido en cuenta la aparición con el tiempo de la coacción de la vía al desplazamiento. Esta acción supondría un esfuerzo en el tablero que, con su respectiva fluencia, reduciría considerablemente la deformación introducida en el cálculo.

b) Con la reología, al producir una deformación permanente, con el tiempo y con la ayuda del paso de los trenes, es fácil que se produzca un desplazamiento relativo entre a vía y la estructura liberándose de esta forma las tensiones correspondientes.

c) La acción del frenado corresponde al modelo 71 del Eurocódigo 1. Esta acción es mayor que la que provocaría el tráfico real al que estará sometido el viaducto.

DEFORMACIONES VÍA – ESTRUCTURA

El máximo desplazamiento relativo entre carril y tablero o terreno bajo la aplicación de las acciones de frenado y arranque no deberá ser mayor de 4 mm, valor muy superior al obtenido. Además, el máximo desplazamiento absoluto del tablero para las mismas acciones no será superior a 5 mm.

En todos los casos, los desplazamientos resultan pequeños, por lo que no será necesario colocar junta en los estribos. En las siguientes tablas se incluyen los máximos desplazamientos entre vía y estructura, así como los desplazamientos máximos en los estribos.

Desplazamiento relativo vía – estructura	δ (mm)
Frenado	0.908

Máximos desplazamientos en estribos	δ (mm) en E1	δ (mm) en E2
Deformaciones reológicas	28.46	25.10
Frenado	2.52	2.27
Temperatura	17.01	17.49
TOTAL	47.99	44.86

Desplazamientos FRENADO Y ARRANQUE P.K.+ EC1

- Caso: 1 (FRENADO Y ARRANQ

Nudo/Caso	UX (cm)
201/ 1	0.252601
214/ 1	0.250321
222/ 1	0.246327
226/ 1	0.240132
230/ 1	0.233100
234/ 1	0.225270
238/ 1	0.216649
242/ 1	0.207219
246/ 1	0.196926
250/ 1	0.203462
254/ 1	0.209138
258/ 1	0.214015
262/ 1	0.218119
266/ 1	0.221467
270/ 1	0.224067
274/ 1	0.225934
278/ 1	0.227087
282/ 1	0.227572
286/ 1	0.227483
290/ 1	0.227021
294/ 1	0.226618
301/ 1	0.221722
314/ 1	0.320386
322/ 1	0.321101
326/ 1	0.317462
330/ 1	0.311892
334/ 1	0.305253
338/ 1	0.298246
342/ 1	0.291825
346/ 1	0.287764
350/ 1	0.288144
354/ 1	0.290929
358/ 1	0.294412
362/ 1	0.297771
366/ 1	0.300565
370/ 1	0.302467
374/ 1	0.303066
378/ 1	0.301612
382/ 1	0.296567
386/ 1	0.284667
390/ 1	0.258938
394/ 1	0.204465

Desplazamientos en Estribos ACCIONES REOLÓGICAS

- Caso: 5 (ACCIONES REOLÓGI

Nudo/Caso	UX (cm)
1/ 5	2.846338
93/ 5	-2.510068

Desplazamientos en Estribos MÁXIMO DECREMENTO DE TEMPERATURA

- Caso: 2 (MÁXIMO DECREMEN

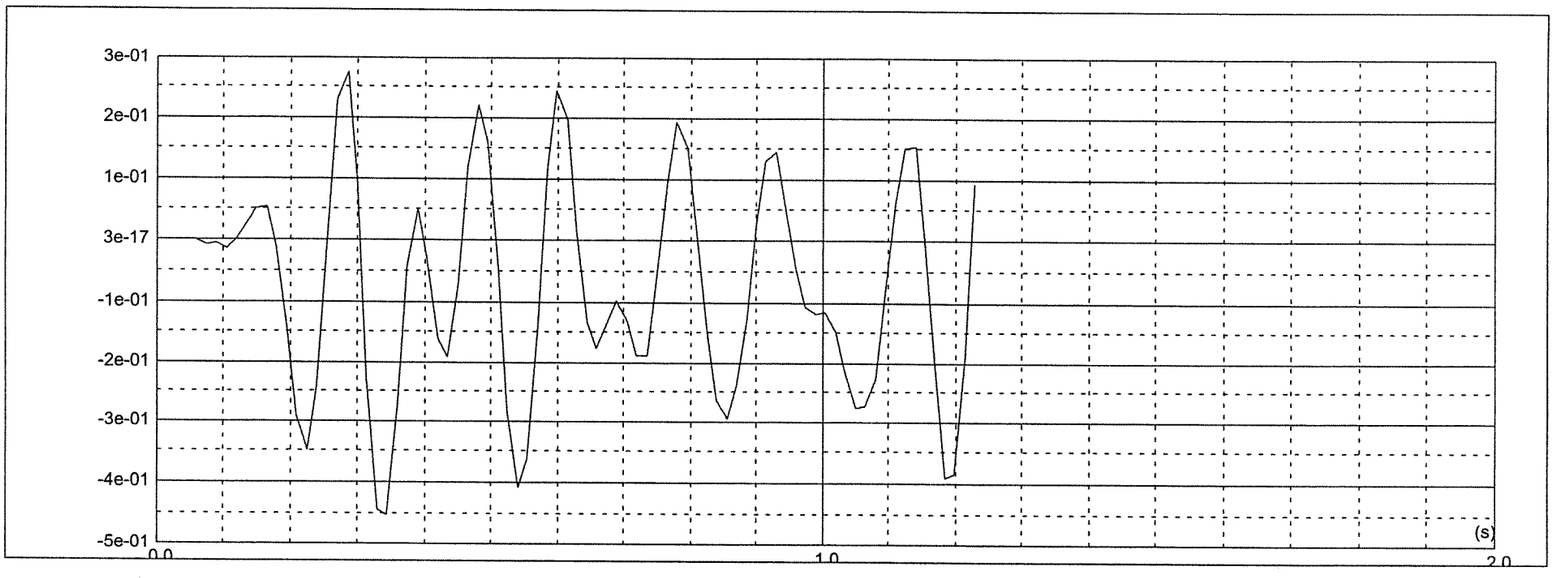
Nudo/Caso	UX (cm)
1/ 2	1.701279
93/ 2	-1.749433

Desplazamientos en Estribos FRENADO Y ARRANQUE P.K.+ EC1

- Caso: 1 (FRENADO Y ARRANQ

Nudo/Caso	UX (cm)
1/ 1	0.252602
93/ 1	0.226675

Desplazamientos Nudo 16:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	16	Desplazamiento UZ (mm)	0.2749	20/83 0.28(s)	-0.4534	24/83 0.34(s)

5.2. ANÁLISIS DINÁMICO PÉRGOLA

Análisis Dinámico

Introducción

El presente Apartado constituye el "Estudio de los Efectos Dinámicos producidos por el paso de trenes de Alta Velocidad sobre el Viaducto sobre Vías de Ancho Ibérico (L.A.V.). Pérgola", situado en el P.K. 503+940 y perteneciente a la Línea de Alta Velocidad entre Madrid Barcelona, Tramo Castellbisbal – El Papiol.

Los puentes ferroviarios se encuentran sometidos a las cargas que transmiten las composiciones de vehículos. Generalmente estas cargas se encuentran distribuidas a distancias regulares a lo largo de la longitud del tren, lo que se traduce en cargas periódicas. De esta forma, al efecto dinámico inherente al paso de cargas por un puente a velocidad constante hay que añadir los efectos resonantes producidos por las cargas rítmicas.

Los cálculos se realizarán basándose en el tráfico real que atraviesa la estructura, por lo que se introducirán los trenes 3 y 4 del anexo F del EC1, barriendo las velocidades comprendidas entre 40 y 120 m/s con intervalos de 10 m/s.

El objetivo del estudio se centra en la determinación de los coeficientes de impacto y de las aceleraciones máximas.

Modelo de Cálculo

Modelo de cálculo

El modelo de cálculo empleado es un pórtico espacial recto en planta de 3 vanos (3 x 7.80 metros). Cada elemento viga posee 6 grados de libertad por nudo (3 giros y 3 desplazamientos).

Las características mecánicas también se conservaron respecto al modelo de cálculo original, así como el número de barras y la ubicación de las mismas.

El modelo no tiene en cuenta las interacciones vehículo – estructura, siendo una hipótesis conservadora.

Se prestará atención a las directrices expuestas en el Eurocódigo 1, Parte 3.

Asimismo, sí se han tenido en cuenta los apoyos reales de la estructura y todo la subestructura del puente. El coeficiente de amortiguamiento previsto ha sido del 5%. No se ha considerado masa variable, si no que se ha supuesto que la masa del tren está uniformemente repartida a lo largo del puente. Esta hipótesis es realista, debido a que los momentos de máxima vibración de un punto se producen cuando el tren está encima.

Análisis Modal.

Con el fin de determinar las frecuencias naturales más importantes de la estructura se ha realizado un análisis modal.

El análisis modal determina los modos propios de la estructura y sus derivados (períodos, frecuencias, ...), además de los vectores propios y coeficientes de participación de masas para el caso en cuestión.

El problema consiste en resolver el siguiente sistema de ecuaciones:

$$(K - \omega_i^2 M)U_i = 0$$

donde:

- **K**: matriz de rigidez de la estructura.
- **M**: matriz de masas de la estructura.
- ω_i: modo propio del modo i.
- $\mathbf{U_i}$: vector propio.

El número de modos propios considerado es un dato a introducir, así como el número máximo de iteraciones y el criterio de convergencia.

De todos las posibilidades que el ROBOT ofrece, se consideran las siguientes:

Número de modos:	50
Tolerancia:	0.0001
Número máximo de iteraciones:	40
Matriz de masas:	Concentrada Con Rotaciones
Método:	Iteración en el subespacio
Verificación de Stum	Inactiva
Amortiguación	5%
Aceleración	9.80665

Se han considerado 50 modos propios debido a que se buscaba un coeficiente de participación de masas superior al 97%, y esto no se producía hasta llegar a un modo elevado.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación. Se han calculado los modos propios para el tren 3 y para el tren 4, pues aunque los modos de una estructura no dependen de las cargas, sí dependen de la masa considerada, siendo diferente para los dos trenes.

El coeficiente dinámico calculado en el EC es sólo aplicable para velocidades inferiores a 220 km/h y cuando se esté dentro del huso granulométrico expuesto en la Norma.

En este caso no se cumplen ninguna de las dos opciones (como se observa a continuación), por lo que se deberá desarrollar una metodología diferente.

Modos Propios:

- Caso: 81 (MODAL) Modos activos: 1..50; CQC

Caso/Modo	Valor propio	Frecuencia (Hz)	Período (sec)	Pulsación (1/sec)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)
81/ 1	376.88	3.09	0.32	19.41	0.00	59.20	0.00	0.00	59.20	0.00
81/ 2	382.40	3.11	0.32	19.56	90.16	0.00	0.00	90.16	59.20	0.00
81/ 3	520.47	3.63	0.28	22.81	8.41	0.00	0.00	98.57	59.20	0.00
81/ 4	530.21	3.66	0.27	23.03	0.02	0.00	26.95	98.59	59.20	26.95
81/ 5	878.07	4.72	0.21	29.63	1.06	0.00	0.00	99.65	59.20	26.95
81/ 6	1620.16	6.41	0.16	40.25	0.0	0.0	0.0	99.65	59.20	26.95
81/ 7	2478.44	7.92	0.13	49.78	0.00	0.50	0.00	99.65	59.70	26.95
81/ 8	3599.25	9.55	0.10	59.99	0.00	0.00	30.54	99.65	59.70	57.49
81/ 9	5311.60	11.60	0.09	72.88	0.00	0.00	0.00	99.65	59.71	57.49
81/ 10	6017.62	12.35	0.08	77.57	0.00	0.00	4.76	99.65	59.71	62.25
81/ 11	6082.54	12.41	0.08	77.99	0.00	0.00	0.00	99.65	59.71	62.25
81/ 12	6545.18	12.88	0.08	80.90	0.00	0.15	0.00	99.65	59.86	62.25
81/ 13	10975.83	16.67	0.06	104.77	0.00	0.09	0.00	99.65	59.96	62.25
81/ 14	19443.49	22.19	0.05	139.44	0.04	0.00	0.01	99.69	59.96	62.26
81/ 15	20698.69	22.90	0.04	143.87	0.00	0.00	5.42	99.69	59.96	67.68
81/ 16	21562.82	23.37	0.04	146.84	0.00	0.06	0.00	99.69	60.01	67.68
81/ 17	25251.17	25.29	0.04	158.91	0.00	14.06	0.00	99.69	74.07	67.68
81/ 18	30054.54	27.59	0.04	173.36	0.00	0.02	0.00	99.69	74.09	67.68
81/ 19	34982.98	29.77	0.03	187.04	0.00	0.00	1.35	99.69	74.09	69.03
81/ 20	42595.98	32.85	0.03	206.39	0.00	0.01	0.00	99.69	74.11	69.03
81/ 21	56074.75	37.69	0.03	236.80	0.00	0.16	0.00	99.69	74.27	69.03
81/ 22	58713.03	38.56	0.03	242.31	0.00	0.09	0.00	99.69	74.35	69.03
81/ 23	69285.47	41.89	0.02	263.22	0.00	0.00	0.01	99.69	74.35	69.04
81/ 24	73458.89	43.14	0.02	271.03	0.00	0.00	0.00	99.69	74.36	69.04
81/ 25	78138.61	44.49	0.02	279.53	0.00	22.56	0.00	99.69	96.91	69.04
81/ 26	83554.36	46.00	0.02	289.06	0.00	0.00	0.00	99.69	96.91	69.04
81/ 27	83922.88	46.11	0.02	289.69	0.00	0.00	0.00	99.69	96.91	69.04
81/ 28	93207.05	48.59	0.02	305.30	0.00	0.29	0.00	99.69	97.20	69.04
81/ 29	110199.64	52.83	0.02	331.96	0.00	0.21	0.00	99.69	97.41	69.04

Caso/Modo	Valor propio	Frecuencia (Hz)	Período (sec)	Pulsación (1/sec)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)
81/ 30	117331.53	54.52	0.02	342.54	0.00	0.17	0.00	99.69	97.58	69.04
81/ 31	121158.29	55.40	0.02	348.08	0.00	0.00	10.16	99.69	97.58	79.21
81/ 32	135256.71	58.53	0.02	367.77	0.00	0.03	0.00	99.69	97.61	79.21
81/ 33	144103.02	60.42	0.02	379.61	0.09	0.00	0.00	99.78	97.61	79.21
81/ 34	159589.99	63.58	0.02	399.49	0.00	0.01	0.00	99.78	97.61	79.21
81/ 35	165248.94	64.70	0.02	406.51	0.00	0.00	0.03	99.78	97.61	79.23
81/ 36	184499.77	68.36	0.01	429.53	0.00	0.01	0.00	99.78	97.62	79.23
81/ 37	192284.82	69.79	0.01	438.50	0.00	0.00	0.10	99.78	97.62	79.33
81/ 38	194912.89	70.27	0.01	441.49	0.00	0.00	19.63	99.78	97.62	98.96
81/ 39	210717.23	73.06	0.01	459.04	0.00	0.00	0.00	99.78	97.62	98.96
81/ 40	235532.30	77.24	0.01	485.32	0.00	0.11	0.00	99.78	97.72	98.96
81/ 41	237870.10	77.62	0.01	487.72	0.01	0.00	0.00	99.79	97.72	98.96
81/ 42	239807.56	77.94	0.01	489.70	0.00	0.20	0.00	99.79	97.92	98.96
81/ 43	266696.69	82.19	0.01	516.43	0.00	0.00	0.00	99.79	97.92	98.96
81/ 44	295313.73	86.49	0.01	543.43	0.00	0.01	0.00	99.79	97.93	98.96
81/ 45	324561.51	90.67	0.01	569.70	0.00	0.00	0.00	99.79	97.93	98.96
81/ 46	356431.17	95.02	0.01	597.02	0.00	0.00	0.00	99.79	97.93	98.96
81/ 47	385706.17	98.84	0.01	621.05	0.00	0.00	0.00	99.79	97.93	98.96
81/ 48	417235.44	102.80	0.01	645.94	0.00	0.00	0.00	99.79	97.93	98.96
81/ 49	449133.66	106.66	0.01	670.17	0.00	0.00	0.00	99.79	97.93	98.96
81/ 50	460507.82	108.00	0.01	678.61	0.00	0.00	0.00	99.79	97.93	98.96
81/ CQC	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe

Modos Propios:

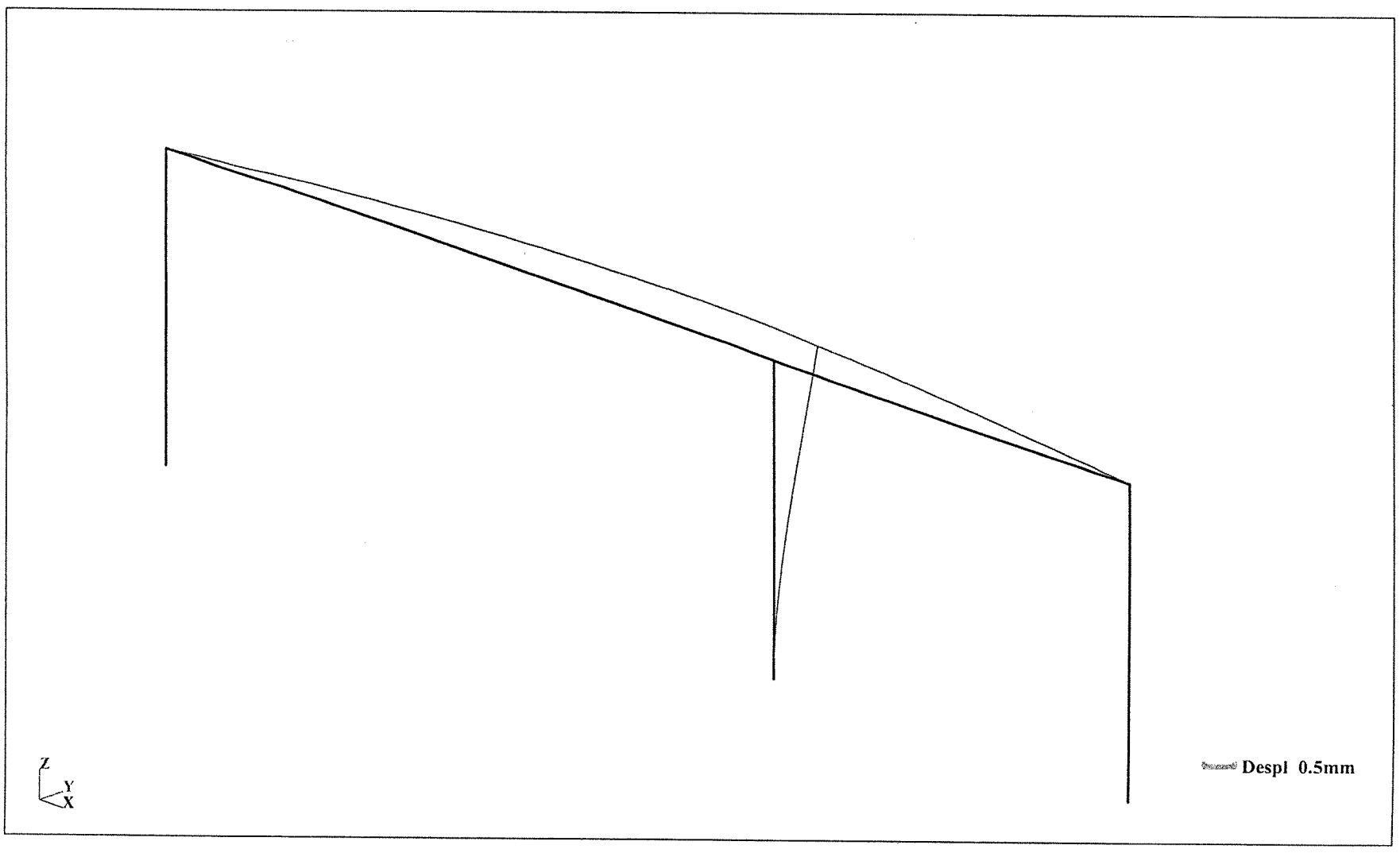
- Caso: 81 (MODAL) Modos activos: 1..50; CQC

Caso/Modo	Valor propio	Frecuencia (Hz)	Período (sec)	Pulsación (1/sec)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)
81/ 1	379.83	3.10	0.32	19.49	0.00	59.08	0.00	0.00	59.08	0.00
81/ 2	384.92	3.12	0.32	19.62	90.10	0.00	0.00	90.10	59.08	0.00
81/ 3	520.47	3.63	0.28	22.81	8.46	0.00	0.00	98.56	59.08	0.00
81/ 4	534.65	3.68	0.27	23.12	0.02	0.00	26.87	98.58	59.08	26.88
81/ 5	878.07	4.72	0.21	29.63	1.07	0.00	0.00	99.65	59.08	26.88
81/ 6	1620.16	6.41	0.16	40.25	0.0	0.0	0.0	99.65	59.08	26.88
81/ 7	2478.62	7.92	0.13	49.79	0.00	0.51	0.00	99.65	59.59	26.88
81/ 8	3626.36	9.58	0.10	60.22	0.00	0.00	30.51	99.65	59.59	57.39
81/ 9	5351.32	11.64	0.09	73.15	0.00	0.00	0.00	99.65	59.59	57.39
81/ 10	6067.01	12.40	0.08	77.89	0.00	0.00	4.74	99.65	59.59	62.13
81/ 11	6082.54	12.41	0.08	77.99	0.00	0.00	0.00	99.65	59.59	62.13
81/ 12	6547.37	12.88	0.08	80.92	0.00	0.15	0.00	99.65	59.75	62.13
81/ 13	10976.26	16.67	0.06	104.77	0.00	0.09	0.00	99.65	59.84	62.13
81/ 14	19560.79	22.26	0.04	139.86	0.04	0.00	0.01	99.69	59.84	62.14
81/ 15	20859.08	22.99	0.04	144.43	0.00	0.00	5.41	99.69	59.84	67.55
81/ 16	21563.13	23.37	0.04	146.84	0.00	0.05	0.00	99.69	59.89	67.55
81/ 17	25440.49	25.39	0.04	159.50	0.00	14.11	0.00	99.69	74.00	67.55
81/ 18	30056.12	27.59	0.04	173.37	0.00	0.02	0.00	99.69	74.02	67.55
81/ 19	35249.89	29.88	0.03	187.75	0.00	0.00	1.36	99.69	74.02	68.91
81/ 20	42596.61	32.85	0.03	206.39	0.00	0.01	0.00	99.69	74.04	68.91
81/ 21	56339.68	37.78	0.03	237.36	0.00	0.16	0.00	99.69	74.19	68.91
81/ 22	58716.47	38.57	0.03	242.31	0.00	0.08	0.00	99.69	74.28	68.91
81/ 23	69820.18	42.05	0.02	264.24	0.00	0.00	0.01	99.69	74.28	68.92
81/ 24	73462.73	43.14	0.02	271.04	0.00	0.00	0.00	99.69	74.28	68.92
81/ 25	78354.88	44.55	0.02	279.92	0.00	22.63	0.00	99.69	96.91	68.92
81/ 26	83554.36	46.00	0.02	289.06	0.00	0.00	0.00	99.69	96.91	68.92
81/ 27	84476.19	46.26	0.02	290.65	0.00	0.00	0.00	99.69	96.91	68.92
81/ 28	93212.53	48.59	0.02	305.31	0.00	0.30	0.00	99.69	97.21	68.92
81/ 29	110461.78	52.90	0.02	332.36	0.00	0.19	0.00	99.69	97.39	68.92

S 35 21

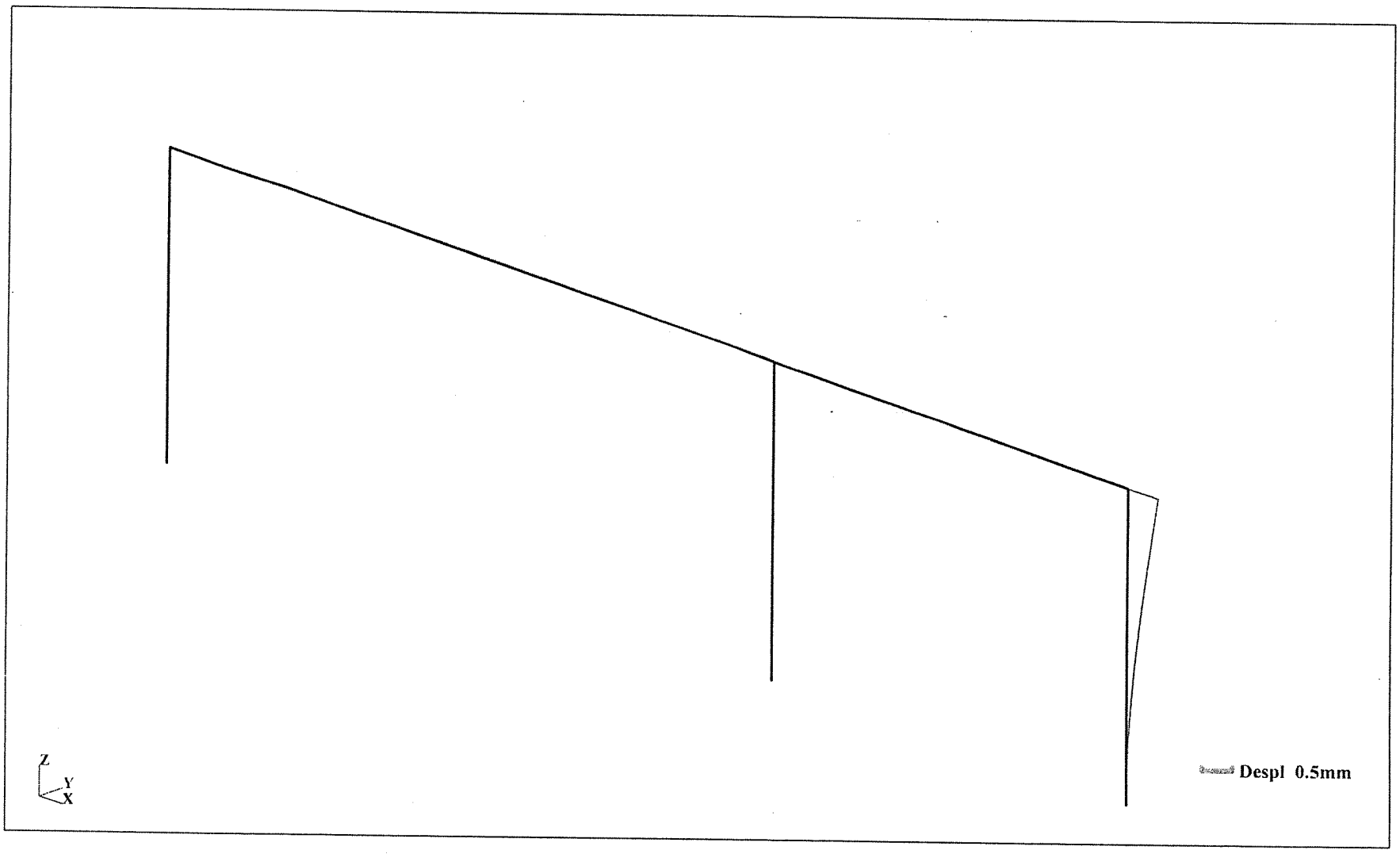
Caso/Modo	Valor propio	Frecuencia (Hz)	Período (sec)	Pulsación (1/sec)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)
81/ 30	117616.61	54.58	0.02	342.95	0.00	0.18	0.00	99.69	97.57	68.92
81/ 31	121968.44	55.58	0.02	349.24	0.00	0.00	10.30	99.69	97.57	79.22
81/ 32	135260.65	58.53	0.02	367.78	0.00	0.03	0.00	99.69	97.60	79.22
81/ 33	144103.02	60.42	0.02	379.61	0.09	0.00	0.00	99.78	97.60	79.22
81/ 34	159595.50	63.58	0.02	399.49	0.00	0.01	0.00	99.78	97.61	79.22
81/ 35	165931.38	64.83	0.02	407.35	0.00	0.00	0.02	99.78	97.61	79.24
81/ 36	184508.73	68.36	0.01	429.54	0.00	0.01	0.00	99.78	97.61	79.24
81/ 37	193670.35	70.04	0.01	440.08	0.00	0.00	0.23	99.78	97.61	79.47
81/ 38	195450.29	70.36	0.01	442.10	0.00	0.00	19.52	99.78	97.61	98.99
81/ 39	210722.15	73.06	0.01	459.04	0.00	0.00	0.00	99.78	97.61	98.99
81/ 40	236180.91	77.35	0.01	485.98	0.00	0.06	0.00	99.78	97.67	98.99
81/ 41	237870.10	77.62	0.01	487.72	0.01	0.00	0.00	99.79	97.67	98.99
81/ 42	240781.37	78.10	0.01	490.69	0.00	0.24	0.00	99.79	97.91	98.99
81/ 43	266697.81	82.19	0.01	516.43	0.00	0.00	0.00	99.79	97.91	98.99
81/ 44	295314.85	86.49	0.01	543.43	0.00	0.01	0.00	99.79	97.91	98.99
81/ 45	324564.80	90.67	0.01	569.71	0.00	0.00	0.00	99.79	97.91	98.99
81/ 46	356441.63	95.02	0.01	597.03	0.00	0.00	0.00	99.79	97.92	98.99
81/ 47	385726.93	98.85	0.01	621.07	0.00	0.00	0.00	99.79	97.92	98.99
81/ 48	417239.47	102.80	0.01	645.94	0.00	0.00	0.00	99.79	97.92	98.99
81/ 49	449394.99	106.69	0.01	670.37	0.00	0.00	0.00	99.79	97.92	98.99
81/ 50	462933.95	108.29	0.01	680.39	0.00	0.00	0.00	99.79	97.92	98.99
81/ CQC	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe	No existe

Modo 1:

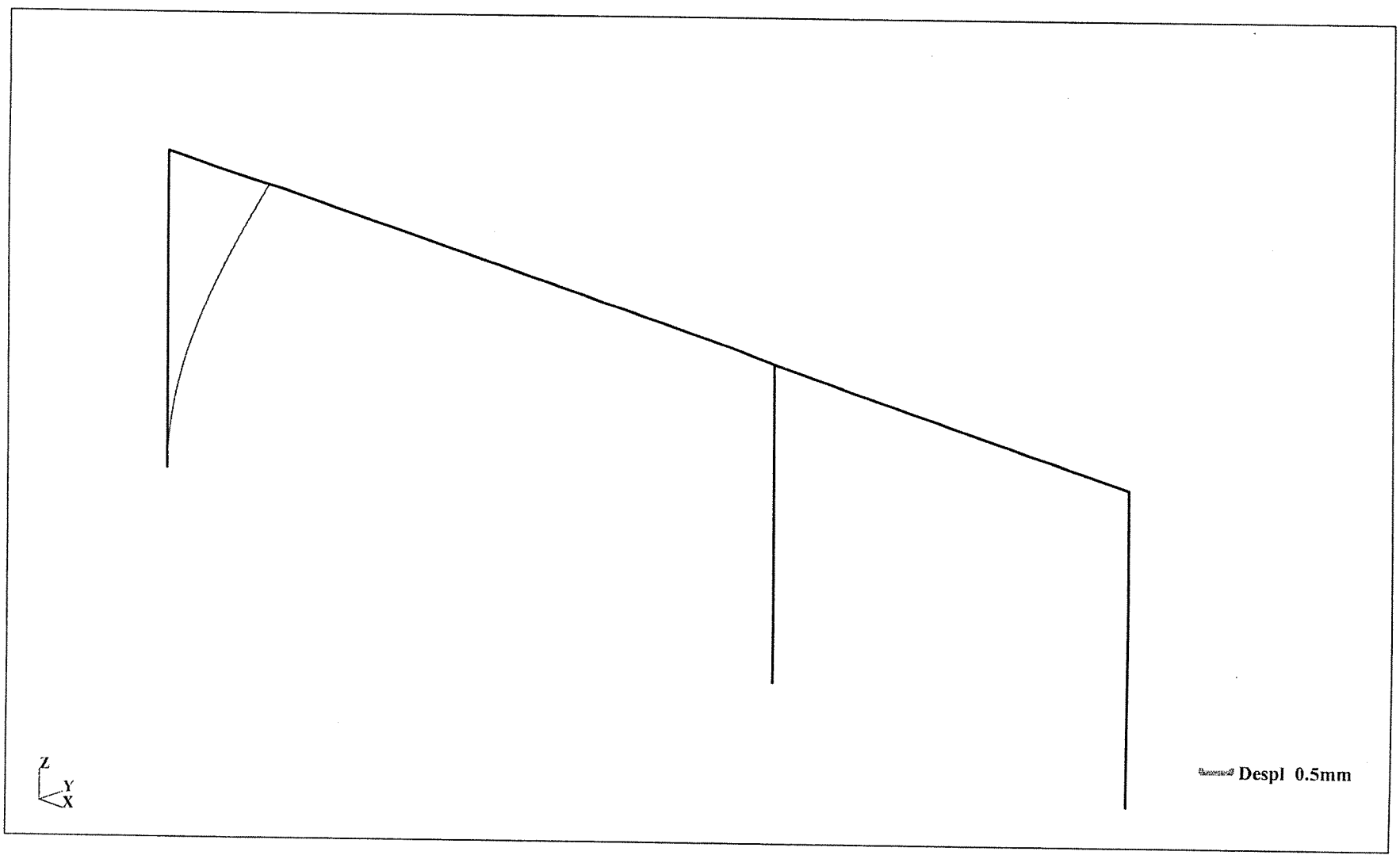


22

Modo 2:

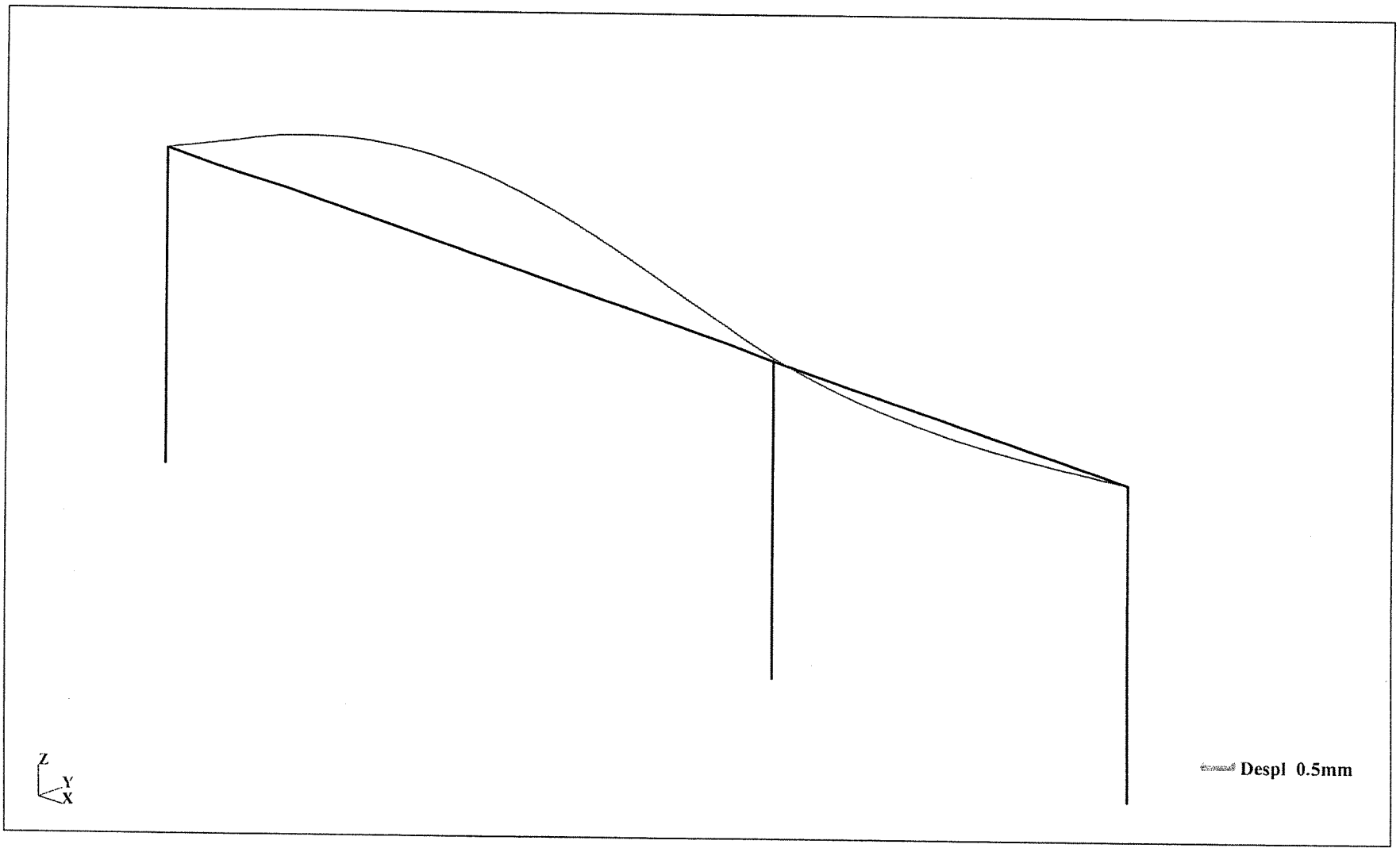


Modo 3:

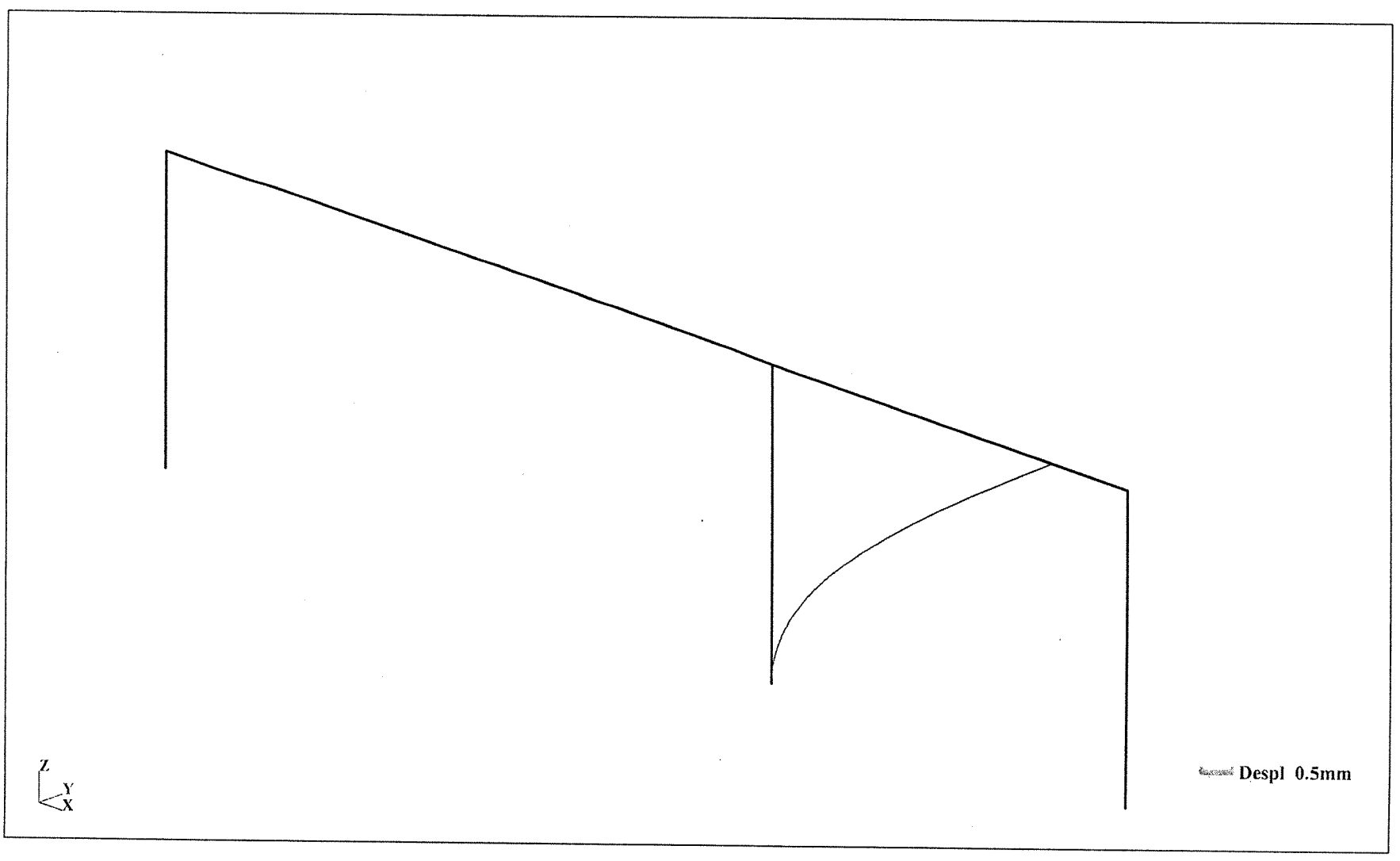


23

Modo 4:

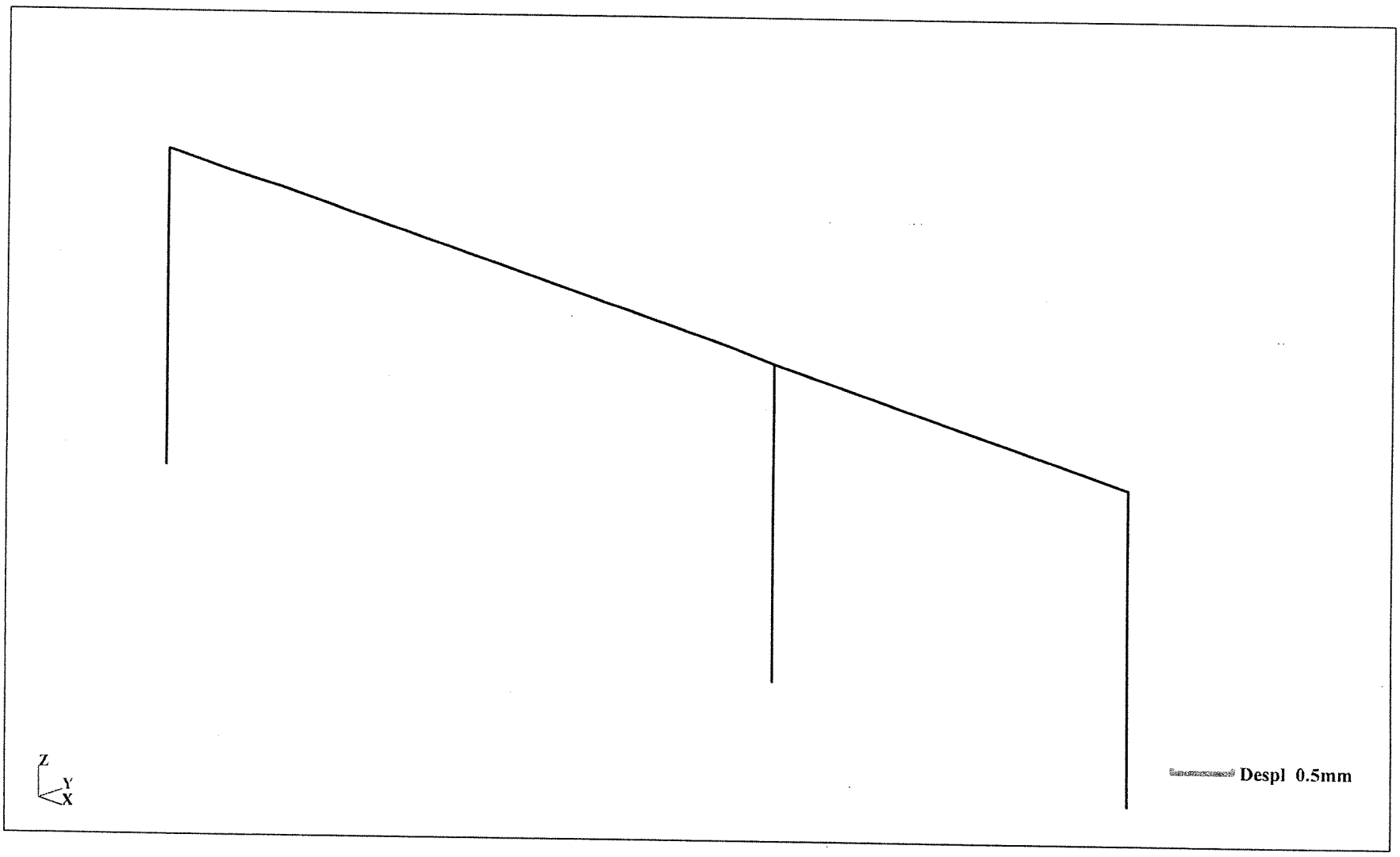


Modo 5:

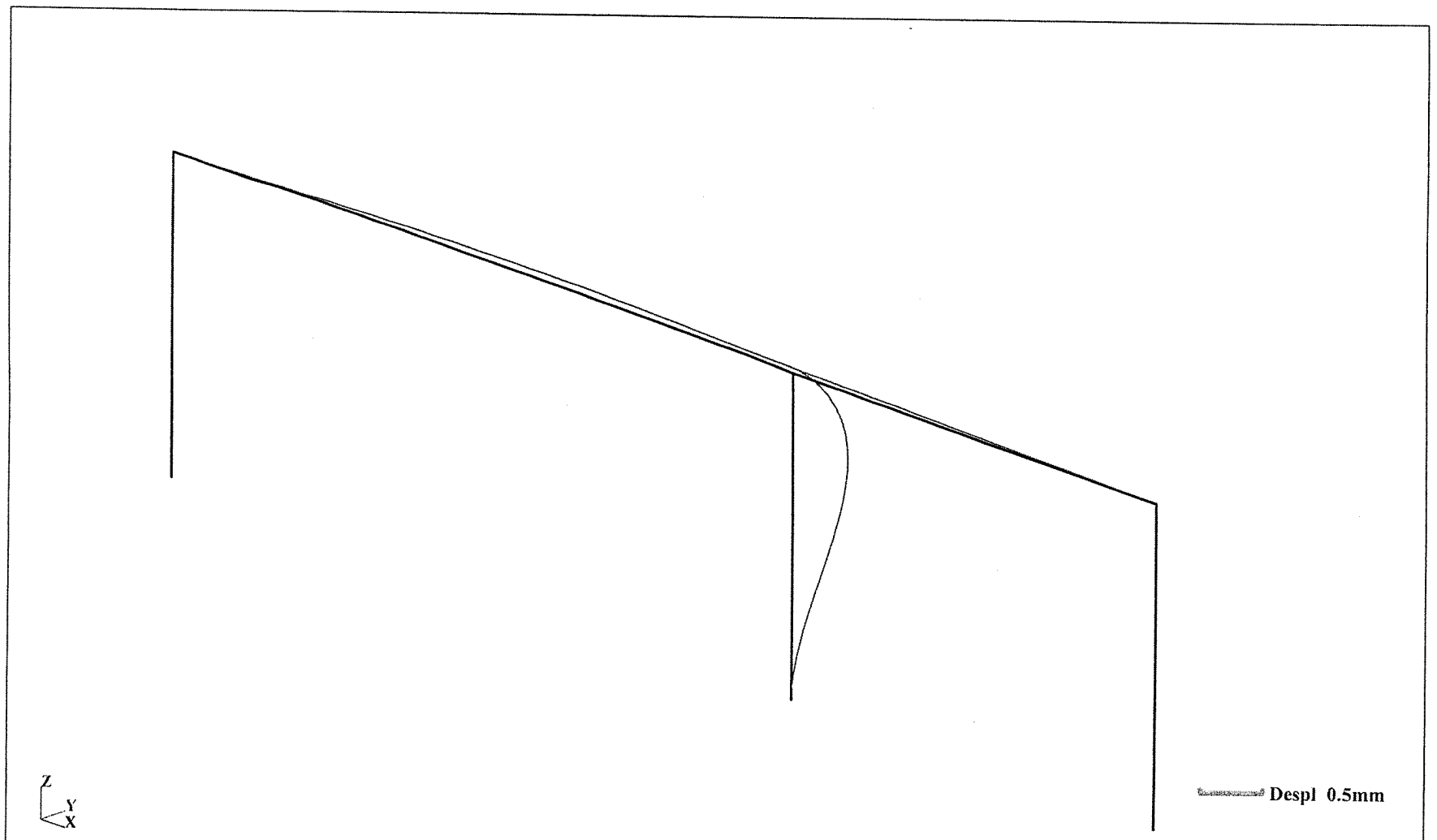


S42
24

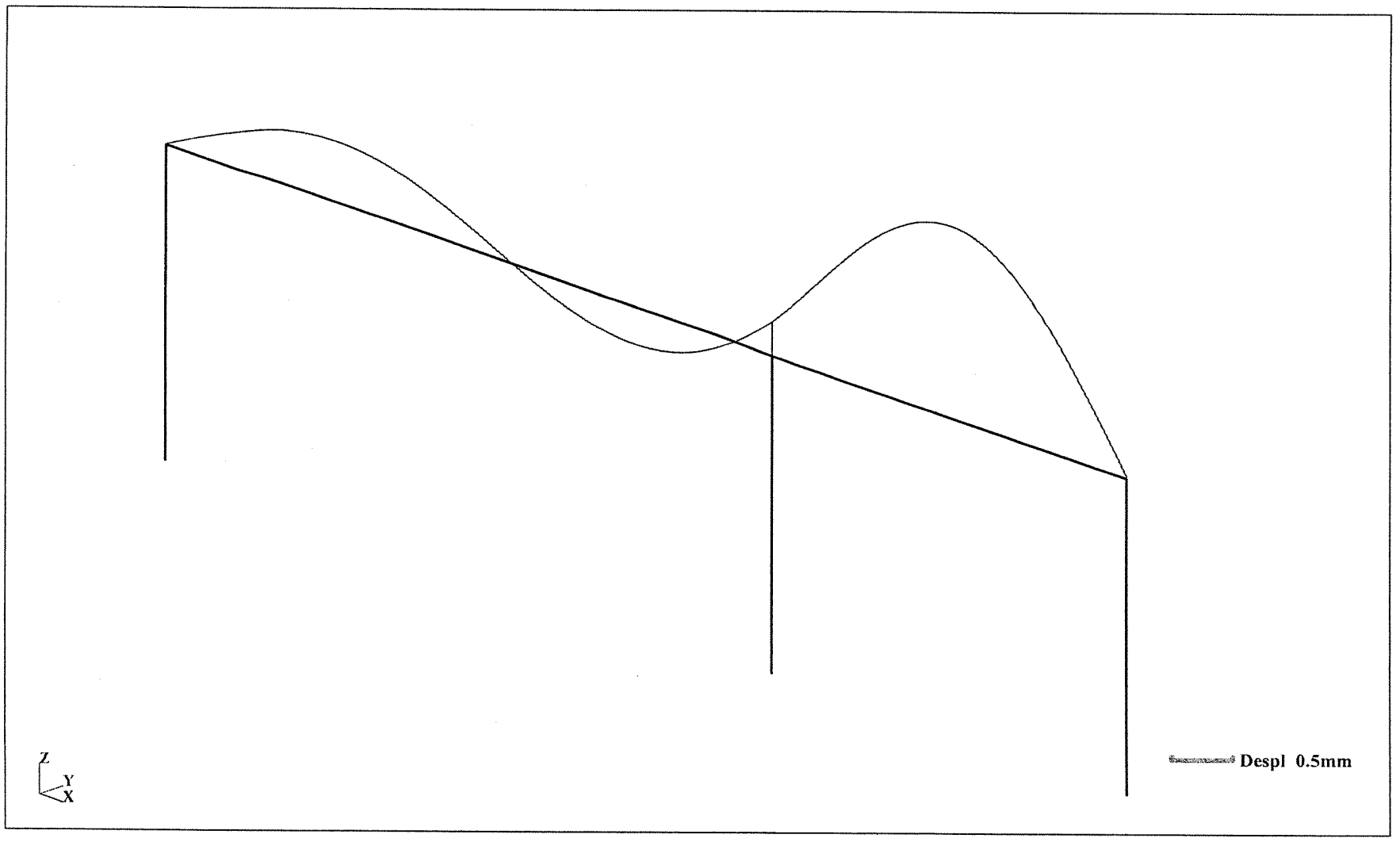
Modo 6:



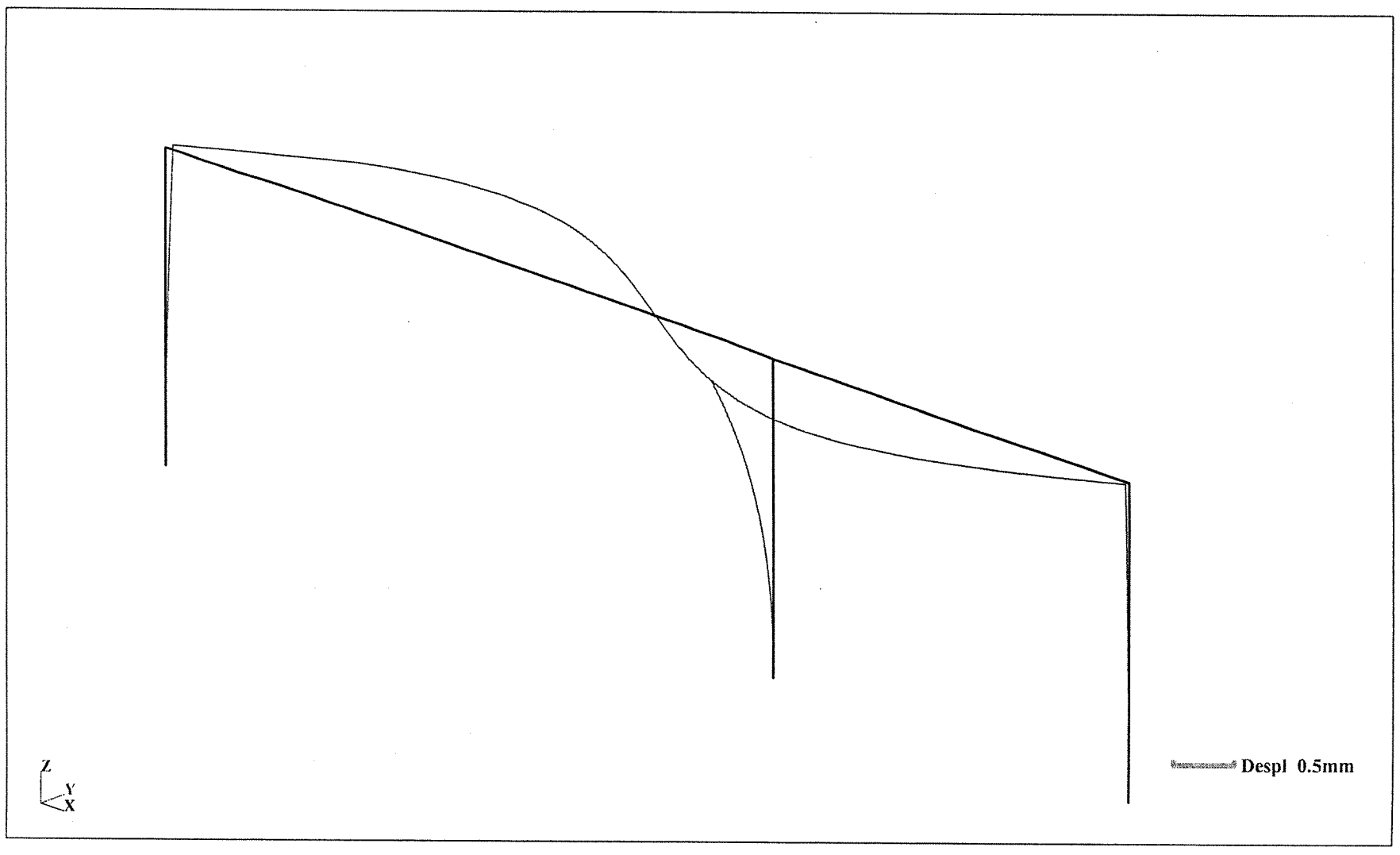
Modo 7:



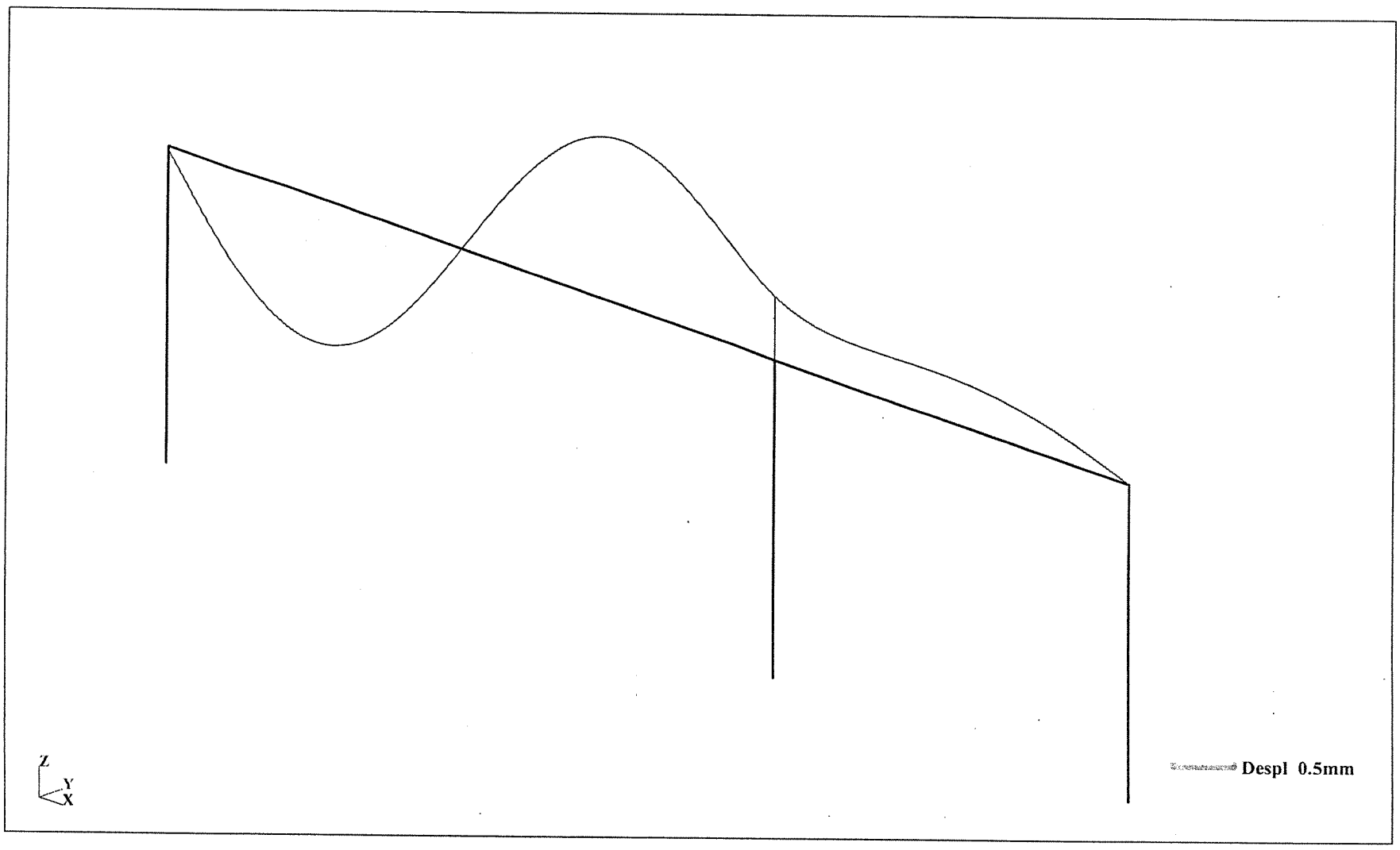
Modo 8:



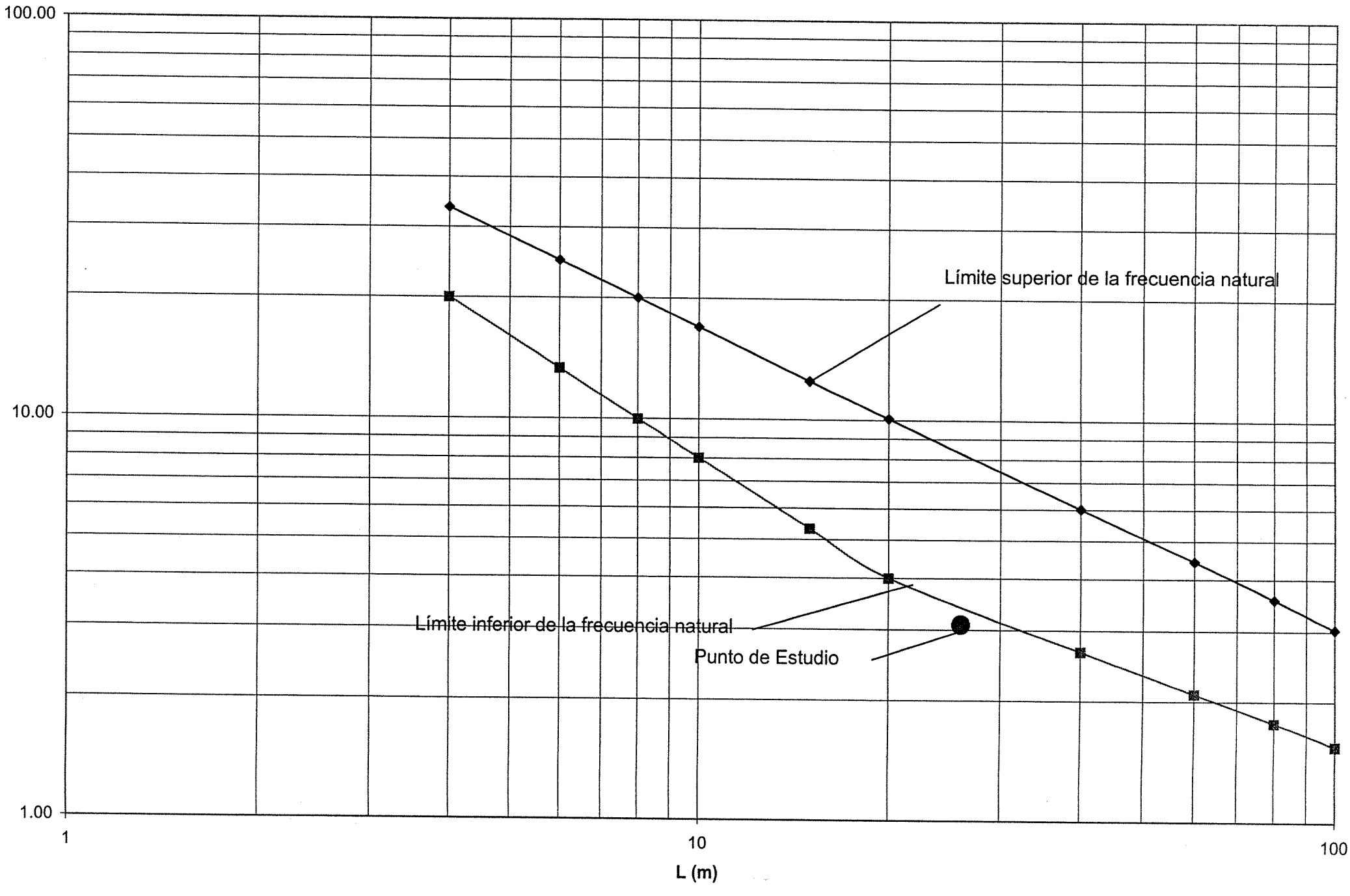
Modo 9:



Modo 10:



Banda de frecuencias admisibles en función de la longitud del puente



Modelos de Carga

Modelos de carga.

Se presentan en este apartado los modelos de trenes que serán empleados en el estudio, caracterizados por la colocación de las cargas por eje de cada vehículo.

- Tren 3 del EC. Compuesto por:

  - 1 locomotora delantera formada por 4 cargas de 200 kN: 1x(4x200 kN).
  - Un número variable de vehículos intermedios formados por 4 cargas de 150 kN (el número de vehículos será menor que 13): nx(4*150 kN). En este caso se han cogido **2** vehículos.
  - 1 locomotora trasera formada por 4 cargas de 200 kN: 1x(4x200 kN).

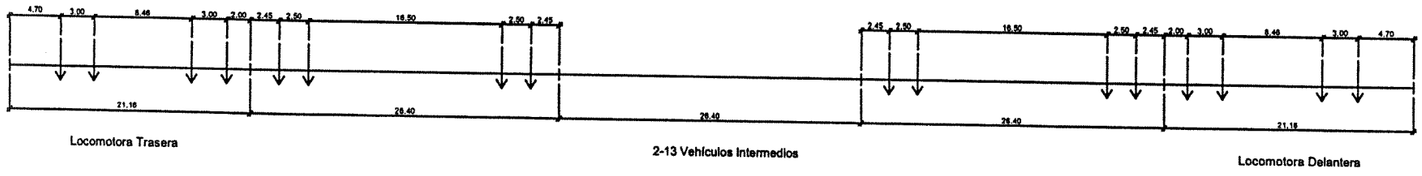
- Tren 4 del EC. Compuesto por:

  - 1 locomotora delantera formada por 4 cargas de 170 kN: 1x(4x170 kN).
  - 1 vehículo delantero formado por 3 cargas de 170 kN: 1x(3x170 kN).
  - Un número variable de vehículos intermedios formados por 2 cargas de 170 kN (el número de vehículos será menor que 8): nx(2*170 kN). En este caso se han cogido **2** vehículos.
  - 1 vehículo trasero formado por 3 cargas de 170 kN: 1x(3x170 kN).
  - 1 locomotora trasera formada por 4 cargas de 170 kN: 1x(4x170 kN).

La descripción de los trenes se muestra en la página siguiente.

TREN TIPO 3 E.C.1.3.

QT=9400 kN L=385.52 m q=24.4 kN/m



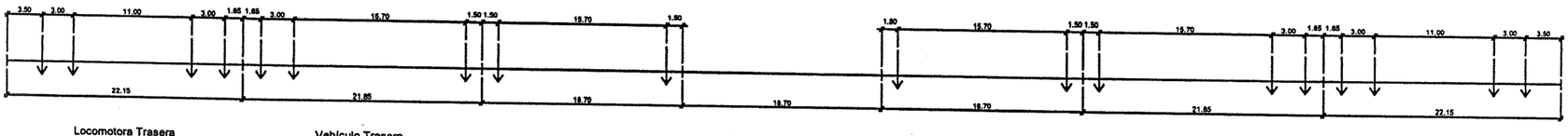
Locomotora Trasera

2-13 Vehículos Intermedios

Locomotora Delantera

TREN TIPO 4 E.C.1.3.

QT=5100 kN L=237.60 m q=21.5 kN/m



Locomotora Trasera

Vehículo Trasero

2-8 Vehículos Intermedios

Vehículo Delantero

Locomotora Delantera

Método de cálculo.

Tanto el Eurocódigo como la IAPF-98 proponen una serie de métodos para la evaluación dinámica de puentes de ferrocarril.

En el caso del puente de estudio, al no cumplirse las condiciones descritas en apartados anteriores se empleará uno de estos métodos, concretamente el de "Integración directa en el tiempo sin interacción vehículo – estructura", pues se cumplen las premisas necesarias:

- Método general válido para todo rango de velocidades.
- Sin limitación de frecuencias y masas mínimas.
- Aplicable a puentes isostáticos e hiperestáticos.
- Incluye posibles fenómenos resonantes.
- No tiene en cuenta fenómenos de interacción vehículo – estructura.

Al ser un viaducto de varios vanos perteneciente a una línea de alta velocidad es indicada la integración directa en el tiempo, que puede ser realizada teniendo en cuenta la interacción vehículo – estructura o sin ella. Este segundo método es más conservador, y es el que se seguirá.

Sin embargo, con este método generalmente sólo se representa el aspecto dinámico de un puente con vía ideal, por el que pasa un tren de cargas, sin tener en cuenta las irregularidades que esta pueda tener. Por tanto, al resultado así obtenido habrá que superponer dicho efecto.

Se deberá cumplir lo siguiente:

$$\phi\ \delta_{est,tipo} \geq \delta_{din,real}$$

donde:

- ϕ: coeficiente de impacto calculado con la Norma IPF-75 o el EC1.
- $\delta_{din,real}$: flecha obtenida mediante cálculo dinámico y con los trenes 3 y 4.
- $\delta_{est,tipo}$: flecha obtenida mediante cálculo estático a los trenes de las instrucciones IPF-75 y EC1.
- $\delta_{est,real}$: flecha máxima estática para el tren de cargas real (trenes 3 y 4).

$$\delta_{din,real} = (1+\varphi'+\varphi'')\ \delta_{est,real}$$

El coeficiente φ' se obtendrá mediante cálculo dinámico, mientras que el φ'' se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\varphi'' = \frac{\alpha}{100}\cdot\left(56\cdot e^{-\left(\frac{L\varphi}{10}\right)^2} + 50\cdot\left(\frac{f_0\cdot L\varphi}{80}-1\right)\cdot e^{-\left(\frac{L\varphi}{20}\right)^2}\right) = -0.054$$

donde:

- α: mínimo (V/22,1), siendo V la velocidad de proyecto en m/s.
- f_0: frecuencia natural fundamental a flexión del puente (0.32 Hz).
- L_φ: longitud fundamental (11.70 m).

A la vista de los resultados obtenidos se despreciará la influencia de la irregularidad de la vía en el cálculo, debido a su pequeña importancia.

La respuesta dinámica de la estructura se calculará mediante integración directa con un método paso a paso.

El Time- History Análisis permite obtener la reacción de la estructura en unos instantes de tiempo determinados para unas iteraciones determinadas.

El Time- History Análisis consiste en encontrar una solución a la siguiente ecuación dependiente del tiempo:

$$M\cdot a(t) + C\cdot v(t) + K\cdot d(t) = F(t)$$

donde las condiciones de contorno son conocidas y son:

- $d(0)=d_0$

- $v(0)=v_0$

y dónde:

- **M**: matriz de masas.
- **K**: matriz de rigidez.
- **C**=α***M**+β***K** : matriz de amortiguamiento.
- α, β: coeficientes definidos por el usuario.
- **d**: vector de desplazamientos.
- **v**: vector de velocidades.
- **a**: vector de aceleraciones
- **F**: vector de cargas

Los vectores d, v y a son las incógnitas del problema en cada instante de tiempo. Se empleará el Método de Descomposición para resolver el problema.

La función de carga móvil se debe definir a partir de sucesivas posiciones de los vehículos y combinarlos con las corres pondientes funciones temporales.

Los parámetros considerados se muestran en las páginas siguientes.

FICHERO DE ESCRITURA DE DATOS E HIPOTESIS

- NUMERO DE BARRAS DEL MODELO: 41
- NUMERO DE INTERVALOS DE TIEMPO: 80
- TREN NUMERO: 3
- EXCENTRICIDAD DEL TREN: -0.300
- TREN FORMADO POR:
  - LOCOMOTORA DELANTERA (4x200 kN)
  - 2 VEHICULOS INTERMEDIOS 2x(4x150 kN)
  - LOCOMOTORA TRASERA (4x200 kN)
- EN CADA INTERVALO DE TIEMPO EL TREN AVANZA: 1.683 metros
- MASA ADICIONAL: 215.620
- DIRECTRIZ VARIABLE

- PARAMETROS CONSIDERADOS PARA ANALISIS MODAL:

  - NUMERO DE MODOS PROPIOS: 50
  - TOLERANCIA: 0.0001
  - NUMERO MAXIMO DE ITERACIONES: 40
  - METODO: ITERACION EN EL SUBESPACIO
  - MATRIZ DE MASAS: CONCENTRADAS CON ROTACIONES
  - AMORTIGUACION: 5%
  - VERIFICACION DE STUM: INACTIVA
  - ACELERACION: 9.80665

- PARAMETROS CONSIDERADOS PARA TIME- HISTORY:

  - METODO: DECOMPOSICION MODAL
  - MATRIZ DE MASAS: CONCENTRADAS ROTATIVAS
  - ACELERACION: 9.80665
  - TIEMPO FINAL DE CALCULO: 1.136
  - DURACION DE CADA INTERVALO: 0.014
  - NUMERO DE DIVISONES POR INTERVALO:
    - VELOCIDAD DINAMICA: 5
  - AMORTIGUACION: 5%
  - VELOCIDAD INICIAL DINAMICA: 40.000 m/s
  - VELOCIDAD FINAL DINAMICA: 120.000 m/s
  - INTERVALO DE VELOCIDADES 10.000 m/s

FICHERO DE ESCRITURA DE DATOS E HIPOTESIS

- NUMERO DE BARRAS DEL MODELO: 41
- NUMERO DE INTERVALOS DE TIEMPO: 80
- TREN NUMERO: 4
- EXCENTRICIDAD DEL TREN: -0.300
- TREN FORMADO POR:
  - LOCOMOTORA DELANTERA (4x170 kN)
  - VEHICULO DELANTERO (3x170 kN)
  - 2 VEHICULOS INTERMEDIOS 2x(2x170 kN)
  - VEHICULO TRASERO (3x170 kN)
  - LOCOMOTORA TRASERA (4x170 kN)
- EN CADA INTERVALO DE TIEMPO EL TREN AVANZA: 2.057 metros
- MASA ADICIONAL: 212.720
- DIRECTRIZ VARIABLE

- PARAMETROS CONSIDERADOS PARA ANALISIS MODAL:

  - NUMERO DE MODOS PROPIOS: 50
  - TOLERANCIA: 0.0001
  - NUMERO MAXIMO DE ITERACIONES: 40
  - METODO: ITERACION EN EL SUBESPACIO
  - MATRIZ DE MASAS: CONCENTRADAS CON ROTACIONES
  - AMORTIGUACION: 5%
  - VERIFICACION DE STUM: INACTIVA
  - ACELERACION: 9.80665

- PARAMETROS CONSIDERADOS PARA TIME- HISTORY:

  - METODO: DECOMPOSICION MODAL
  - MATRIZ DE MASAS: CONCENTRADAS ROTATIVAS
  - ACELERACION: 9.80665
  - TIEMPO FINAL DE CALCULO: 1.388
  - DURACION DE CADA INTERVALO: 0.017
  - NUMERO DE DIVISONES POR INTERVALO:
    - VELOCIDAD DINAMICA: 5
  - AMORTIGUACION: 5%
  - VELOCIDAD INICIAL DINAMICA: 40.000 m/s
  - VELOCIDAD FINAL DINAMICA: 120.000 m/s
  - INTERVALO DE VELOCIDADES 10.000 m/s

Resultados.

Los resultados de los cálculos realizados se han agrupado en los siguientes subapartados:

- Desplazamientos carga estática.
- Resultados carga dinámica.
- Coeficientes de impacto.
- Desplazamientos trenes IPF y EC.
- Historias temporales.

Se han realizado estudios con los trenes 3 y 4 del Eurocódigo para el rango de velocidades entre 40 y 120 m/s cada 10 m/s. La ubicación de los trenes abarca desde el momento en que entra la locomotora en la estructura hasta el momento en que el último vehículo la abandona, dividiendo este espacio en 80 intervalos. El tiempo en que se pasa de un intervalo a otro viene marcado por la velocidad, y varía de un caso a otro. Los trenes se han introducido con su excentricidad real, teniendo así en cuenta el momento torsor. Para la determinación de las masas adicionales se ha considerado la carga de balasto característica.

Resultados Carga Estática

Resultados Carga Estática.

Se ha obtenido la envolvente de desplazamientos de los trenes 3 y 4 del EC introducidos como carga estática.

Los resultados obtenidos se muestran en la página siguiente.

Desplazamientos Carga Estática

- Casos: 1A80

Nudo/Caso	UZ (mm)
13/ 72	0.2314>>
13/ 18	-2.7602<<
34/ 16	0.4186>>
34/ 73	-0.3657<<

© RoboBAT 1996-2001

Desplazamientos Carga Estática

- Casos: 1A80

Nudo/Caso	UZ (mm)
13/ 75	0.1955>>
13/ 16	-2.4756<<
34/ 60	0.3126>>
34/ 75	-0.3113<<

553

Resultados Cargas Dinámicas.

Los resultados obtenidos en el análisis dinámico se muestran en las páginas siguientes, concluyéndose lo siguiente:

- En el rango de velocidades estudiadas no se aprecian resonancias importantes, sino que siguen una evolución más o menos lineal.
- Al aumentar la velocidad de los trenes la aceleración de respuesta aumenta considerablemente, pero no se produce ningún pico reseñable.
- El valor de aceleración máximo alcanza un valor de 1.82 m/s^2, muy por debajo del valor de 0.35g que establece como límite la norma IAPF-98.

En las páginas siguientes se muestran los resultados del cálculo dinámico, en donde se calculan los desplazamientos, la velocidad y la aceleración de los centros de vano de la estructura para las distintas velocidades de cada tren.

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 40.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.3139>>	0.2314	-41.9909
13/ ANALI	-2.8362<<	-1.4885	134.0613
13/ ANALI	-1.6131	11.7888>>	-45.0354
13/ ANALI	-1.1288	-11.1008<<	13.4663
13/ ANALI	-2.7743	2.6202	199.9443>>
13/ ANALI	-1.5489	8.6498	-133.8164<<
34/ ANALI	0.4584>>	0.0611	-41.7257
34/ ANALI	-0.3768<<	0.7032	58.4060
34/ ANALI	-0.0393	4.1669>>	-60.5459
34/ ANALI	0.1367	-3.7199<<	-19.7378
34/ ANALI	-0.2066	2.6046	83.5277>>
34/ ANALI	0.2573	0.1920	-79.8958<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 50.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.4769>>	2.2854	-156.5191
13/ ANALI	-3.0800<<	2.6505	200.9310
13/ ANALI	-1.8079	14.6415>>	30.4717
13/ ANALI	-0.9309	-14.6888<<	-24.4287
13/ ANALI	-3.0660	-3.2124	209.5802>>
13/ ANALI	-0.3352	2.5952	-203.9771<<
34/ ANALI	0.4734>>	0.1406	-31.6323
34/ ANALI	-0.4012<<	-0.7081	49.7234
34/ ANALI	-0.0060	3.4328>>	34.9276
34/ ANALI	0.0175	-4.4196<<	-27.0797
34/ ANALI	-0.2676	-1.0758	81.0249>>
34/ ANALI	0.1902	2.3776	-72.1847<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 60.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.5045>>	1.0209	-163.7502
13/ ANALI	-3.1244<<	3.4606	266.6923
13/ ANALI	-1.4547	20.7636>>	-17.0144
13/ ANALI	-1.2791	-19.1768<<	37.6649
13/ ANALI	-2.3863	9.9884	362.5321>>
13/ ANALI	-0.1194	-2.8120	-415.4111<<
34/ ANALI	0.4362>>	-0.4614	-102.6001
34/ ANALI	-0.4238<<	-0.7147	119.1618
34/ ANALI	-0.0603	4.6214>>	-13.1286
34/ ANALI	0.1649	-5.7670<<	-38.5112
34/ ANALI	-0.3837	0.3480	135.1368>>
34/ ANALI	0.2921	-2.8895	-123.3111<<

555

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 70.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.4955>>	0.1563	-171.6107
13/ ANALI	-3.1522<<	3.5238	289.5137
13/ ANALI	-1.3774	26.3667>>	67.5411
13/ ANALI	-1.0143	-24.4106<<	-5.5619
13/ ANALI	-3.1401	-5.0449	407.8523>>
13/ ANALI	0.1638	9.4608	-541.6842<<
34/ ANALI	0.4430>>	0.1744	-102.5867
34/ ANALI	-0.3730<<	-0.1709	31.2023
34/ ANALI	0.0668	6.1859>>	14.5616
34/ ANALI	0.1448	-6.2842<<	-65.0563
34/ ANALI	-0.2646	1.5220	147.6720>>
34/ ANALI	0.2600	-2.9653	-187.3662<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 75.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.736>>	-1.644	-341.763
13/ ANALI	-3.381<<	2.923	435.904
13/ ANALI	-1.330	29.885>>	-43.617
13/ ANALI	-1.821	-29.878<<	35.288
13/ ANALI	-2.966	10.265	574.612>>
13/ ANALI	0.257	8.153	-588.848<<
34/ ANALI	0.437>>	0.748	-72.334
34/ ANALI	-0.435<<	-0.809	82.368
34/ ANALI	0.028	9.021>>	-50.301
34/ ANALI	0.117	-9.057<<	-59.170
34/ ANALI	-0.265	3.424	175.763>>
34/ ANALI	0.290	-5.323	-229.327<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 80.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	1.0954>>	2.7558	-506.8693
13/ ANALI	-3.9990<<	-7.8699	885.9634
13/ ANALI	-1.0916	39.0270>>	8.1751
13/ ANALI	-2.1367	-43.7587<<	194.1208
13/ ANALI	-3.9990	-7.8699	885.9634>>
13/ ANALI	0.6634	8.6009	-881.5416<<
34/ ANALI	0.5112>>	-0.7214	-170.4335
34/ ANALI	-0.4757<<	1.3090	239.3023
34/ ANALI	0.1487	11.8446>>	1.3210
34/ ANALI	-0.0300	-12.3292<<	90.8200
34/ ANALI	-0.4426	3.7041	258.3170>>
34/ ANALI	0.4010	-4.9362	-304.2867<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 90.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	1.2117>>	4.5674	-565.0439
13/ ANALI	-4.9579<<	-5.1586	1279.4692
13/ ANALI	-2.5595	50.5018>>	-0.2825
13/ ANALI	-1.6854	-62.6416<<	-104.3919
13/ ANALI	-4.9579	-5.1586	1279.4692>>
13/ ANALI	1.0823	3.6008	-1193.7097<<
34/ ANALI	0.7681>>	-0.5690	-108.9450
34/ ANALI	-0.5514<<	0.5056	97.1015
34/ ANALI	0.1768	18.3869>>	-60.3780
34/ ANALI	-0.0412	-16.1435<<	99.9405
34/ ANALI	-0.1797	-10.3163	396.6540>>
34/ ANALI	0.4795	-7.8104	-474.5463<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 100.000 m/s

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	1.6406>>	-6.2836	-1042.7123
13/ ANALI	-5.3945<<	-5.2708	1453.3461
13/ ANALI	-1.6601	69.8983>>	-93.6422
13/ ANALI	-2.3019	-70.6011<<	111.7393
13/ ANALI	-5.3945	-5.2708	1453.3461>>
13/ ANALI	1.1319	-11.2780	-1447.5373<<
34/ ANALI	0.9344>>	-0.6977	-293.0741
34/ ANALI	-0.7064<<	-0.1321	356.6162
34/ ANALI	0.0850	20.4045>>	124.8816
34/ ANALI	-0.0757	-19.3569<<	78.2369
34/ ANALI	-0.5611	-7.1354	471.5786>>
34/ ANALI	0.4829	-9.8231	-504.3851<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 110.000 m/s

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	2.9201>>	-1.8225	-1564.6447
13/ ANALI	-5.7693<<	11.7125	1728.3577
13/ ANALI	-0.9774	89.4050>>	-245.3085
13/ ANALI	-2.5024	-77.9763<<	137.9495
13/ ANALI	-5.7693	11.7125	1728.3577>>
13/ ANALI	1.3684	0.7754	-1681.6361<<
34/ ANALI	1.0205>>	-2.2453	-582.4075
34/ ANALI	-0.8422<<	0.6438	307.7164
34/ ANALI	0.2396	19.6436>>	53.8725
34/ ANALI	-0.0812	-20.6550<<	17.5258
34/ ANALI	-0.5971	-11.1172	547.2804>>
34/ ANALI	0.9816	7.5809	-591.9556<<

© RoboBAT 1996-2001

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 120.000 m/s

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	3.9459>>	-0.3808	-1971.7959
13/ ANALI	-6.0212<<	-5.9352	2109.5003
13/ ANALI	-1.8059	104.7589>>	326.0759
13/ ANALI	-1.8747	-84.2004<<	-192.6097
13/ ANALI	-5.8967	23.7430	2150.1092>>
13/ ANALI	3.7607	27.1179	-2054.9709<<
34/ ANALI	0.9610>>	0.4342	-648.1258
34/ ANALI	-0.9807<<	-1.8918	401.2804
34/ ANALI	-0.1083	22.7713>>	16.4626
34/ ANALI	-0.0883	-22.3688<<	88.3306
34/ ANALI	-0.7261	1.3652	666.1786>>
34/ ANALI	0.6874	-2.1803	-775.1531<<

© RoboBAT 1996-2001

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 40.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.2693>>	0.8837	-43.0195
13/ ANALI	-2.6441<<	1.6615	122.4293
13/ ANALI	-1.9379	9.1034>>	-1.2972
13/ ANALI	-0.8514	-9.6760<<	-7.8369
13/ ANALI	-2.6441	1.6615	122.4293>>
13/ ANALI	-0.8834	-1.0611	-78.0754<<
34/ ANALI	0.3201>>	-0.3363	-5.9678
34/ ANALI	-0.3261<<	0.1906	19.3064
34/ ANALI	-0.2057	2.4803>>	17.0471
34/ ANALI	-0.0959	-3.2064<<	-2.0780
34/ ANALI	-0.3261	0.1906	19.3064>>
34/ ANALI	0.2074	-2.5237	-29.2639<<

555

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 50.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.4101>>	-1.0866	-145.0159
13/ ANALI	-2.6195<<	-0.2159	98.0130
13/ ANALI	-1.2435	10.6285>>	23.9933
13/ ANALI	-0.7347	-12.1306<<	-83.3766
13/ ANALI	-1.7135	2.2811	196.1040>>
13/ ANALI	-0.6262	0.3982	-244.1899<<
34/ ANALI	0.3504>>	-0.4154	-52.4960
34/ ANALI	-0.3353<<	-0.0392	45.0202
34/ ANALI	-0.0609	2.9348>>	-3.0031
34/ ANALI	-0.1307	-3.7914<<	-3.2331
34/ ANALI	-0.1202	-0.3034	72.4900>>
34/ ANALI	0.1774	0.0825	-101.0704<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 60.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.3977>>	-0.7309	-133.7331
13/ ANALI	-3.0363<<	-3.7344	332.6264
13/ ANALI	-1.9015	18.3261>>	-2.9298
13/ ANALI	-2.1859	-16.4722<<	-17.9143
13/ ANALI	-2.9606	7.4215	343.7230>>
13/ ANALI	-1.3196	-4.5362	-304.4192<<
34/ ANALI	0.3279>>	0.2759	-51.0189
34/ ANALI	-0.3386<<	0.5604	79.1719
34/ ANALI	-0.1290	4.3339>>	-25.9843
34/ ANALI	-0.1753	-4.0203<<	-59.5691
34/ ANALI	-0.1122	0.0624	98.3074>>
34/ ANALI	-0.0923	-0.0746	-160.5759<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 70.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.5107>>	-2.0595	-283.7723
13/ ANALI	-3.4954<<	3.9981	698.4870
13/ ANALI	-1.8778	29.8338>>	66.9410
13/ ANALI	-1.6905	-33.9402<<	-9.3567
13/ ANALI	-3.4954	3.9981	698.4870>>
13/ ANALI	0.0545	5.4847	-781.8275<<
34/ ANALI	0.3263>>	0.5860	-67.2840
34/ ANALI	-0.3019<<	0.7355	128.6843
34/ ANALI	0.1423	3.6790>>	-16.9662
34/ ANALI	0.1657	-3.5328<<	-28.0909
34/ ANALI	-0.3019	0.7355	128.6843>>
34/ ANALI	-0.1522	-0.7322	-130.9452<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 75.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.986>>	0.097	-470.861
13/ ANALI	-3.787<<	-0.037	855.351
13/ ANALI	-2.647	34.721>>	183.446
13/ ANALI	-1.626	-36.263<<	-126.532
13/ ANALI	-3.787	-0.037	855.351>>
13/ ANALI	0.254	-5.453	-674.591<<
34/ ANALI	0.474>>	1.149	-62.014
34/ ANALI	-0.413<<	-0.105	202.683
34/ ANALI	0.103	6.486>>	8.537
34/ ANALI	0.292	-8.057<<	-105.035
34/ ANALI	-0.413	-0.105	202.683>>
34/ ANALI	0.456	-3.083	-223.434<<

561

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 80.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.9324>>	-2.0594	-352.5212
13/ ANALI	-3.2804<<	-7.9194	622.9250
13/ ANALI	-1.1002	34.9871>>	-30.8436
13/ ANALI	-0.7720	-29.1073<<	-143.2914
13/ ANALI	-2.1758	3.1458	671.6996>>
13/ ANALI	0.3060	-7.1646	-679.1770<<
34/ ANALI	0.5260>>	-2.6592	-261.5331
34/ ANALI	-0.4920<<	0.2803	254.5281
34/ ANALI	-0.0112	7.0797>>	-26.7650
34/ ANALI	0.1214	-9.2589<<	125.9214
34/ ANALI	-0.4661	-4.1597	265.7217>>
34/ ANALI	0.5260	-2.6592	-261.5331<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 90.000 m/s)

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.9317>>	3.7278	-383.6069
13/ ANALI	-3.3422<<	-4.7630	619.1431
13/ ANALI	-1.0727	32.0058>>	-113.3407
13/ ANALI	-1.9769	-26.8078<<	-4.9664
13/ ANALI	-3.3422	-4.7630	619.1431>>
13/ ANALI	0.2276	-0.4744	-659.8524<<
34/ ANALI	0.5051>>	1.6621	-247.7179
34/ ANALI	-0.5658<<	-2.6529	383.1963
34/ ANALI	0.0108	9.1712>>	-16.2128
34/ ANALI	0.2378	-12.2225<<	-149.8757
34/ ANALI	-0.5658	-2.6529	383.1963>>
34/ ANALI	0.4609	-6.0943	-381.7731<<

562

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 100.000 m/s

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	1.0448>>	4.2786	-591.2737
13/ ANALI	-3.6450<<	-0.3689	872.4164
13/ ANALI	-1.4601	40.0584>>	-47.9759
13/ ANALI	-2.2319	-35.3992<<	9.9862
13/ ANALI	-3.6450	-0.3689	872.4164>>
13/ ANALI	0.3984	11.9379	-659.0654<<
34/ ANALI	0.6344>>	-2.2580	-347.2426
34/ ANALI	-0.5624<<	-3.7253	491.5830
34/ ANALI	0.0341	11.4130>>	112.7045
34/ ANALI	0.2281	-14.7167<<	-67.5624
34/ ANALI	-0.5624	-3.7253	491.5830>>
34/ ANALI	0.6344	-2.2580	-347.2426<<

Resultados del análisis temporal:

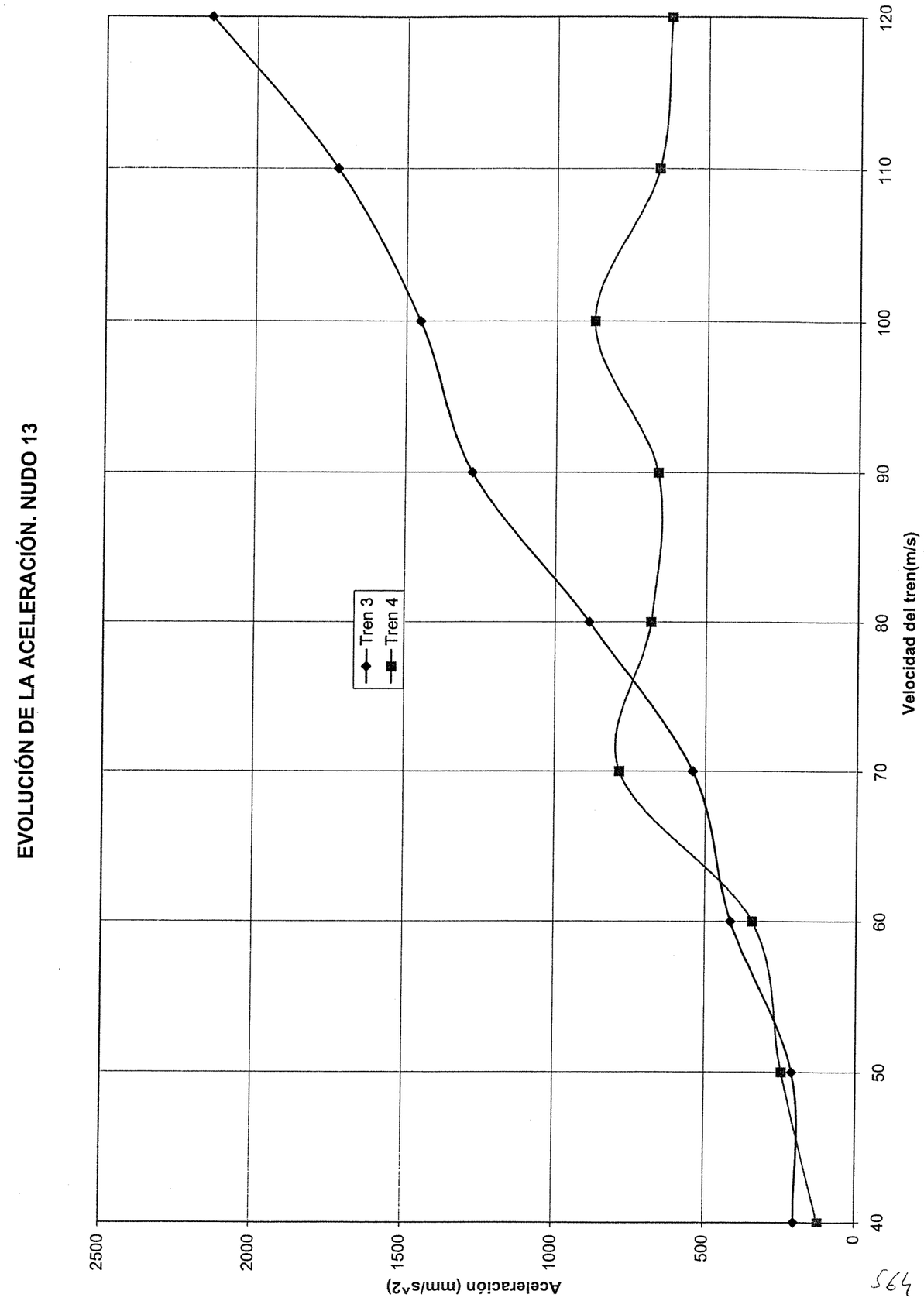
- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 110.000 m/s

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.7888>>	5.7310	-625.1985
13/ ANALI	-3.1561<<	4.0752	658.4600
13/ ANALI	-1.2521	38.9413>>	-1.7961
13/ ANALI	-2.0046	-25.0975<<	-100.6620
13/ ANALI	-3.1561	4.0752	658.4600>>
13/ ANALI	0.7888	5.7310	-625.1985<<
34/ ANALI	0.5756>>	2.0088	-359.6732
34/ ANALI	-0.5602<<	2.7443	530.1754
34/ ANALI	0.0674	12.2756>>	60.0486
34/ ANALI	-0.3145	-13.3973<<	108.5231
34/ ANALI	-0.5602	2.7443	530.1754>>
34/ ANALI	0.5503	-4.9067	-396.6439<<

Resultados del análisis temporal:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORAL. VELOCIDAD= 120.000 m/s

Nudo/Caso	UZ (mm)	VZ (mm/sec)	AZ (mm/sec2)
13/ ANALI	0.8508>>	1.0469	-466.8735
13/ ANALI	-2.7106<<	0.7841	439.2034
13/ ANALI	-0.9034	34.2244>>	-52.9528
13/ ANALI	-1.1183	-23.2737<<	-72.6924
13/ ANALI	-2.3906	19.0609	620.0884>>
13/ ANALI	0.5308	18.0376	-532.9558<<
34/ ANALI	0.5485>>	-1.6418	-484.7627
34/ ANALI	-0.5903<<	-5.4261	656.1958
34/ ANALI	-0.1762	13.6737>>	-172.9765
34/ ANALI	-0.1495	-15.6763<<	-144.7988
34/ ANALI	-0.5903	-5.4261	656.1958>>
34/ ANALI	0.5485	-1.6418	-484.7627<<



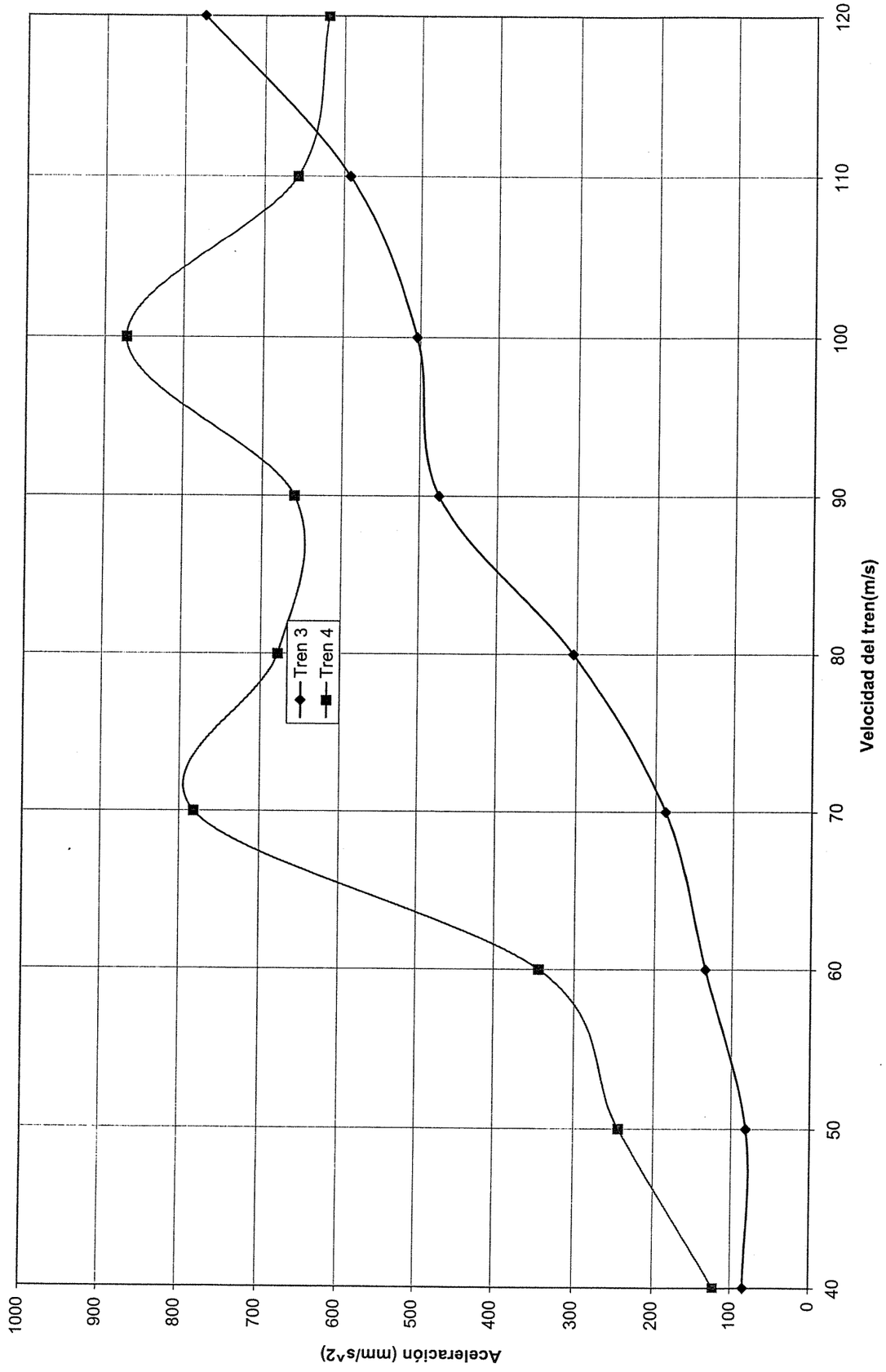
564

Aceleraciones Máximas:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORA

	AZ (mm/sec2)
MAX	2166.0387
Nudo	14
Caso	ANALISIS TEM
MIN	-2096.7300
Nudo	14
Caso	ANALISIS TEM

EVOLUCIÓN DE LA ACELERACIÓN. NUDO 34



Aceleraciones Máximas:

- Caso: 82 (ANALISIS TEMPORA

	AZ (mm/sec2)
MAX	656.1958
Nudo	34
Caso	ANALISIS TEM
MIN	-680.7535
Nudo	18
Caso	ANALISIS TEM

Coeficientes de Amplificación Dinámicos

566

Coeficientes de Amplificación Dinámicos.

Con los resultados obtenidos se pueden calcular los CAD de los centros de vano del puente dividiendo la máxima flecha en cada punto obtenida en el cálculo dinámico por su correspondiente en el cálculo estático.

Como se observa en las páginas siguientes, el CAD máximo para una velocidad de 120 m/s es de 12.52, valor sin duda muy elevado, si bien cabe hacer las siguientes consideraciones.

- La velocidad del tramo es de 225 km/h, lo que equivale a 62.50 m/s.
- Considerando una velocidad de 80 m/s (1.28 V_0), el CAD es 3.62, valor más lógico dadas las características de la estructura.
- Los valores más altos del CAD son para flechas positivas, es decir, hacia arriba.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla siguiente.

COEFICIENTES AMPLIFICACION DINAMICOS						
		Desplazamientos Carga Estática (mm)		Desplazamientos Análisis Dinámico (mm)		CAD
		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
NUDO 13	Tren 3	0.23	-2.76	3.95	-6.02	17.05	2.18	**17.05**
	Tren 4	0.20	-2.48	1.04	-3.65	5.34	1.47	**5.34**
NUDO 34	Tren 3	0.42	-0.37	1.02	-0.98	2.44	2.68	**2.68**
	Tren 4	0.31	-0.31	0.63	-0.59	2.03	1.90	**2.03**

563

COEFICIENTES AMPLIFICACION DINAMICOS. Velocidad= 75 m/s								
		Desplazamientos Carga Estática (mm)		Desplazamientos Análisis Dinámico (mm)		CAD		
		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
NUDO 13	Tren 3	0.23	-2.76	0.74	-3.38	3.18	1.22	**3.18**
	Tren 4	0.20	-2.48	0.99	-3.79	5.04	1.53	**5.04**
NUDO 34	Tren 3	0.42	-0.37	0.44	-0.44	1.04	1.19	**1.19**
	Tren 4	0.31	-0.31	0.47	-0.41	1.52	1.33	**1.52**

Desplazamientos trenes IPF – 75 y EC1

Desplazamientos trenes IPF-75 y EC1.

En la página siguiente se muestra la envolvente de desplazamientos del tren B de la IPF y de los trenes 71, SW0 y SW2 del Eurocódigo.

La flecha máxima hacia abajo es de 4.20 mm, mientras que la máxima hacia arriba es de 2.80 mm. La media sería de 0.70 mm. El Coeficiente de Amplificación Dinámico es de 1,80, por lo que finalmente se obtiene una flecha de comparación de 1.26 mm.

En el caso del cálculo dinámico se obtiene una flecha de 0.23 mm hacia abajo. Como se tienen dos vías, el resultado se debe multiplicar por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados, obteniéndose 0.33 mm de flecha. El CAD es 3.62, por lo que el valor de comparación es 1.18 mm, inferior a 1.26 mm.

Desplazamientos trenes IPF-75 y EC1.

En la página siguiente se muestra la envolvente de desplazamientos del tren B de la IPF y de los trenes 71, SW0 y SW2 del Eurocódigo.

Observando los resultados se comprueba que las flechas de estos trenes multiplicadas por su coeficiente de impacto (1.12) son mayores que las obtenidas en el Análisis Dinámico en cada punto.

Como puede se puede comprobar, el único punto crítico es el nudo central del vano grande en oscilación libre, es decir, cuando tiene un desplazamiento hacia arriba, pero el valor de la flecha no supera la del cálculo estático.

Envolvente flechas EC:

- Casos: 6A45

Nudo/Caso	UZ (mm)
13/ 38	0.9258>>
13/ 40	-9.9842<<
34/ 40	1.5646>>
34/ 38	-1.5254<<

Envolvente de flechas IPF:

- Casos: 6A11

Nudo/Caso	UZ (mm)
13/ 10	0.6903>>
13/ 8	-8.0223<<
34/ 8	1.2447>>
34/ 10	-1.1375<<

Conclusiones.

Tras el estudio realizado sobre el Viaducto sobre Vías de Ancho Ibérico (L.A.V.). Pérgola, se puede concluir lo siguiente:

- Los coeficientes de impacto obtenidos tienen un valor máximo de 3.62, siendo un valor inferior al obtenido para los trenes tipo introducidos (trenes de la IPF y EC), por lo que este análisis no refleja ningún aspecto crítico en la vida del puente.
- Las aceleraciones máximas se mantienen por debajo de los límites establecidos en la IAPF-98.
- No se aprecian efectos resonantes importantes para las velocidades analizadas.
- Los resultados en función de los distintos trenes son similares.

Conclusiones

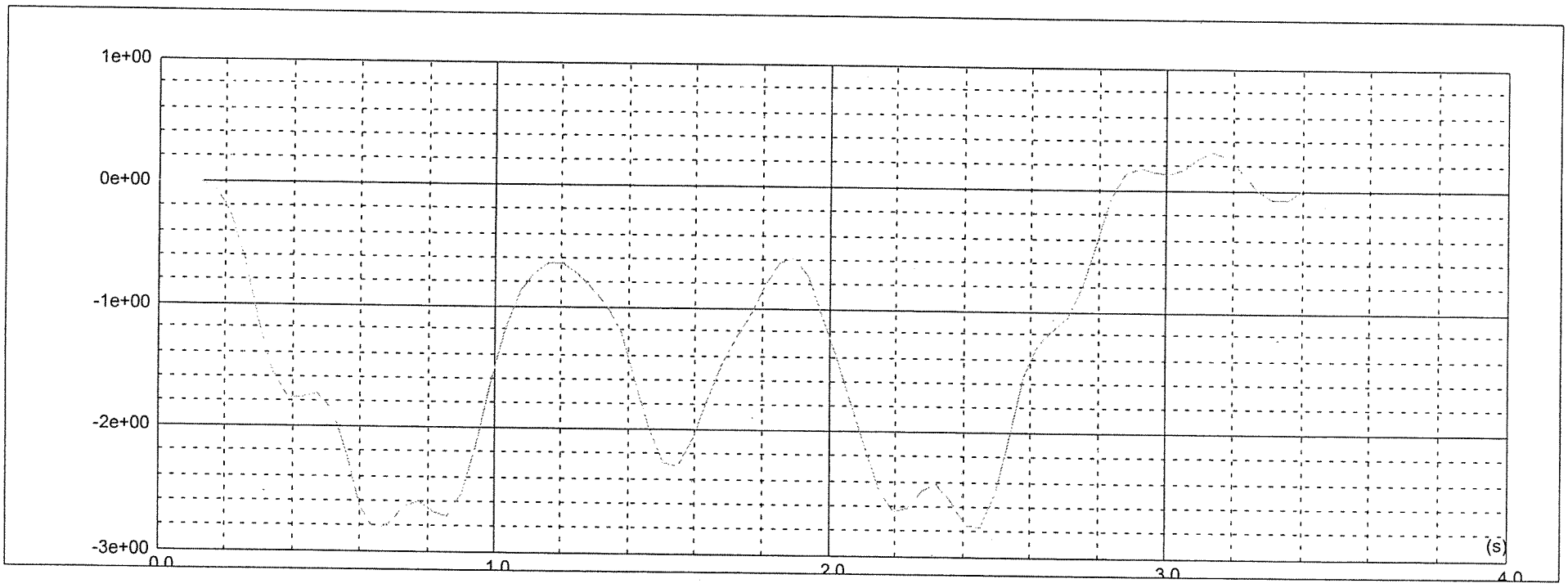
. Resultados en el tiempo

La información que se genera al realizar un análisis dinámico es muy extensa, y su exposición conduciría a una desproporcionada cantidad de hojas de interpretación complicada. Por ello, en este apartado se mostrará únicamente la evolución en el tiempo de los desplazamientos de los centros de vano del puente para cada velocidad y para cada tren.

No se mostrará por tanto la evolución de las velocidades y de las aceleraciones.

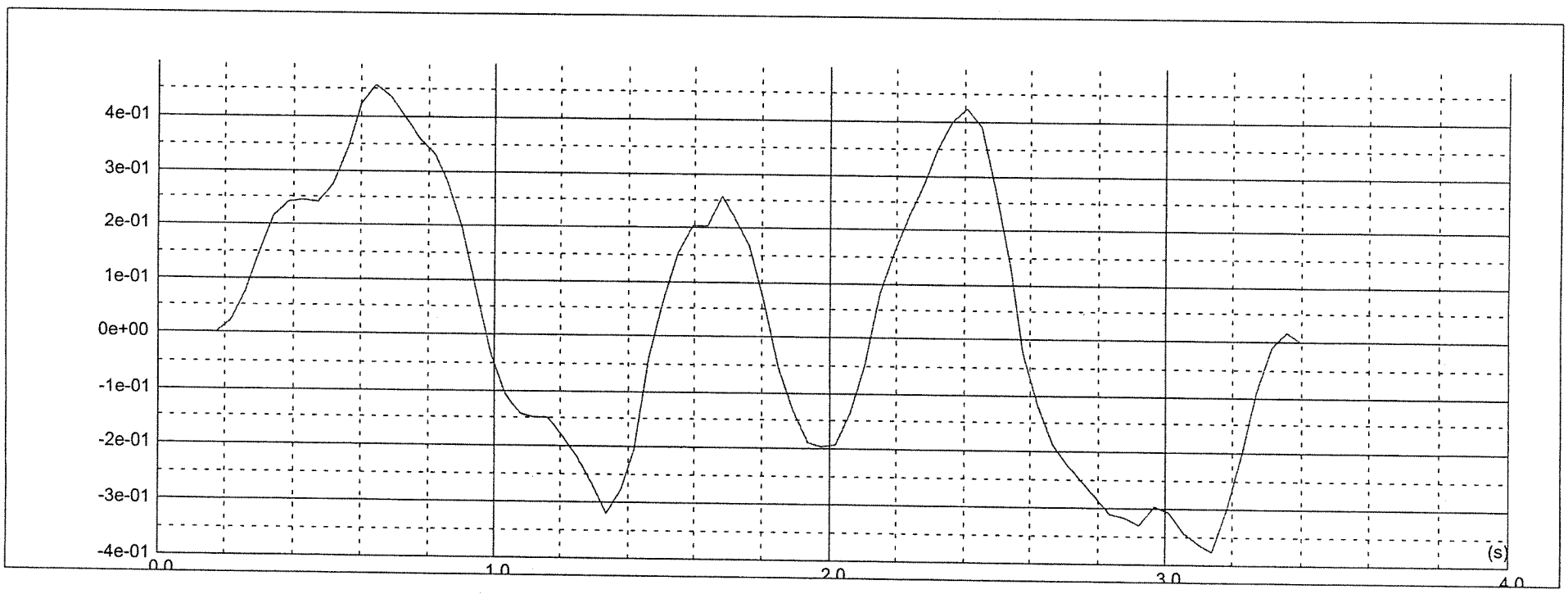
. Resultados en el tiempo

Desplazamientos Nudo 13:



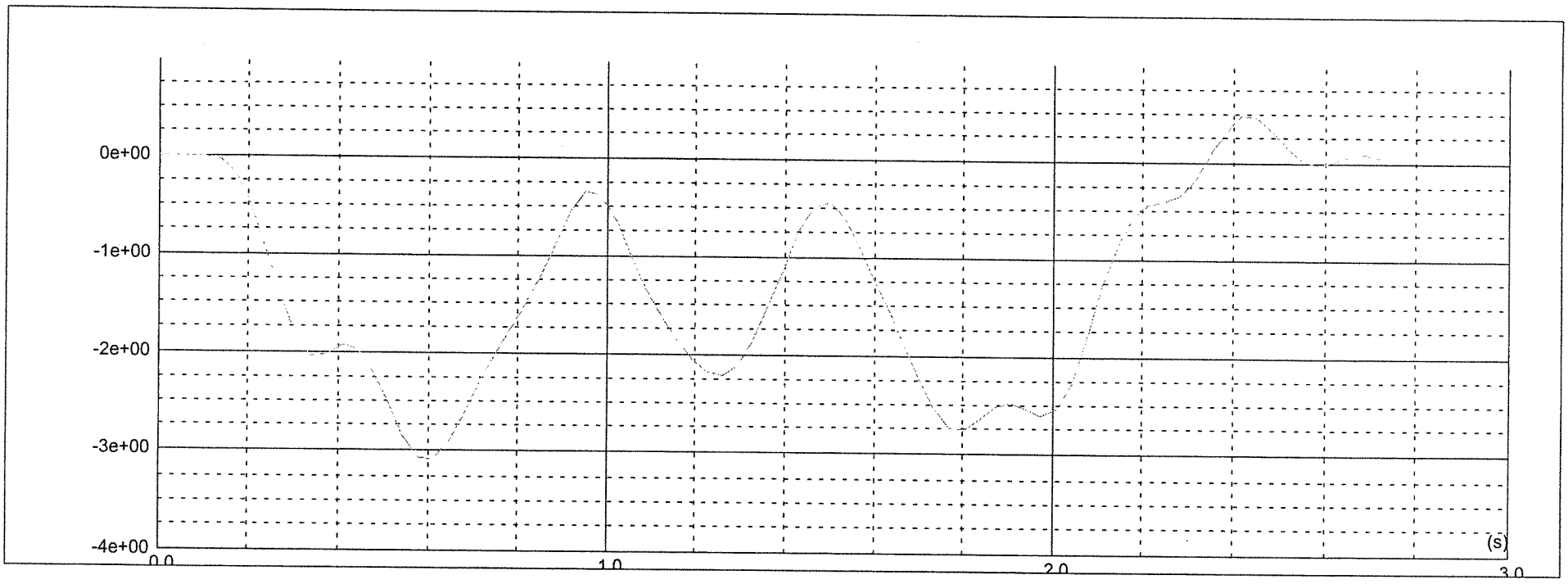
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.3139	74/80 3.14(s)	-2.8362	16/80 0.64(s)

Desplazamientos Nudo 34:



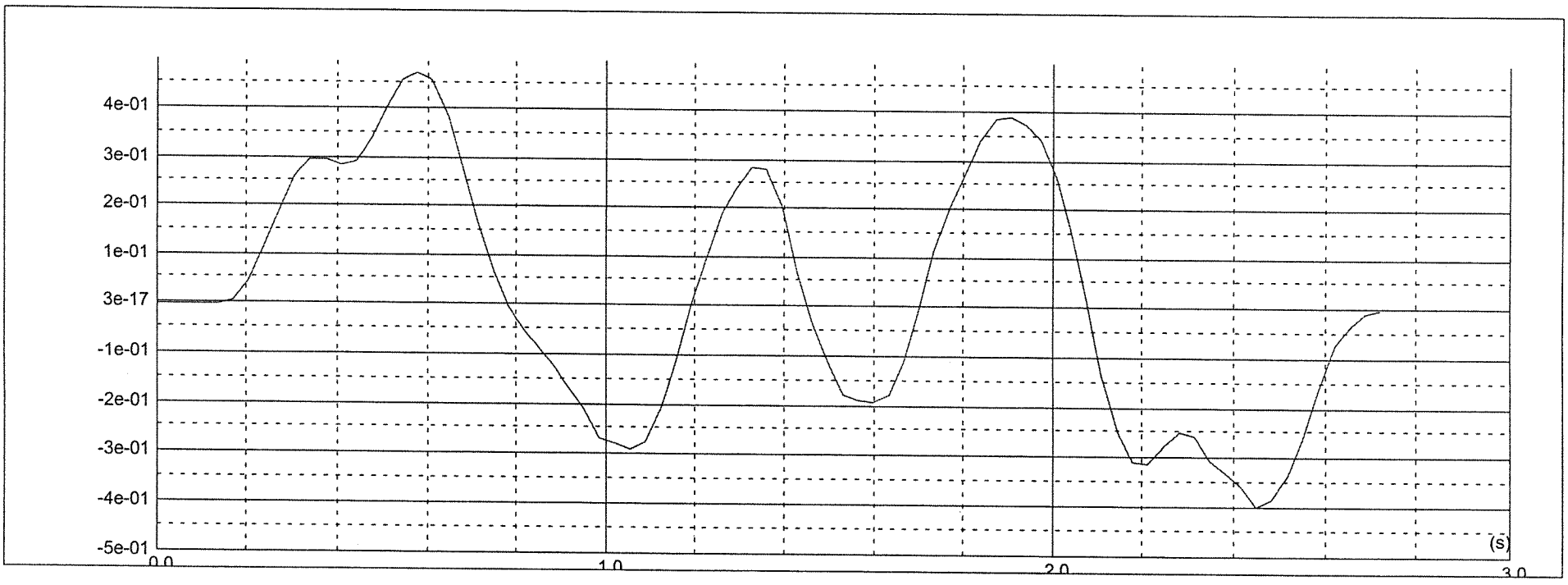
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.4584	16/80 0.64(s)	-0.3768	74/80 3.14(s)

Desplazamientos Nudo 13:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.4769	72/81 2.41(s)	-3.0800	19/81 0.61(s)

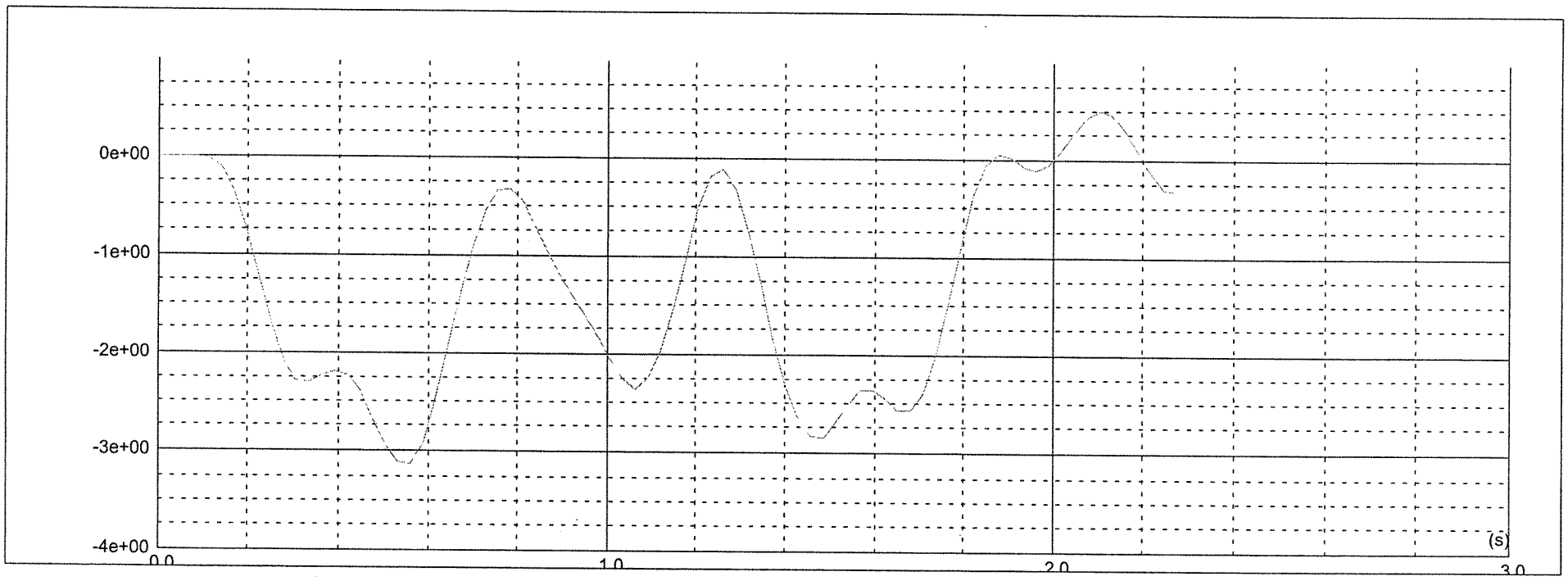
Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.4734	18/81 0.58(s)	-0.4012	73/81 2.45(s)

56

Desplazamientos Nudo 13:

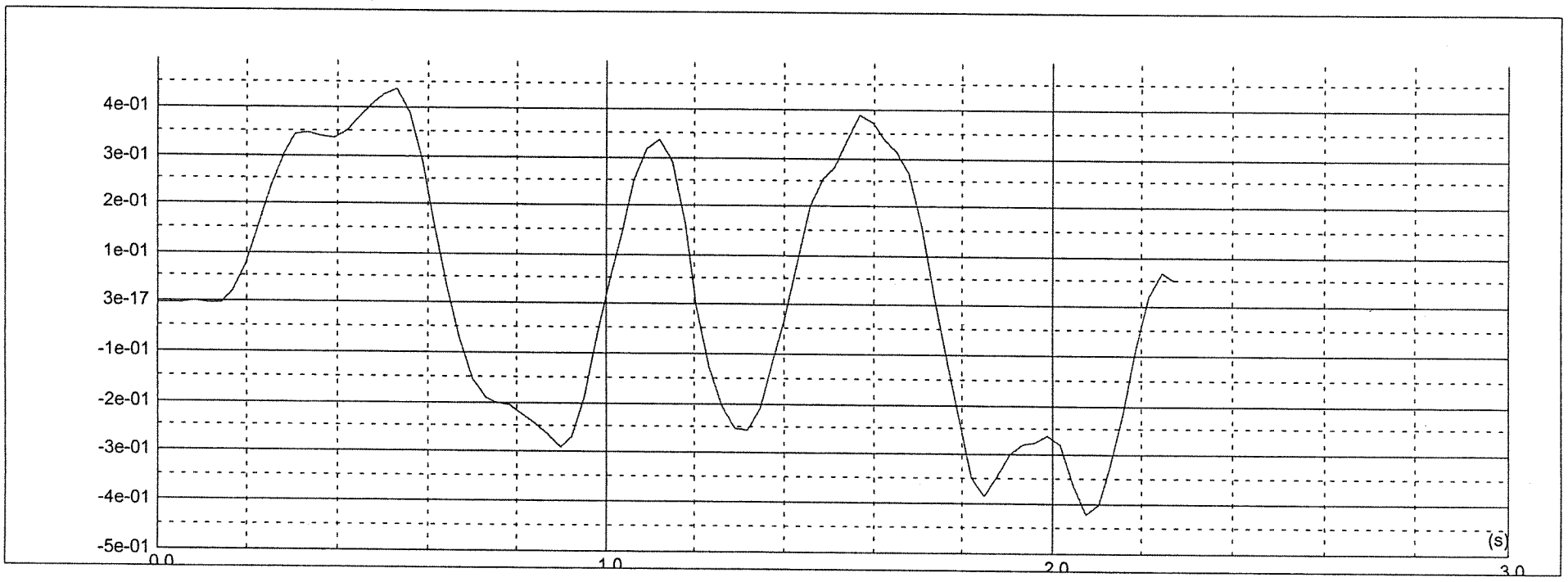


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.5045	76/82 2.10(s)	-3.1244	21/82 0.56(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

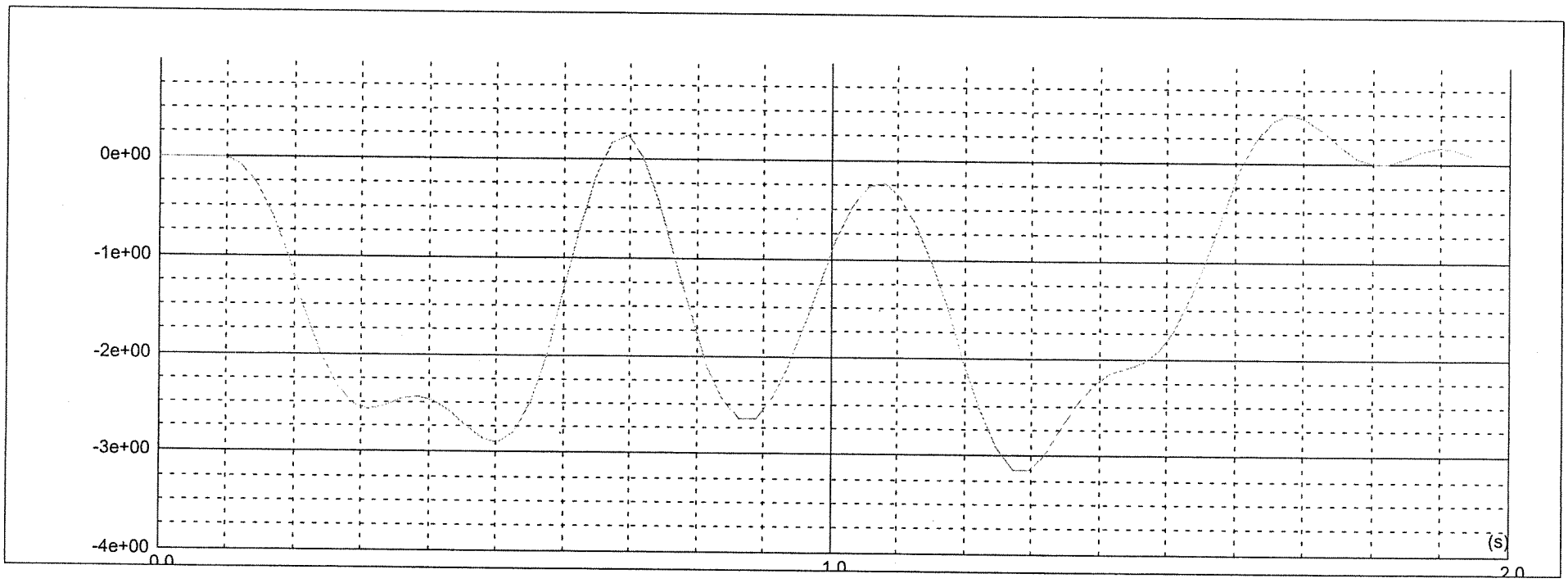
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren3_060.rtd**
Proyecto: TREN 3. VELOCIDAD= 60 m/s

Desplazamientos Nudo 34:



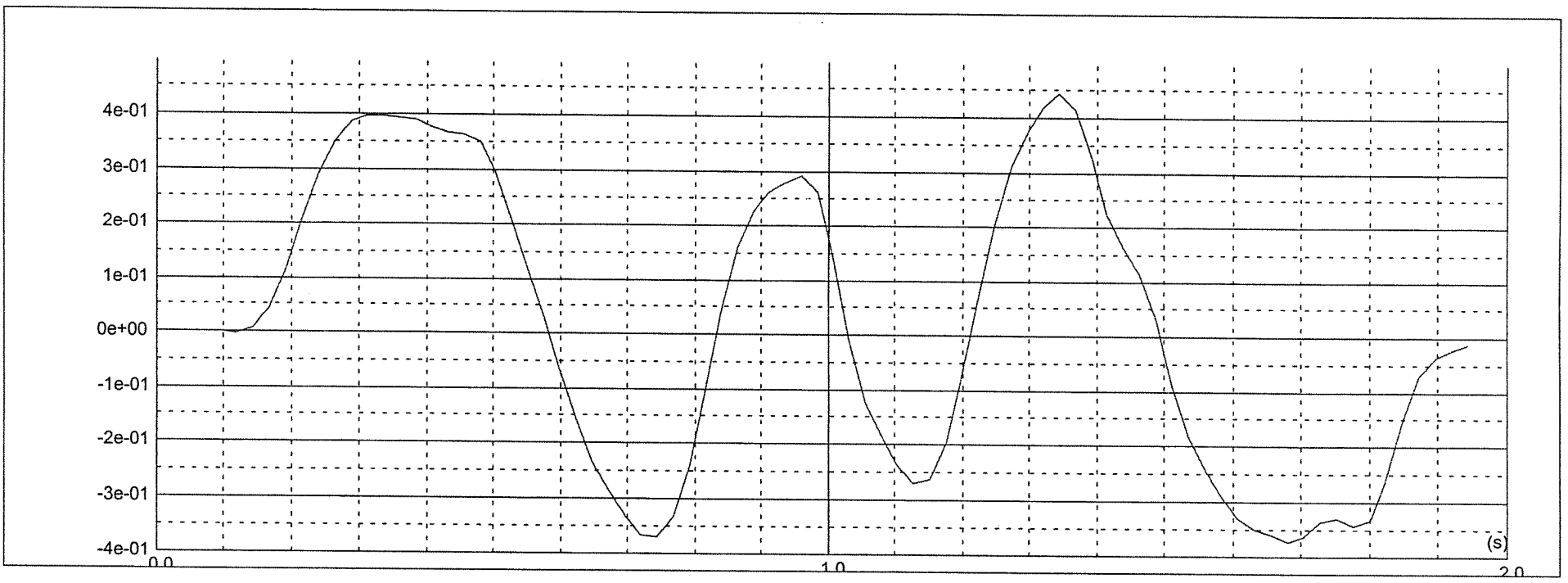
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.4362	20/82 0.53(s)	-0.4238	75/82 2.07(s)

Desplazamientos Nudo 13:



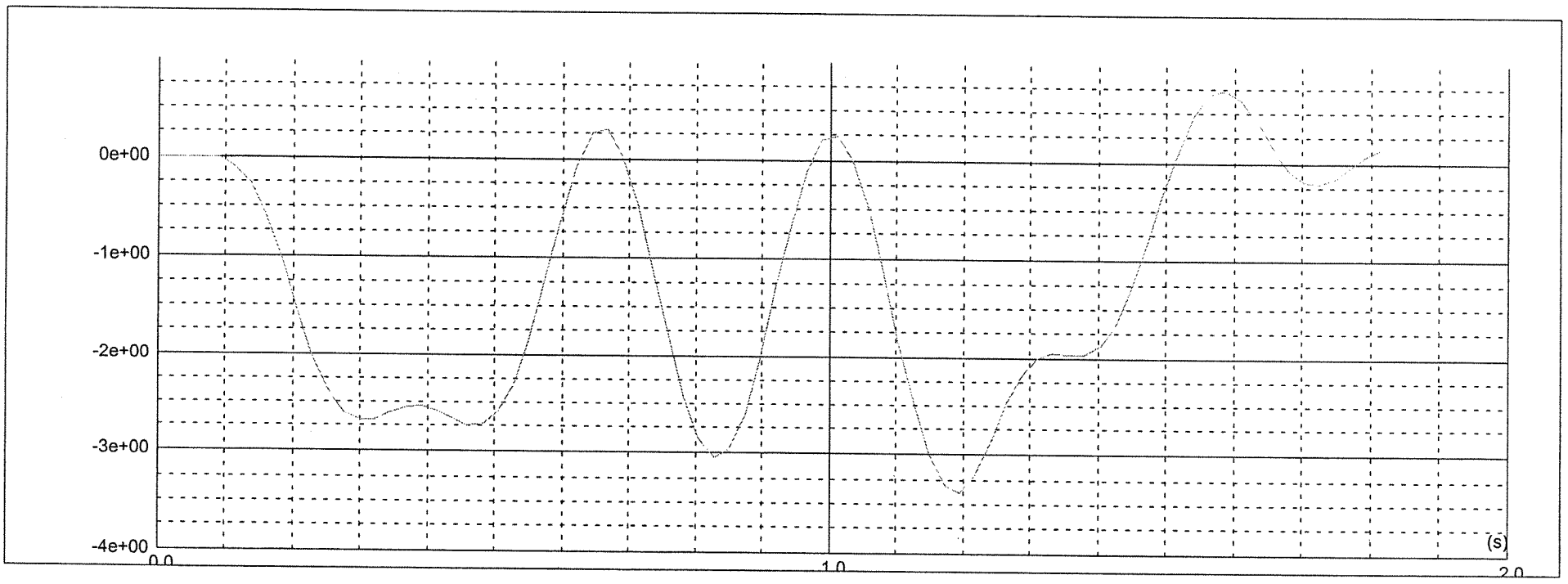
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.4955	71/82 1.68(s)	-3.1522	55/82 1.30(s)

Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.4430	57/82 1.34(s)	-0.3730	71/82 1.68(s)

Desplazamientos Nudo 13:

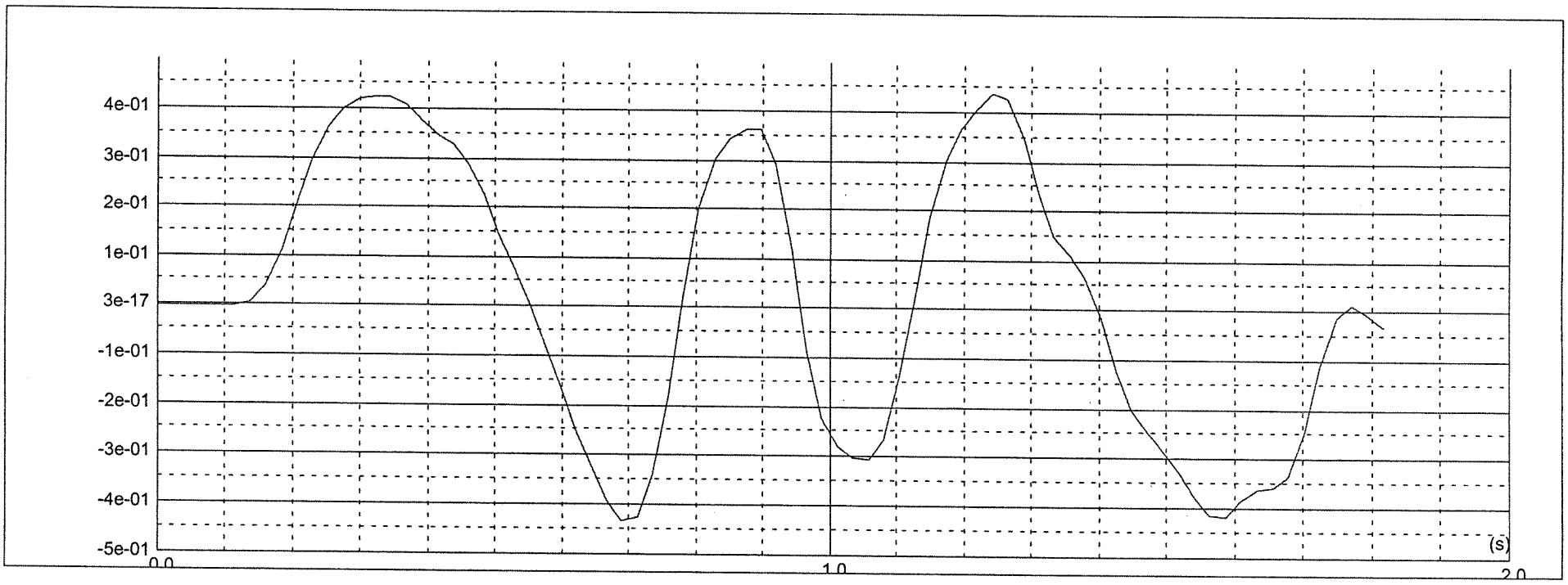


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.736	70/80 1.59(s)	-3.381	53/80 1.20(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor: **eipsa-eipsa**
Dirección:

© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren3_075.rtd**
Proyecto: TREN 3. VELOCIDAD=75 m/s

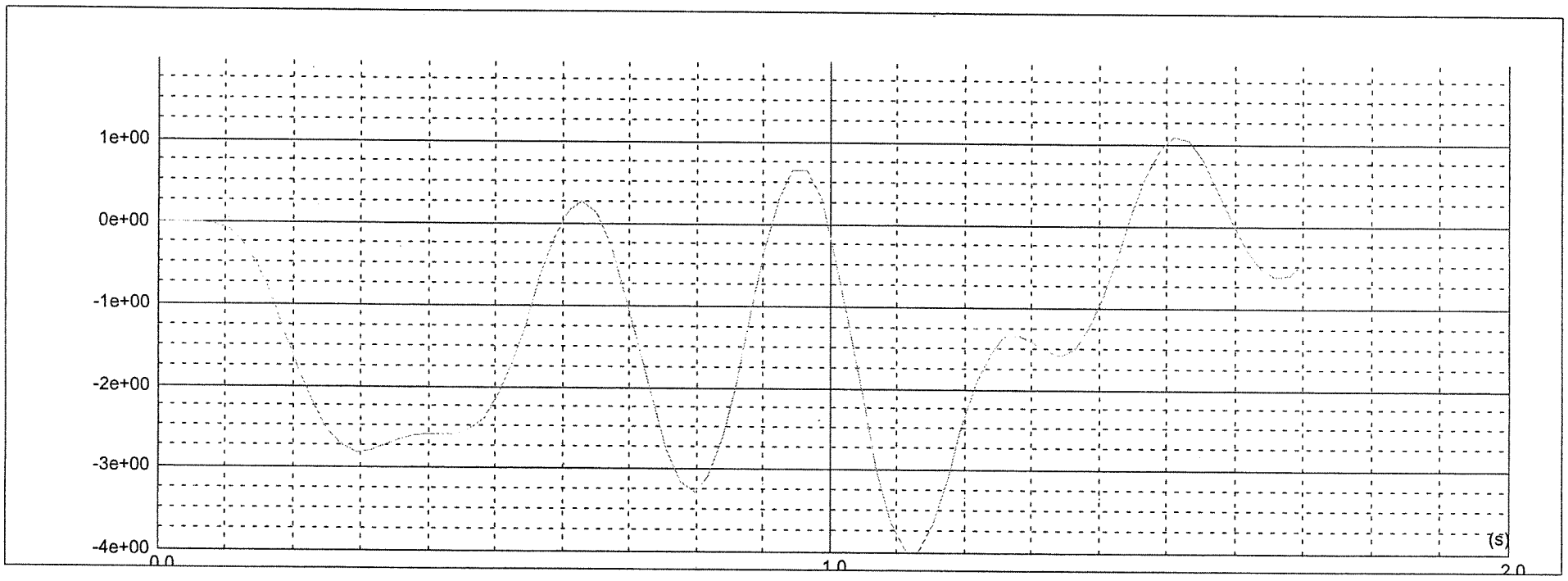
Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.437	55/80 1.24(s)	-0.435	31/80 0.69(s)

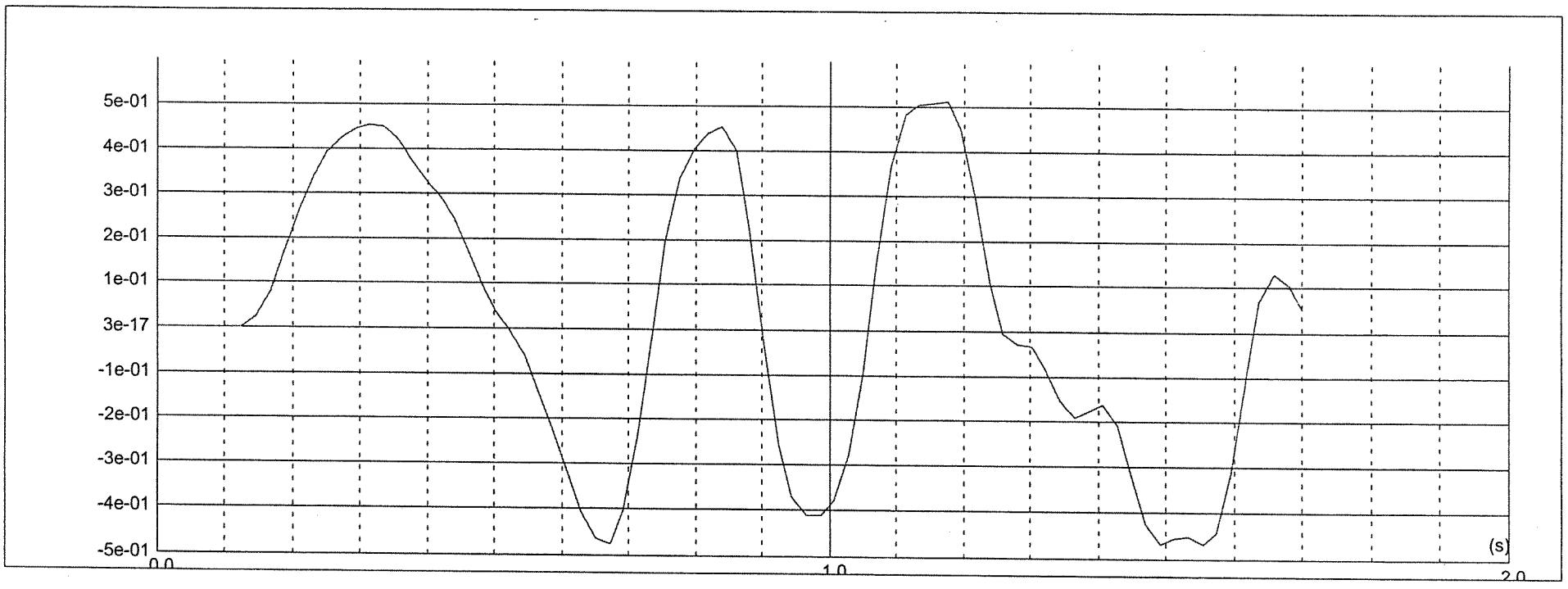
59

Desplazamientos Nudo 13:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	1.0954	73/82 1.51(s)	-3.9990	54/82 1.11(s)

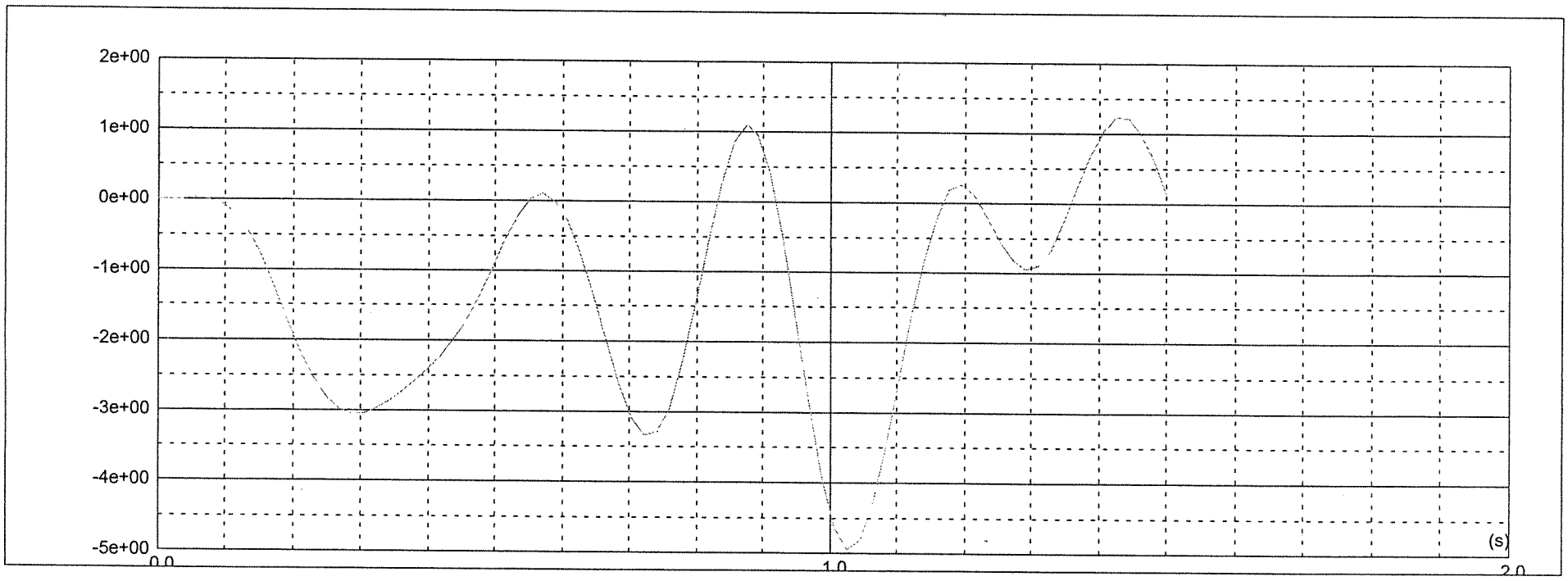
Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.5112	57/82 1.18(s)	-0.4757	33/82 0.67(s)

09 845

Desplazamientos Nudo 13:

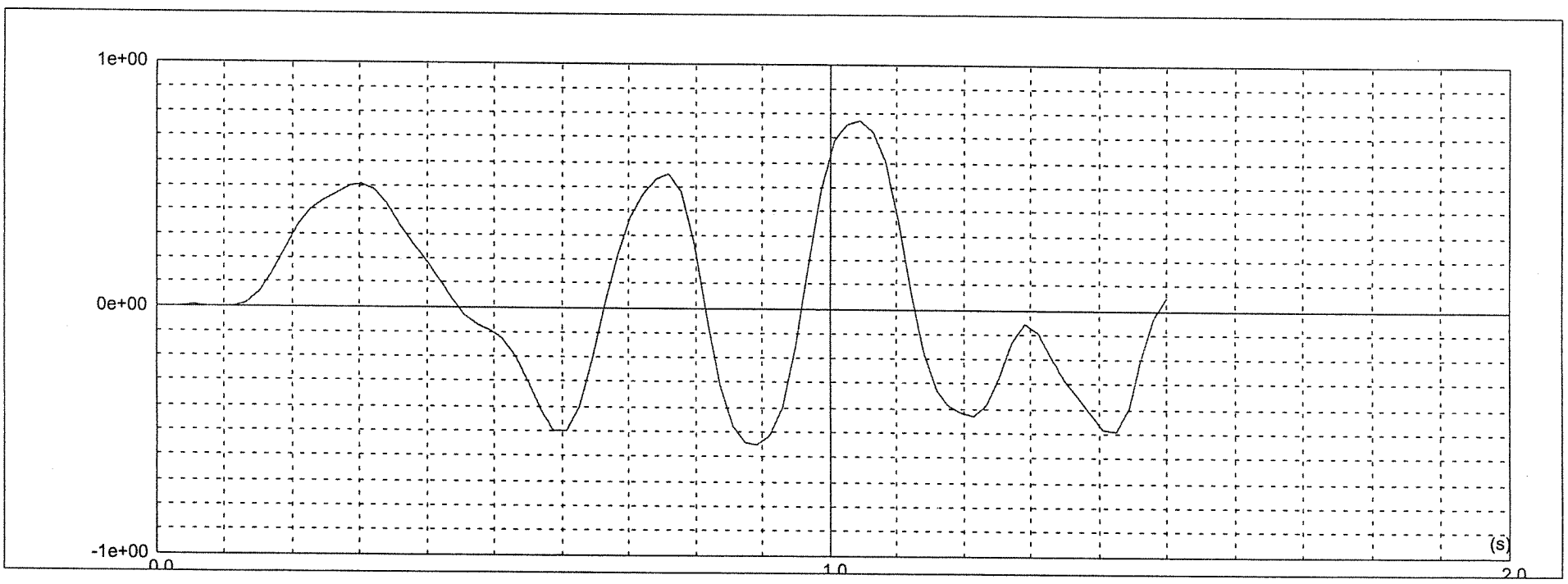


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	1.2117	76/80 1.43(s)	-4.9579	55/80 1.03(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

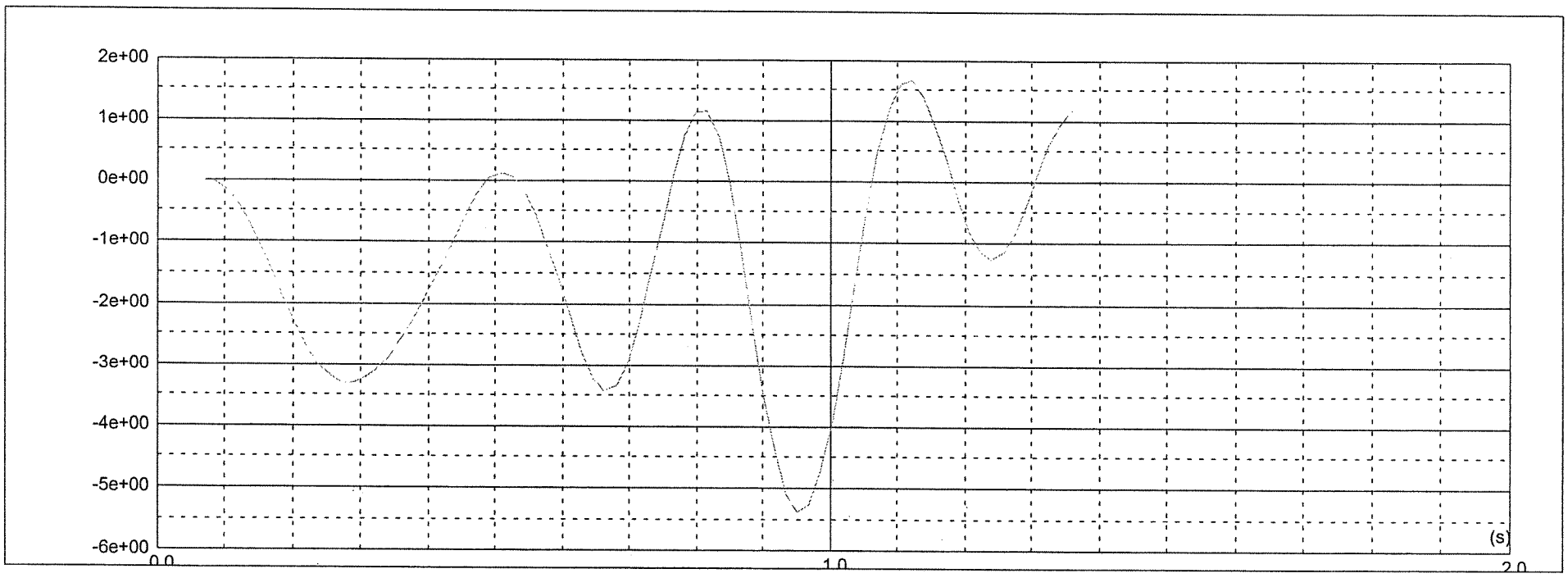
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren3_090.rtd**
Proyecto: TREN 3. VELOCIDAD= 90 m/s

Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.7681	56/80 1.04(s)	-0.5514	48/80 0.89(s)

Desplazamientos Nudo 13:

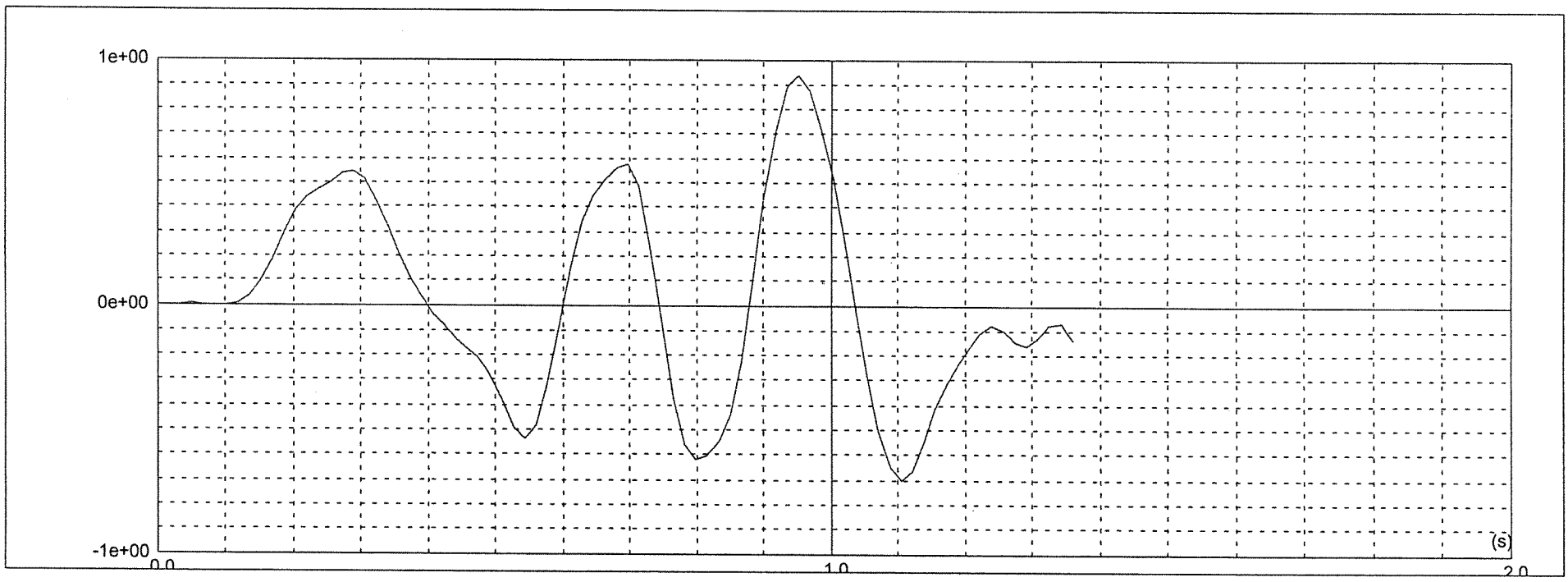


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	1.6406	67/81 1.12(s)	-5.3945	57/81 0.95(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

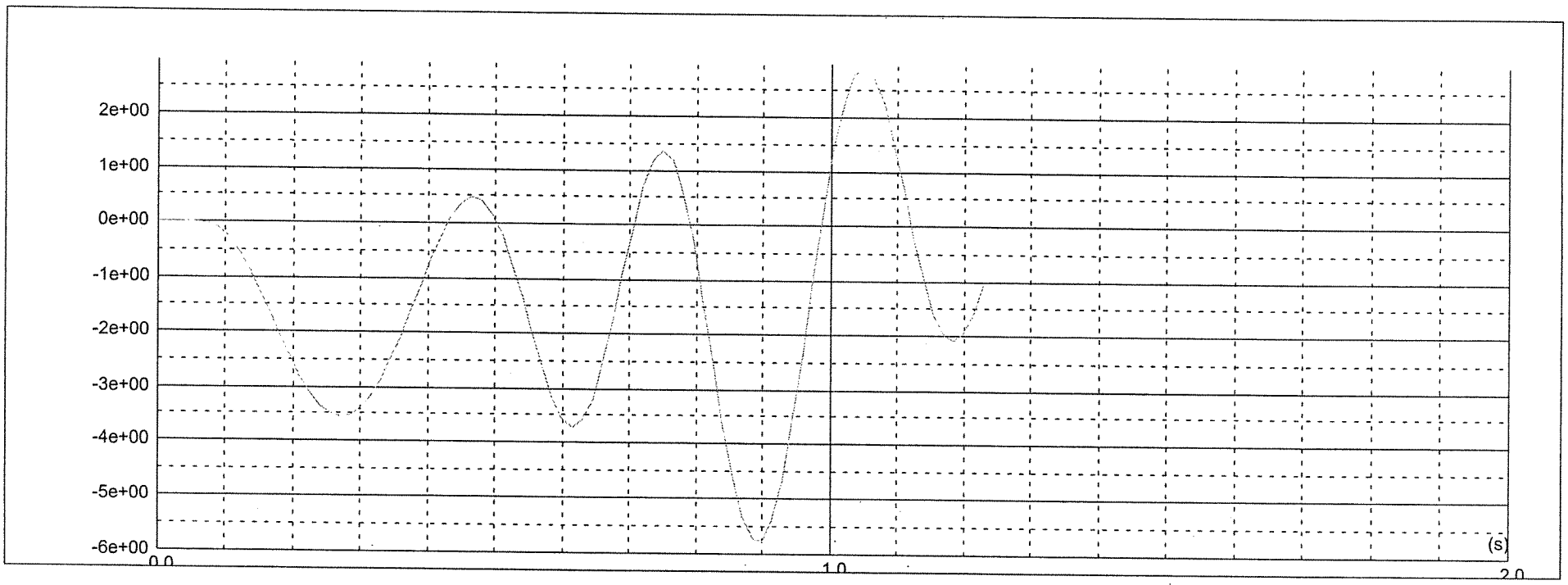
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren3_100.rtd**
Proyecto: TREN 3. VELOCIDAD= 100 m/s

Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.9344	57/81 0.95(s)	-0.7064	66/81 1.11(s)

Desplazamientos Nudo 13:

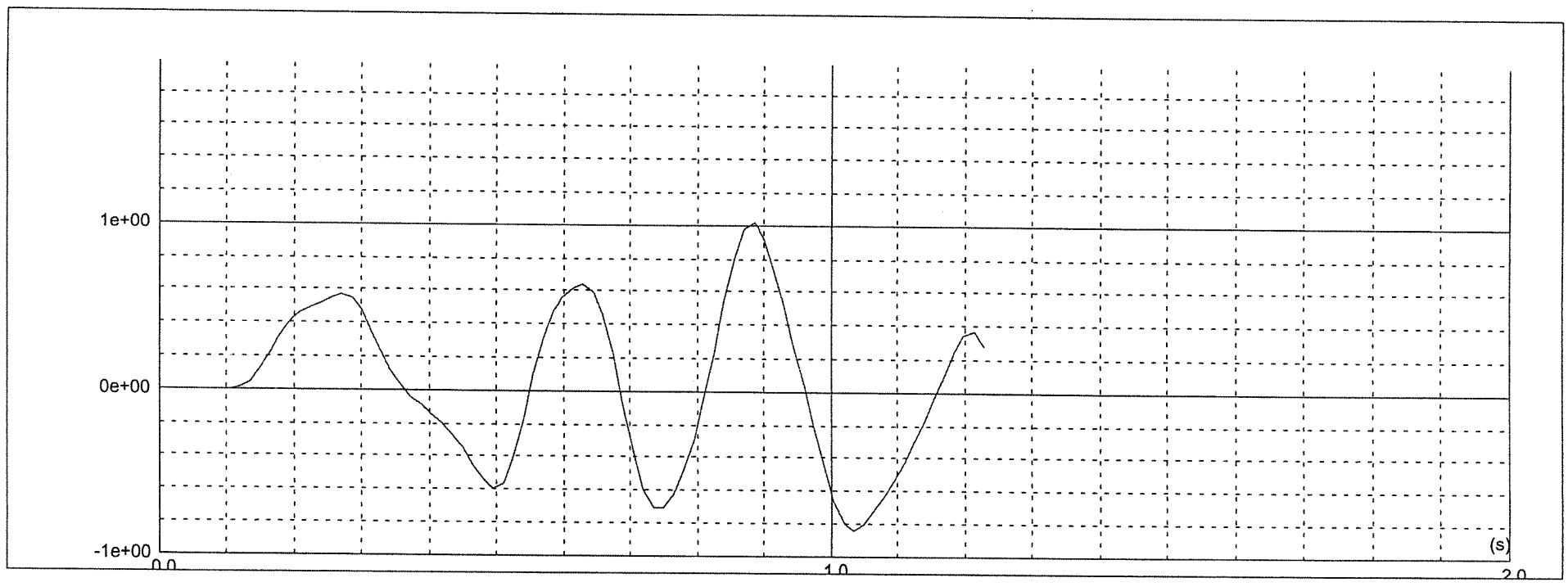


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	2.9201	71/83 1.05(s)	-5.7693	61/83 0.90(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

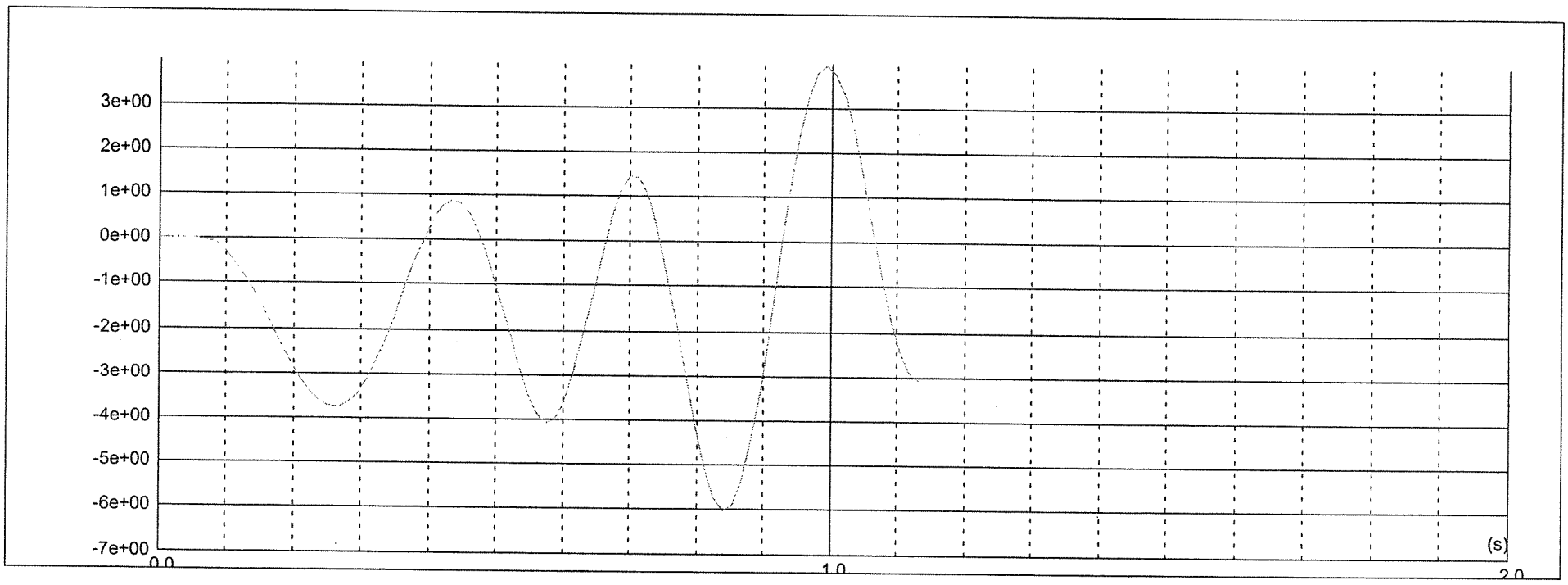
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren3_110.rtd**
Proyecto: TREN 3. VELOCIDAD= 110 m/s

Desplazamientos Nudo 34:



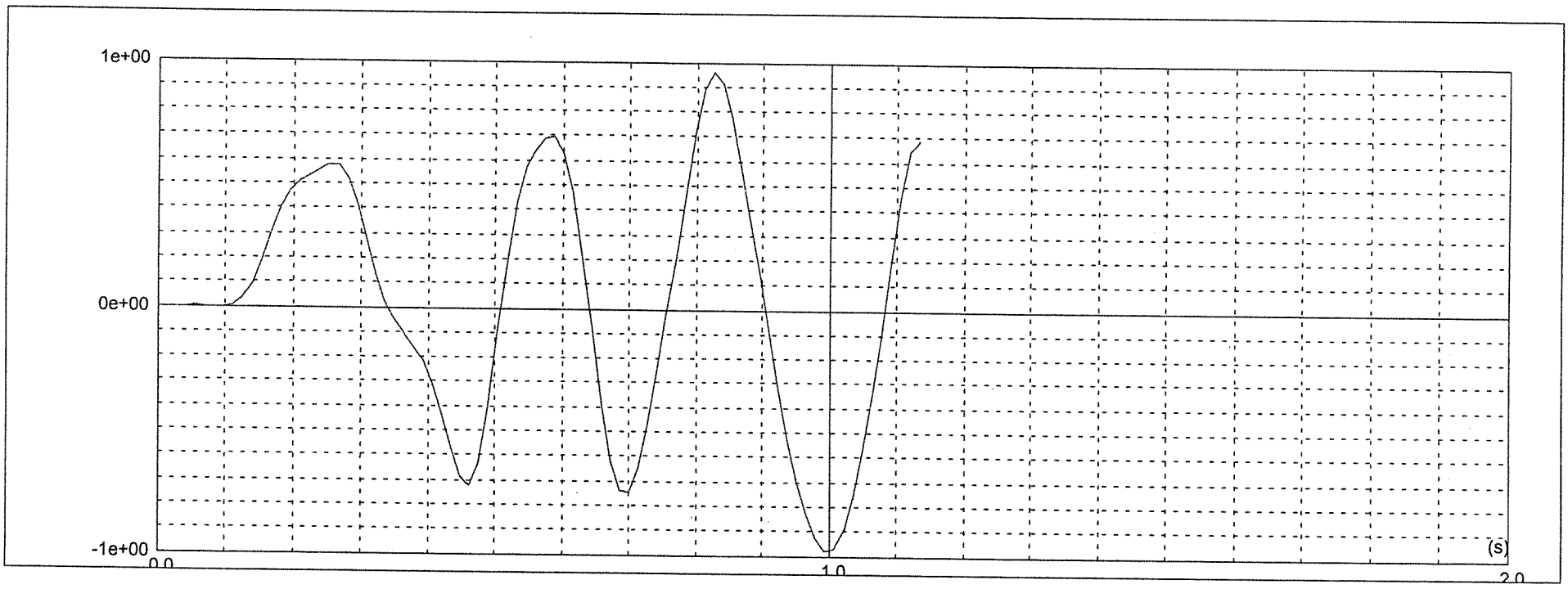
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	1.0205	60/83 0.89(s)	-0.8422	70/83 1.03(s)

Desplazamientos Nudo 13:



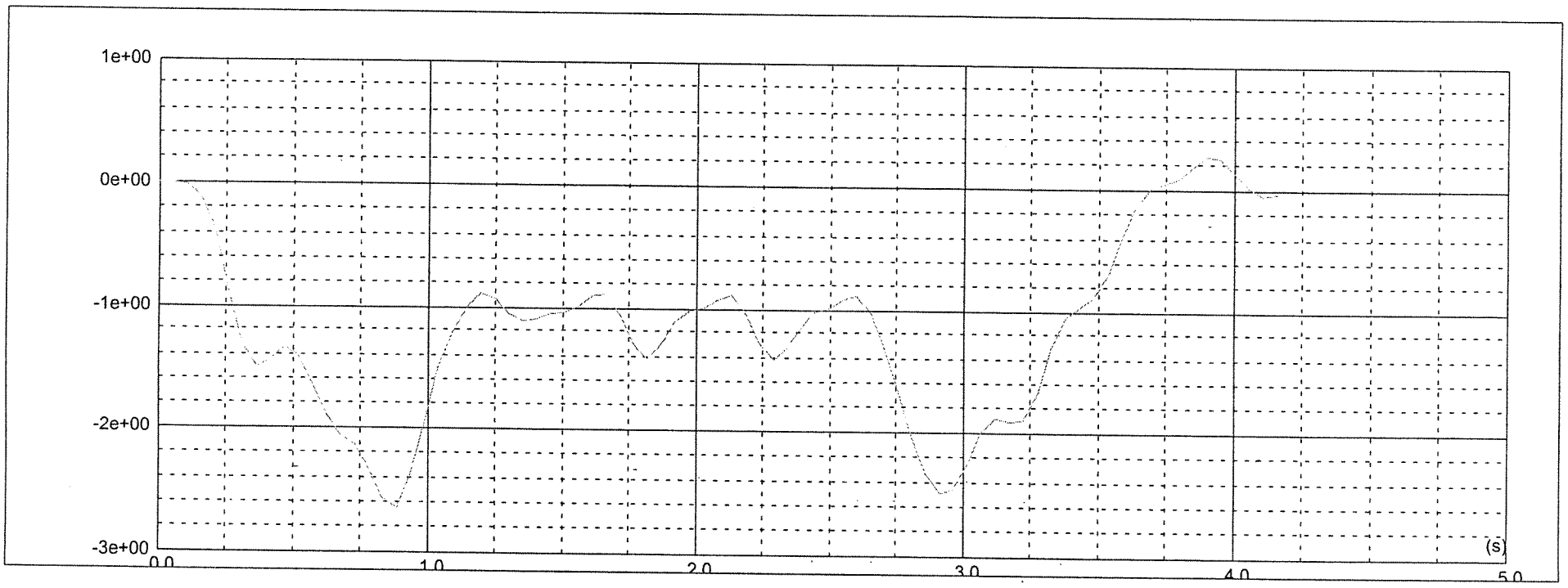
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	3.9459	72/82 0.99(s)	-6.0212	61/82 0.84(s)

Desplazamientos Nudo 34:



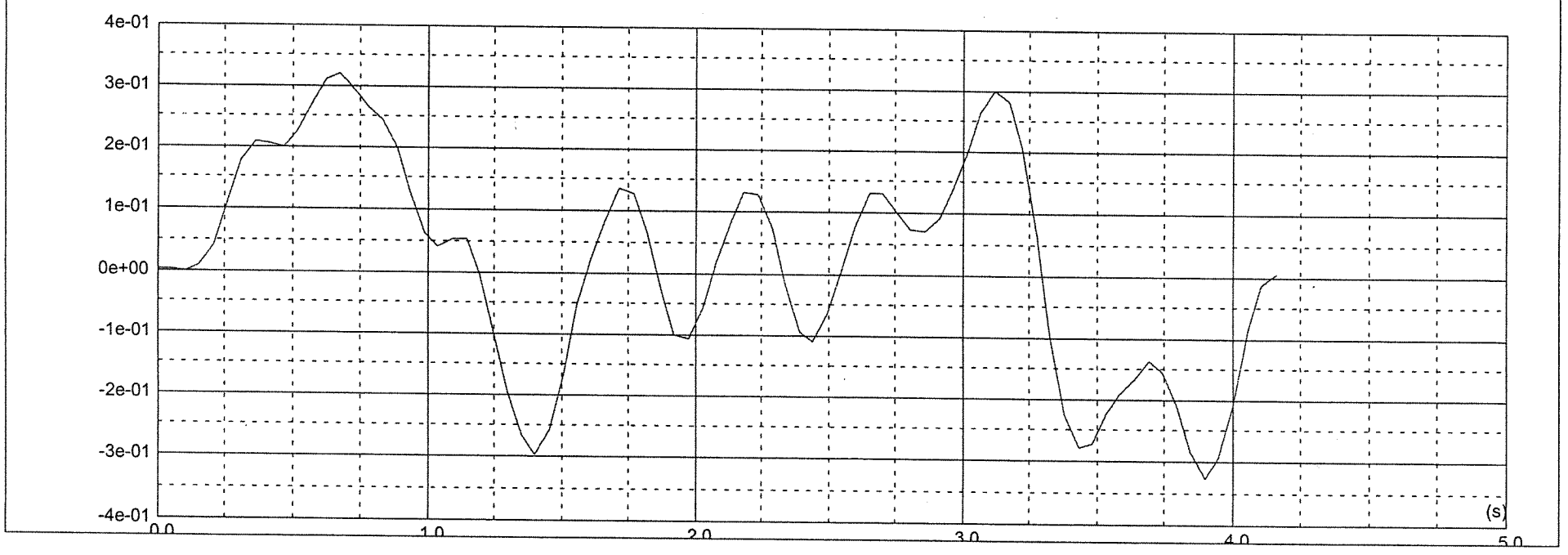
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.9610	60/82 0.83(s)	-0.9807	72/82 0.99(s)

Desplazamientos Nudo 13:



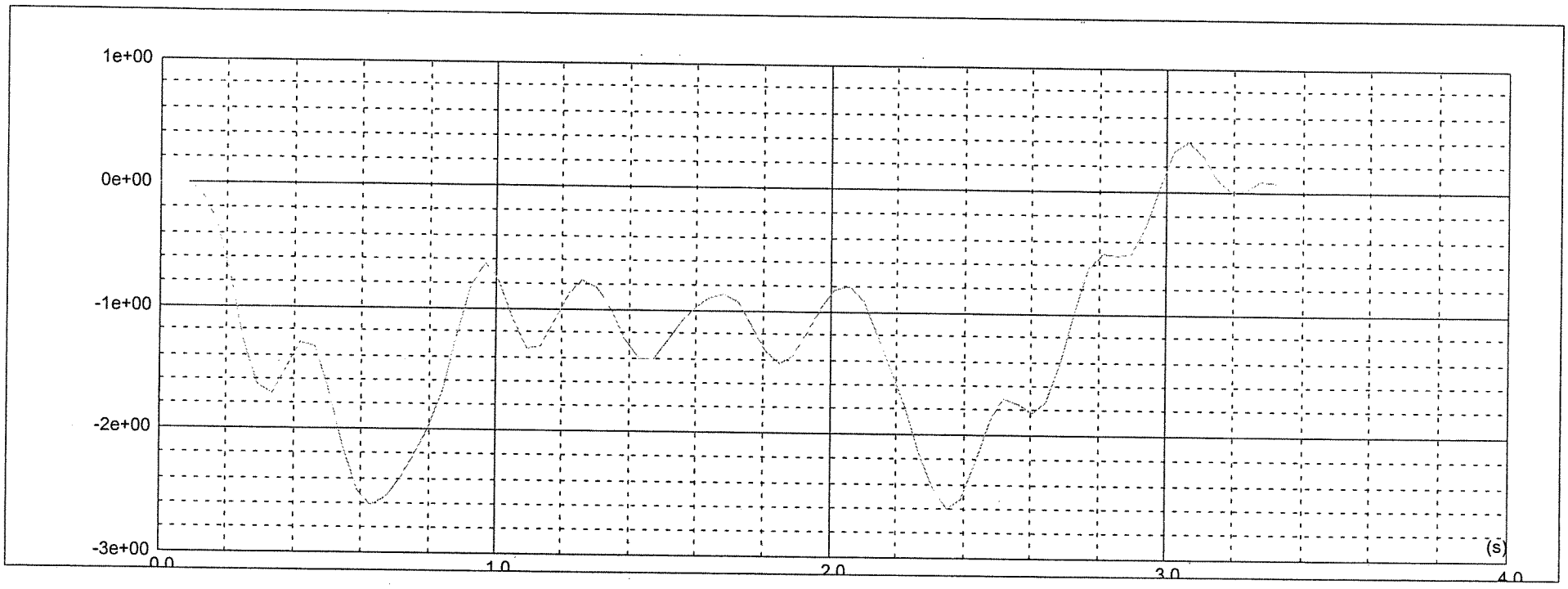
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.2693	76/81 3.90(s)	-2.6441	18/81 0.88(s)

Desplazamientos Nudo 34:



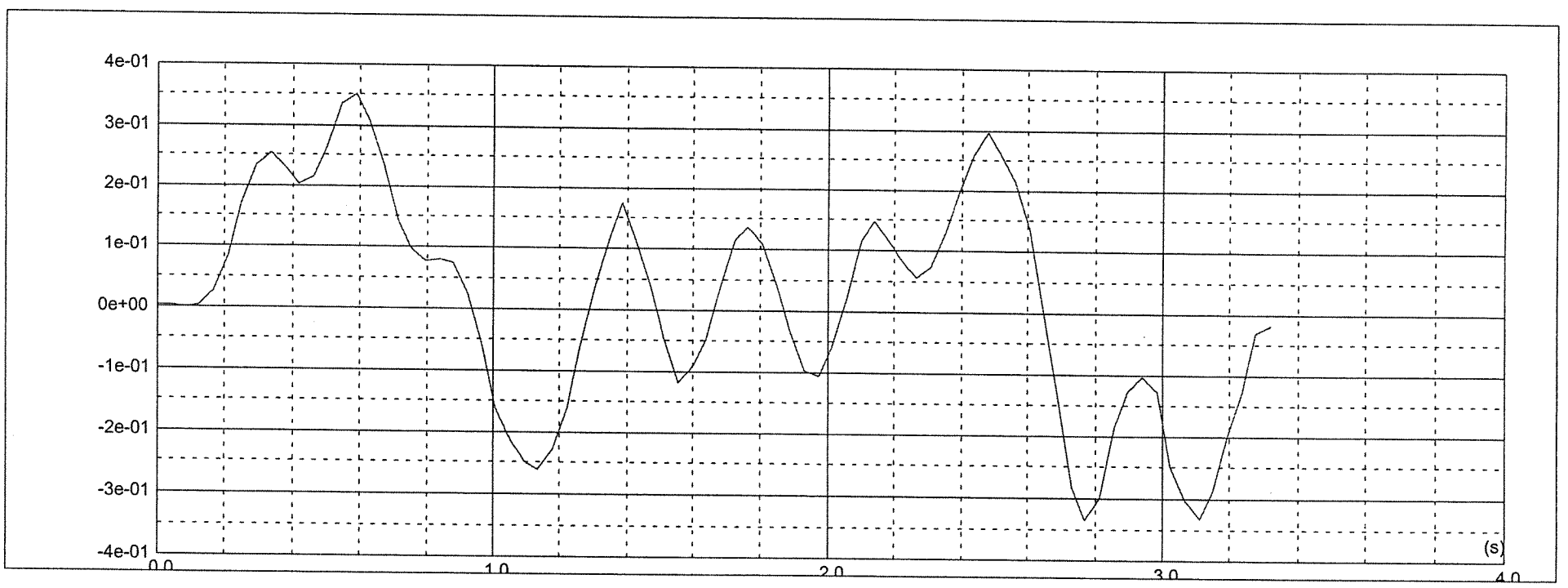
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.3201	14/81 0.68(s)	-0.3261	76/81 3.90(s)

Desplazamientos Nudo 13:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.4101	74/80 3.07(s)	-2.6195	16/80 0.63(s)

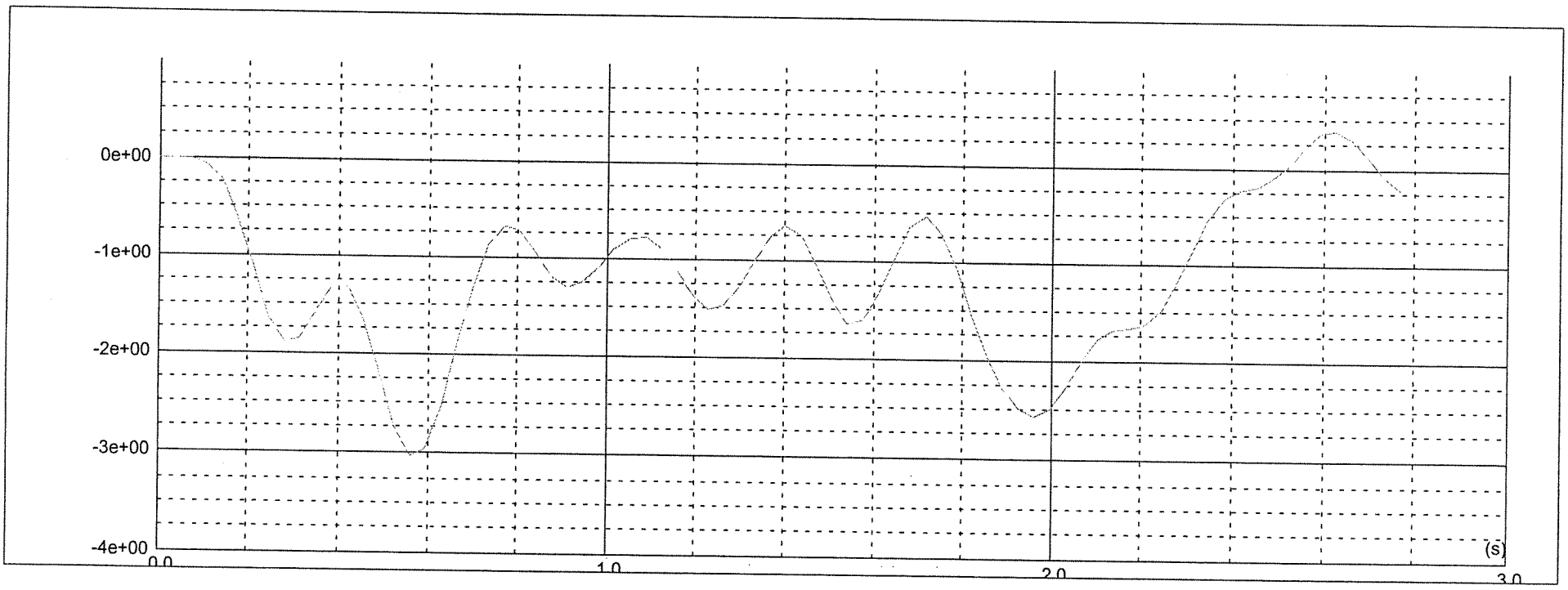
Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.3504	15/80 0.59(s)	-0.3353	67/80 2.77(s)

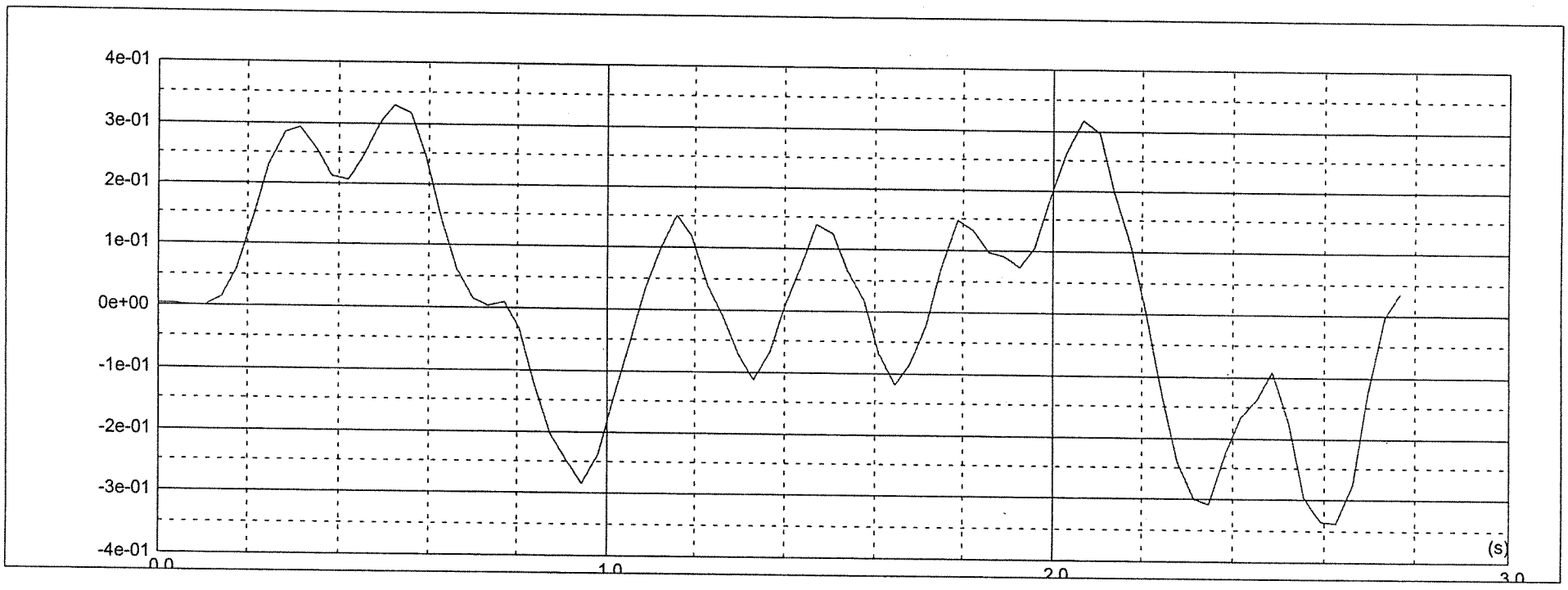
99 784

Desplazamientos Nudo 13:



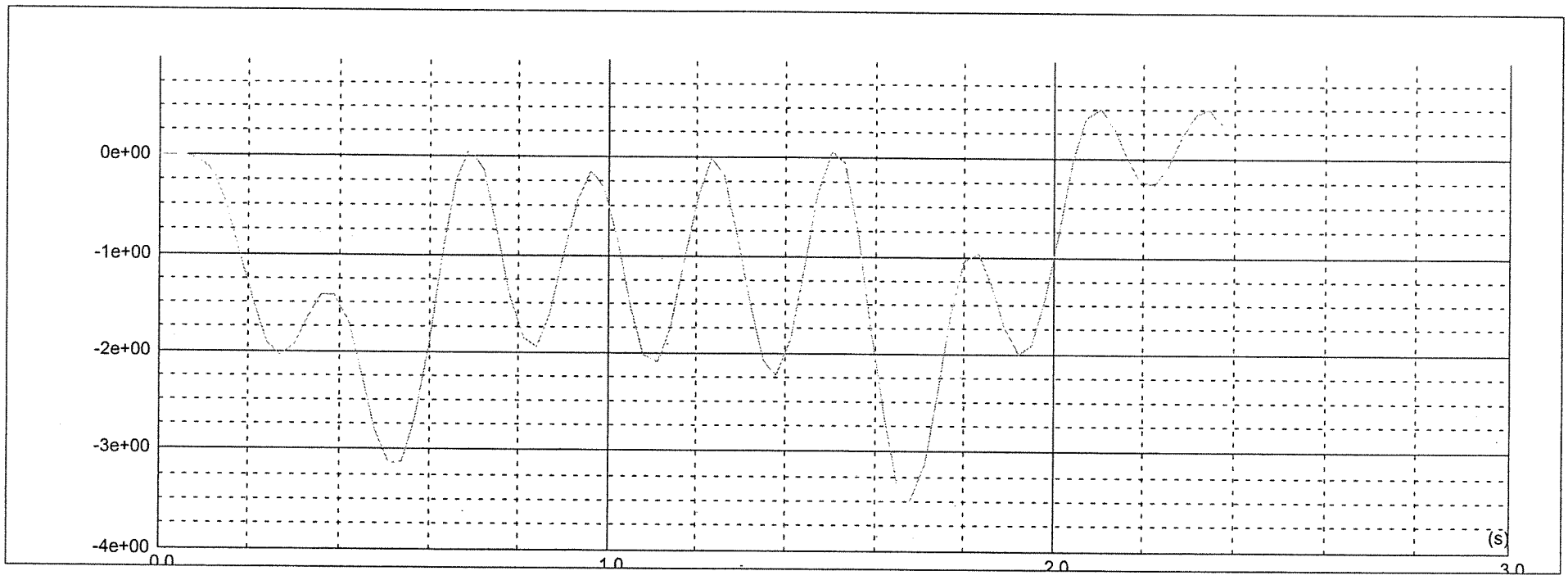
	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.3977	76/80 2.63(s)	-3.0363	17/80 0.56(s)

Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.3279	16/80 0.53(s)	-0.3386	76/80 2.63(s)

Desplazamientos Nudo 13:

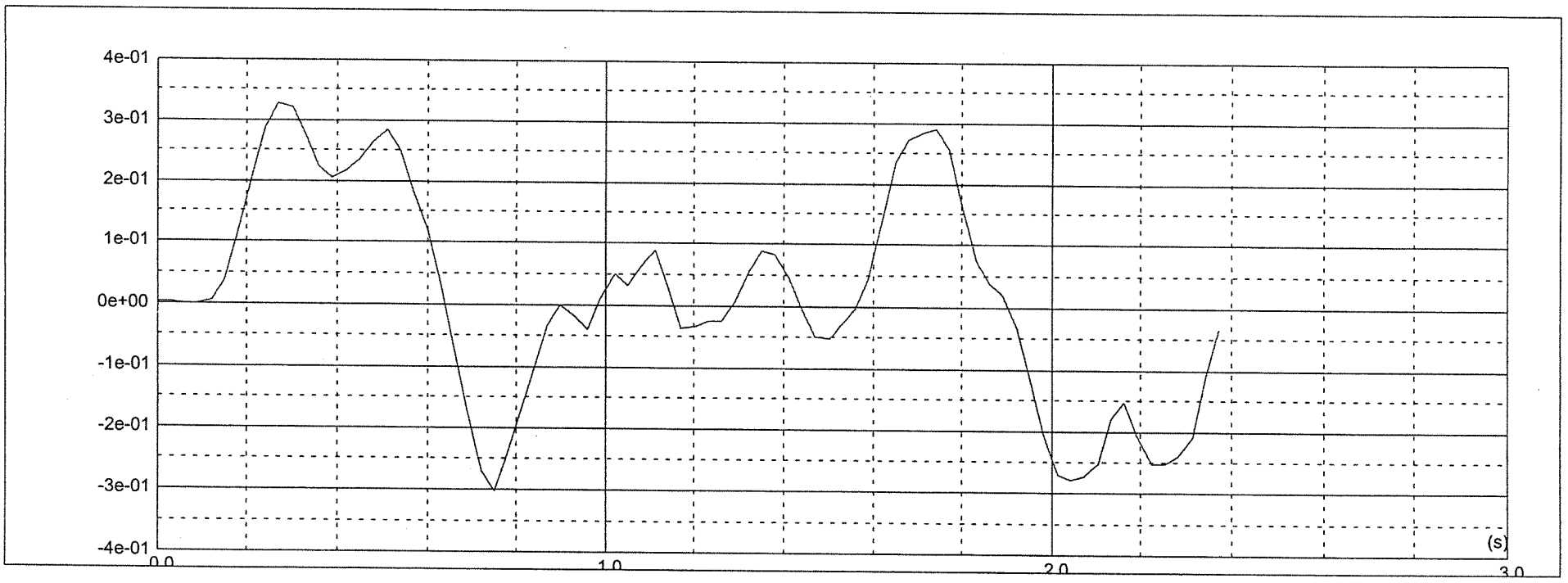


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.5107	79/80 2.34(s)	-3.4954	57/80 1.68(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

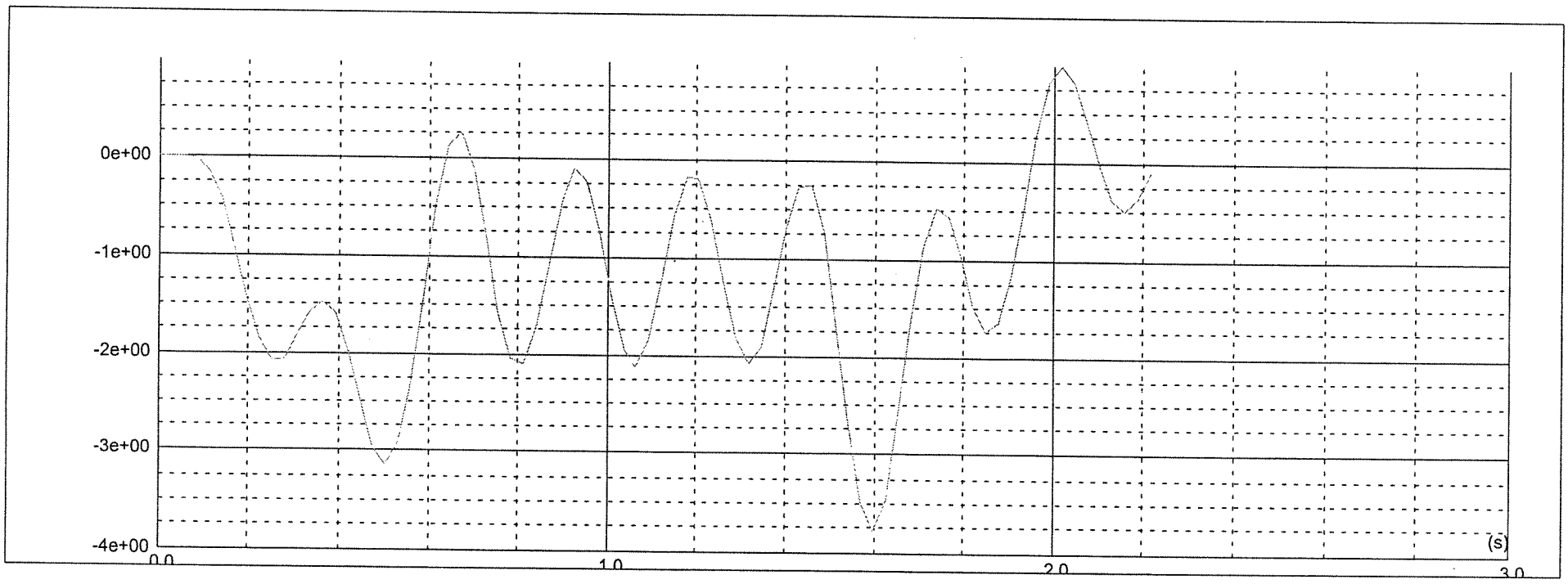
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren4_070.rtd**
Proyecto: TREN 4. VELOCIDAD= 70 m/s

Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.3263	10/80 0.27(s)	-0.3019	26/80 0.75(s)

Desplazamientos Nudo 13:

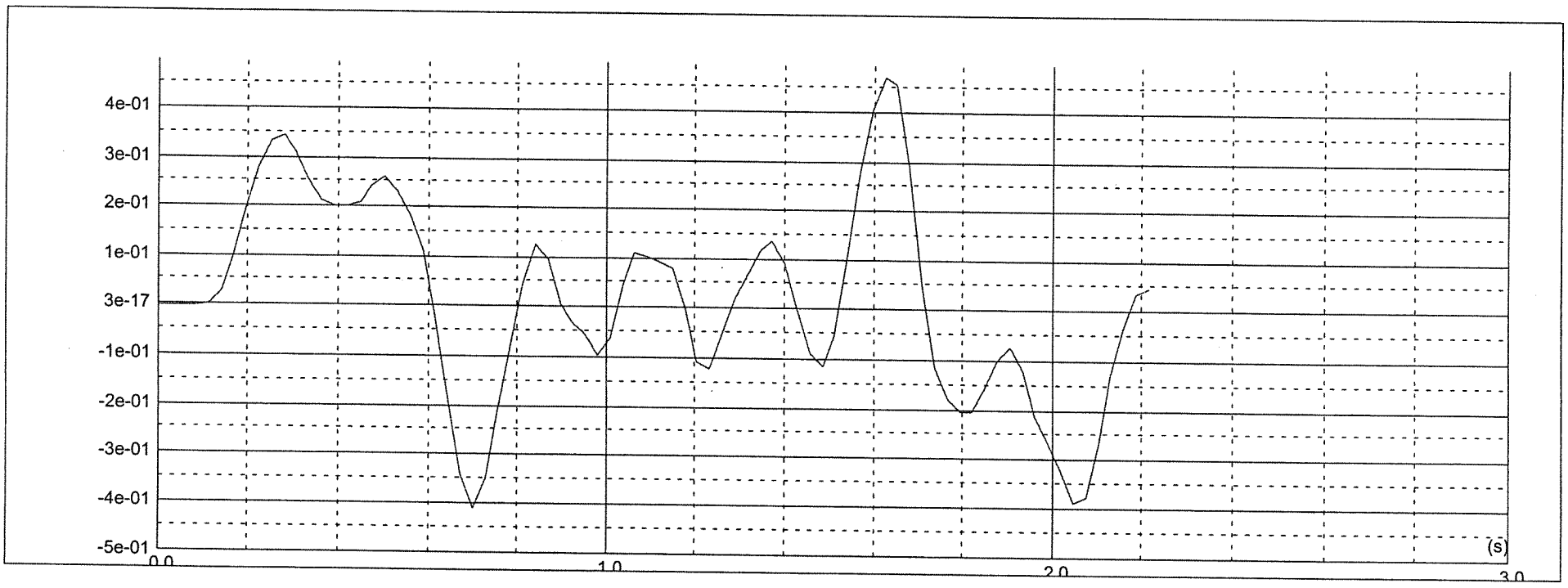


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.986	73/80 2.02(s)	-3.787	58/80 1.60(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor: **eipsa-eipsa**
Dirección:

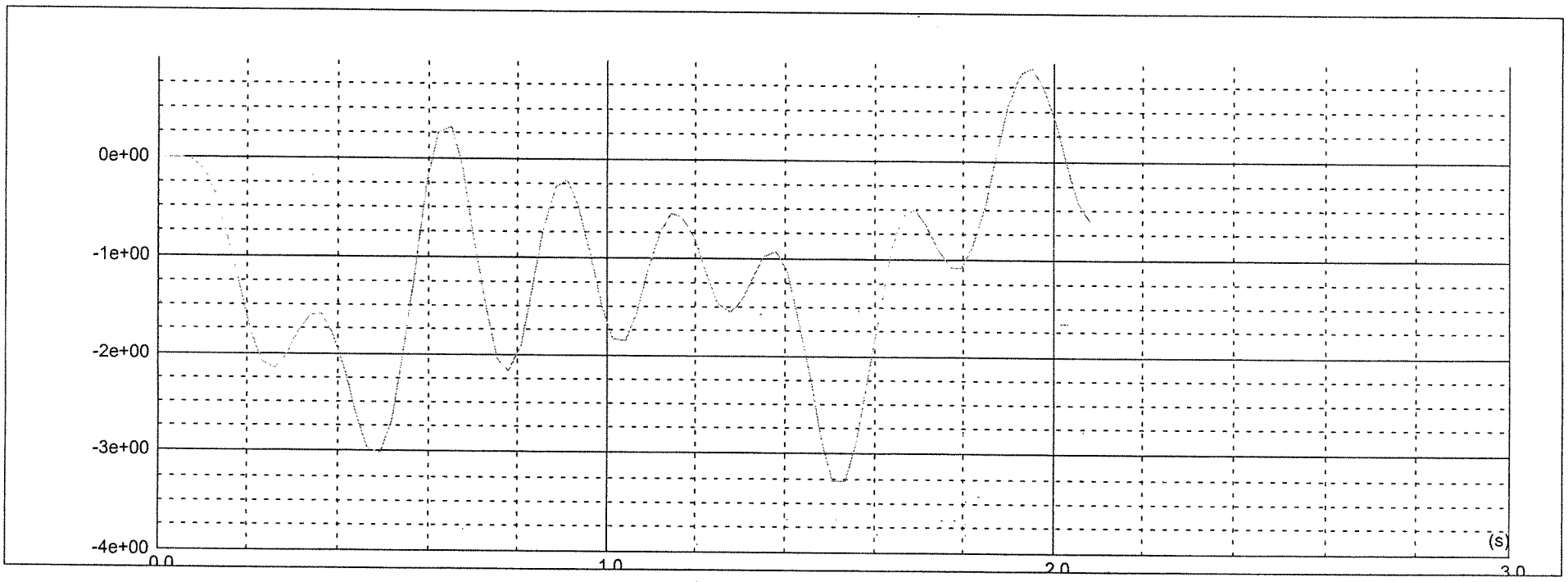
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren4_075.rtd**
Proyecto: TREN 4. VELOCIDAD= 75 m/s

Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.474	59/80 1.62(s)	-0.413	26/80 0.70(s)

Desplazamientos Nudo 13:

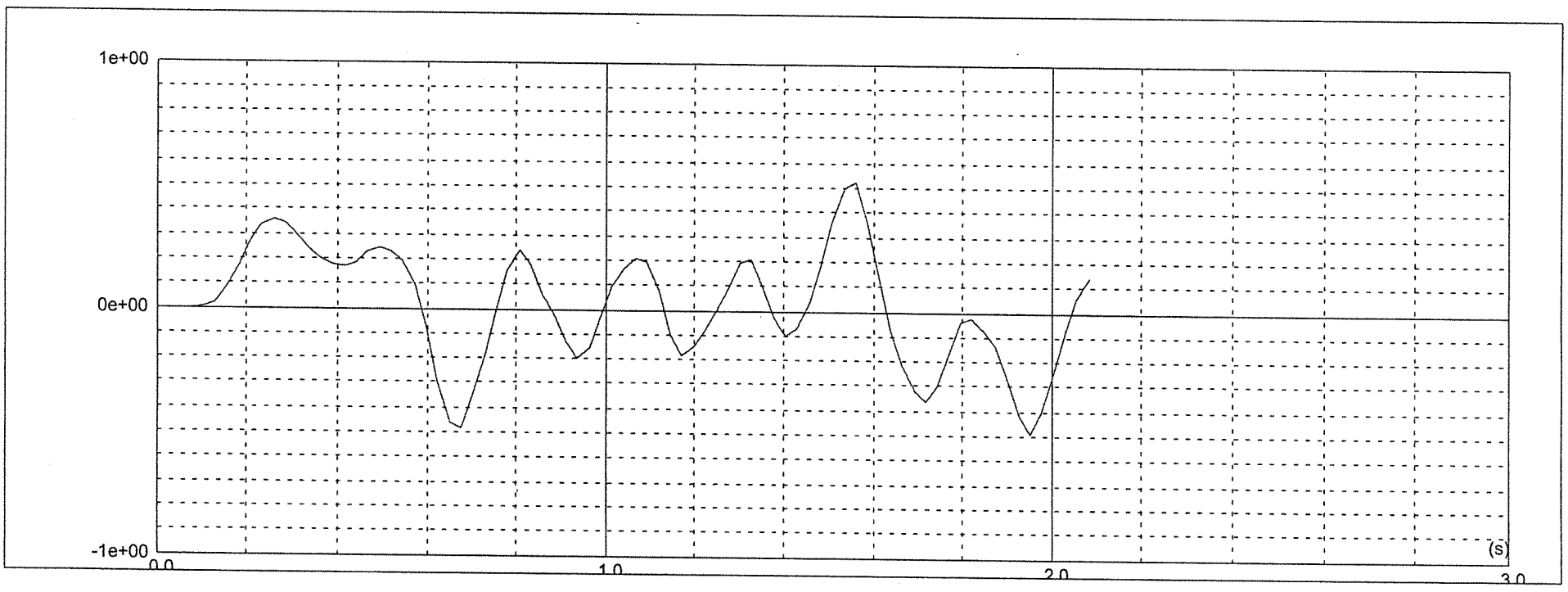


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.9324	76/81 1.95(s)	-3.2804	59/81 1.51(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren4_080.rtd**
Proyecto: TREN 4. VELOCIDAD= 80 m/s

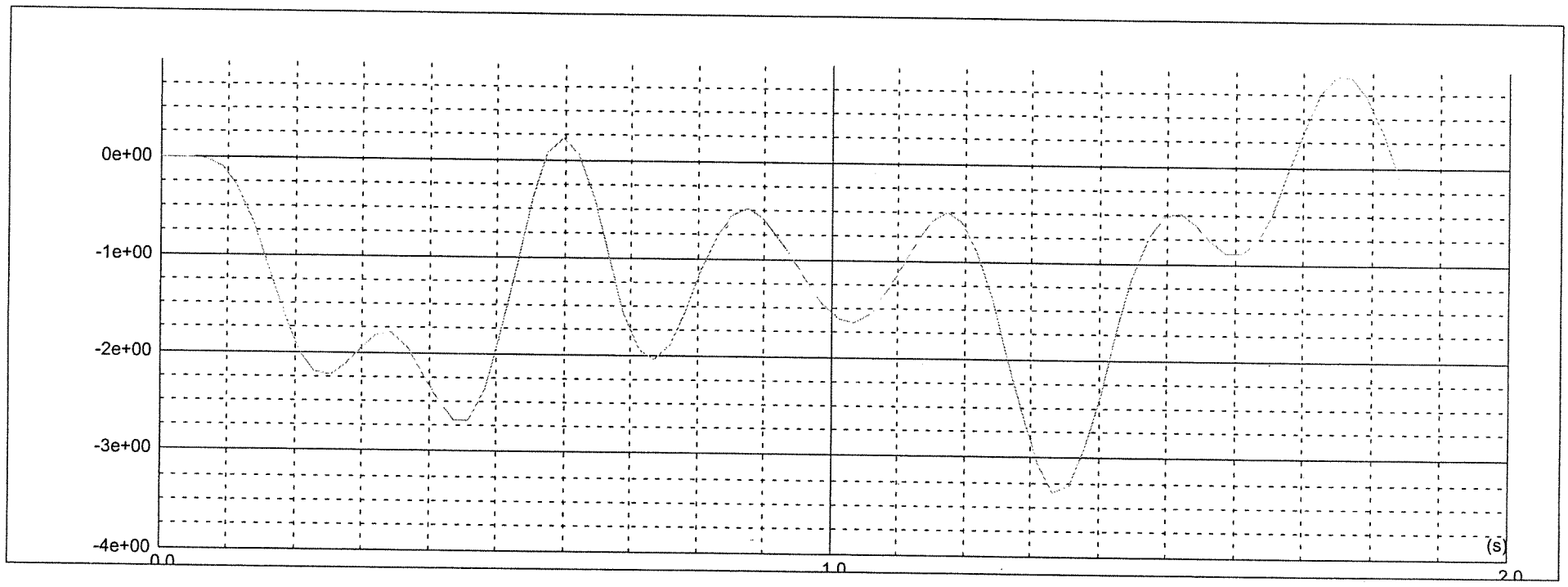
Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.5260	61/81 1.56(s)	-0.4920	76/81 1.95(s)

70

Desplazamientos Nudo 13:

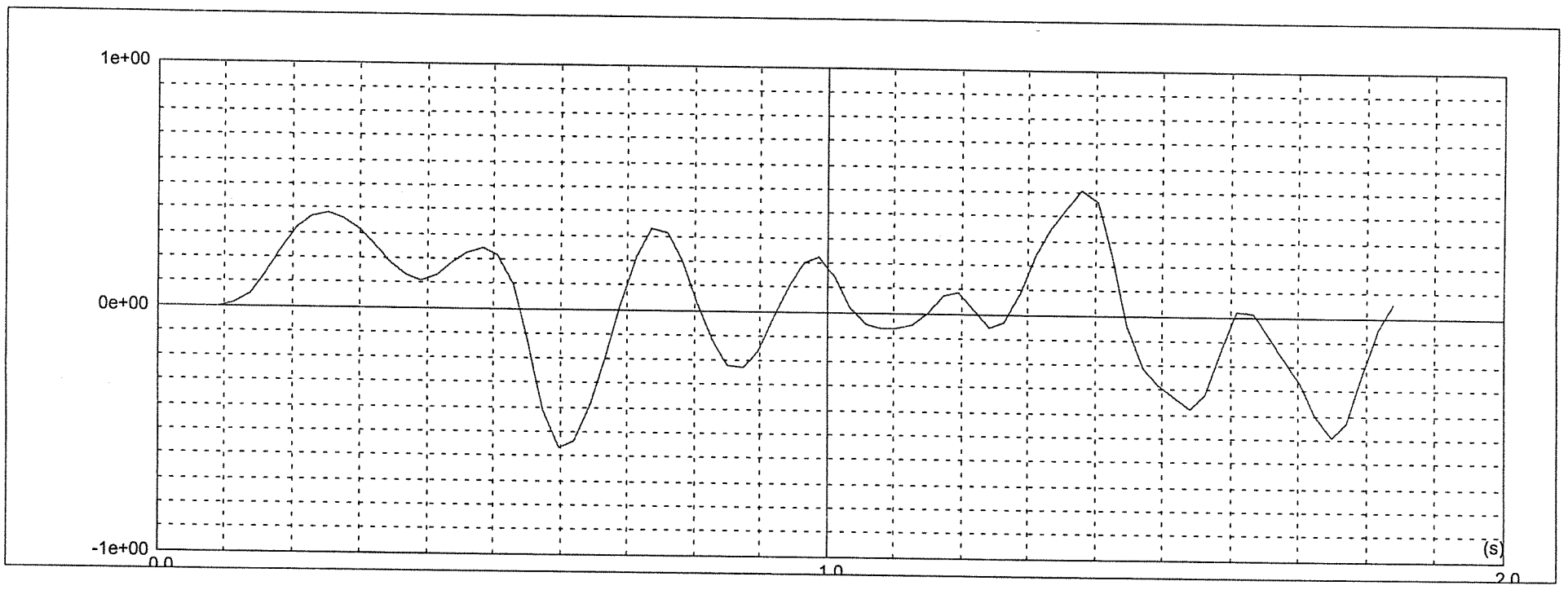


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.9317	77/81 1.75(s)	-3.3422	59/81 1.33(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren4_090.rtd**
Proyecto: TREN 4. VELOCIDAD= 90 m/s

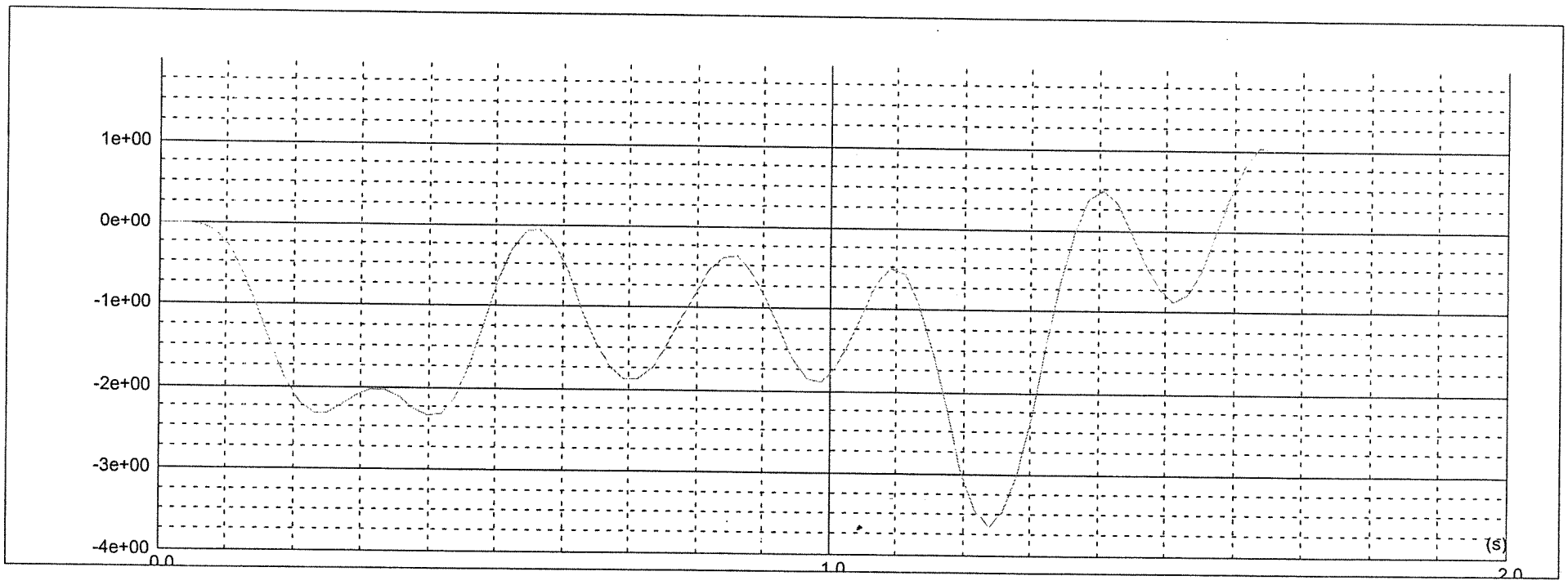
Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.5051	61/81 1.38(s)	-0.5658	27/81 0.60(s)

871

Desplazamientos Nudo 13:

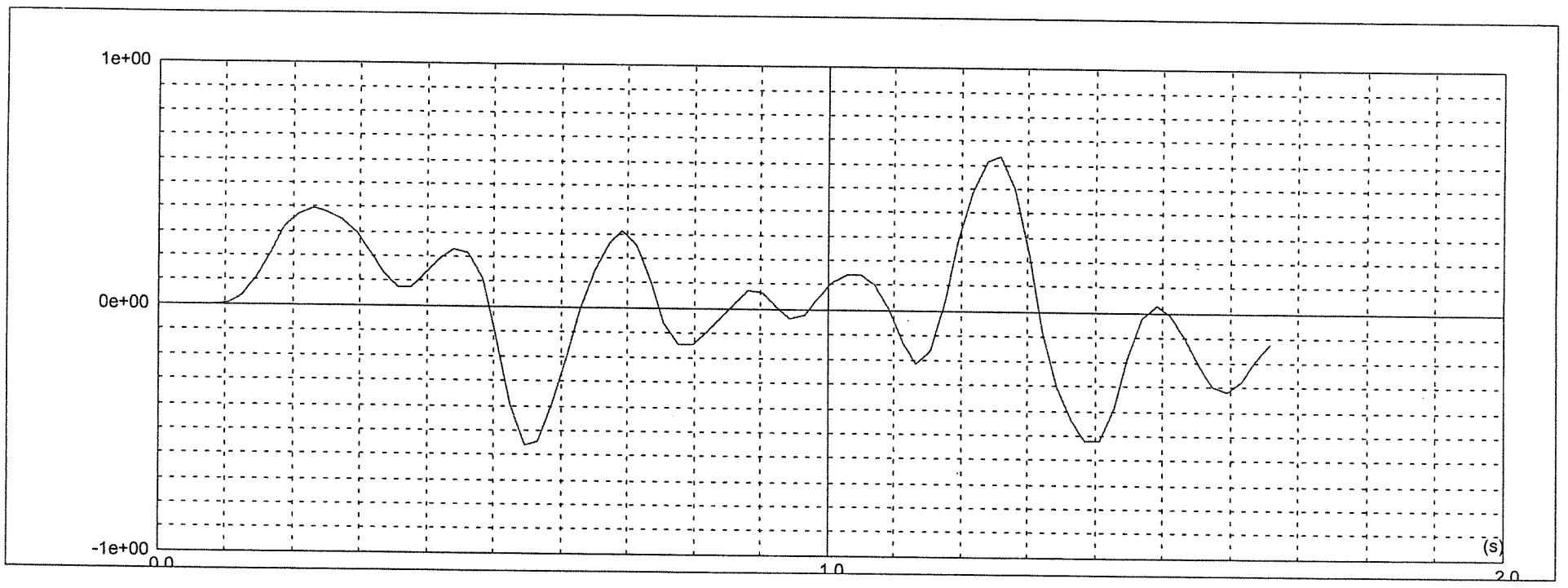


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	1.0448	79/80 1.64(s)	-3.6450	60/80 1.24(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren4_100.rtd**
Proyecto: TREN 4. VELOCIDAD= 100 m/s

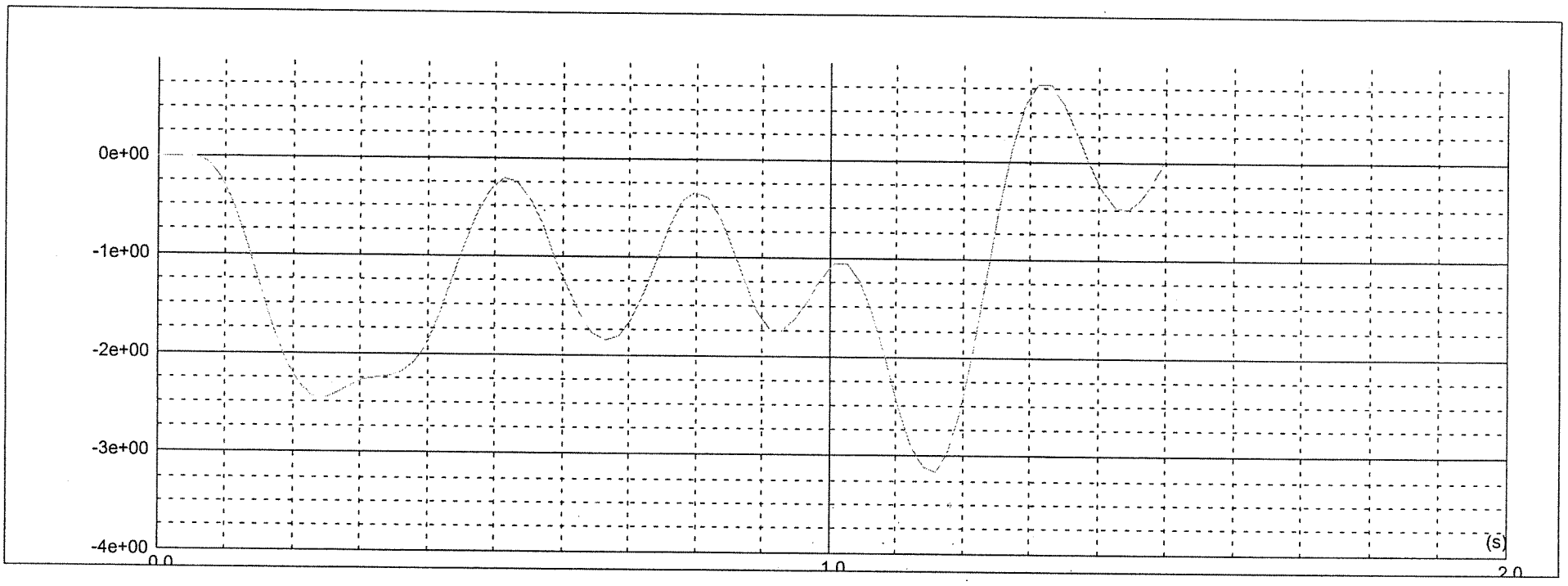
Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.6344	61/80 1.26(s)	-0.5624	27/80 0.55(s)

7672

Desplazamientos Nudo 13:

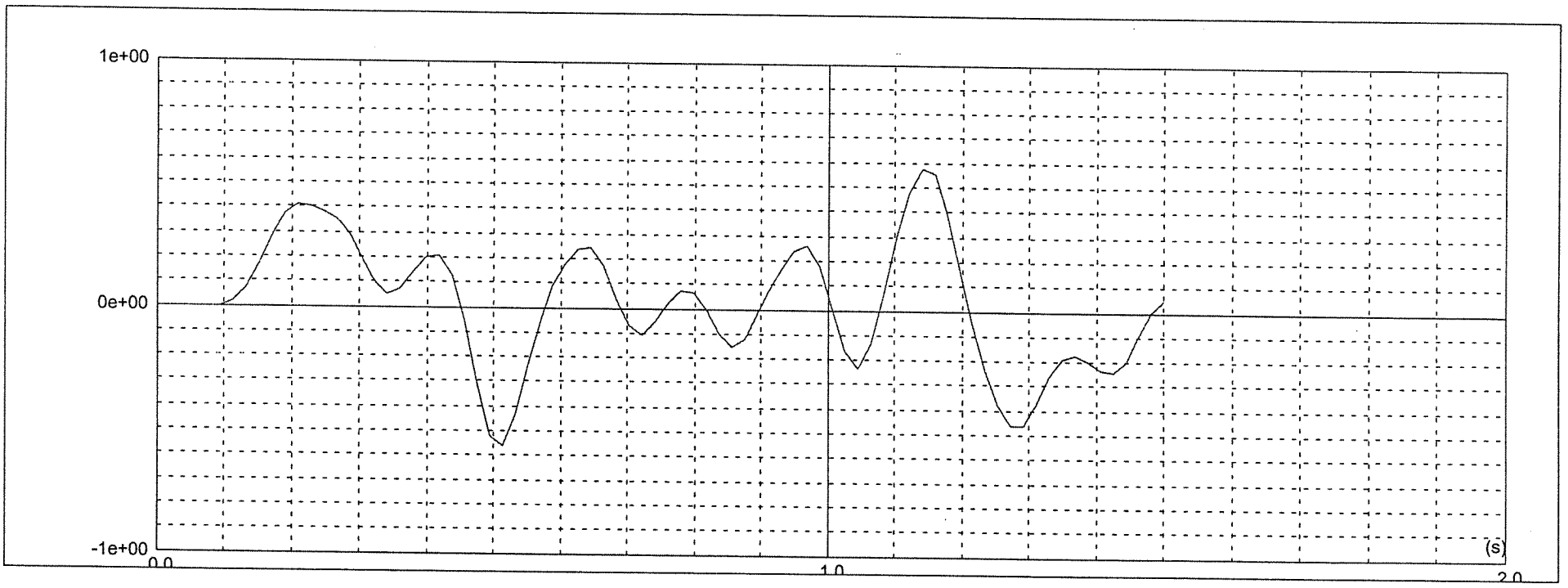


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.7888	70/80 1.31(s)	-3.1561	62/80 1.16(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

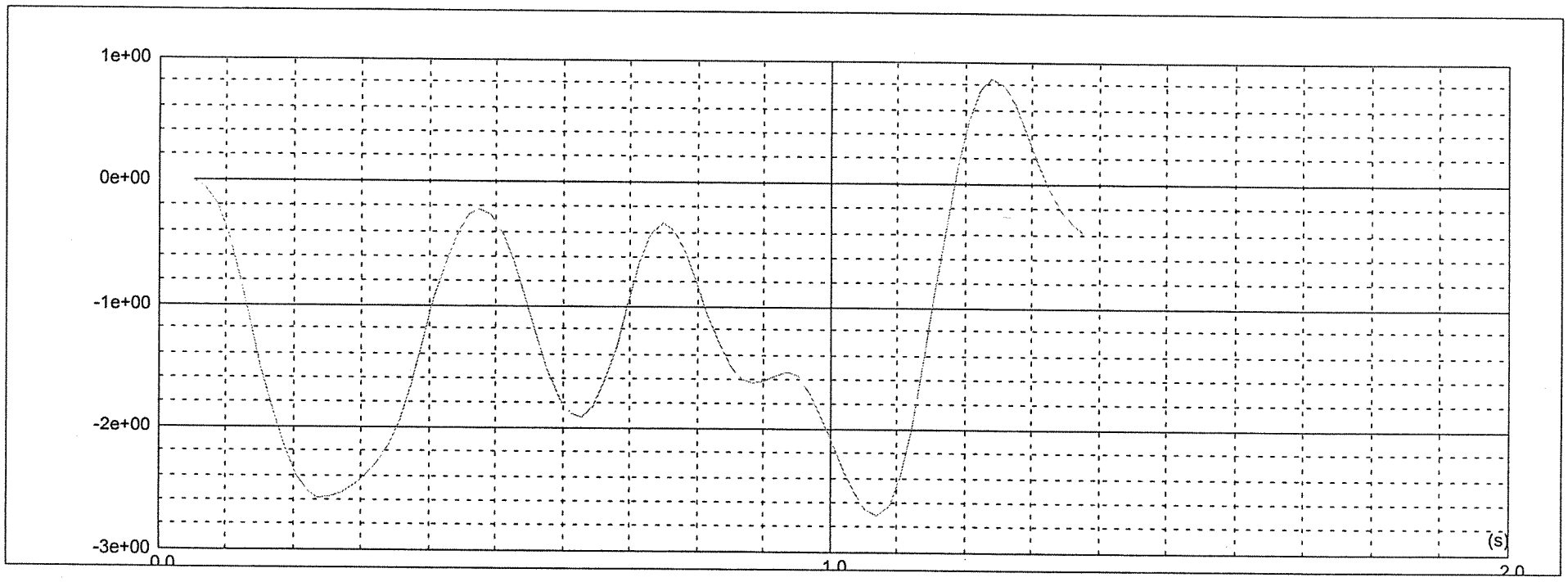
© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren4_110.rtd**
Proyecto: TREN 4. VELOCIDAD= 110 m/s

Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.5756	61/80 1.14(s)	-0.5602	28/80 0.51(s)

Desplazamientos Nudo 13:

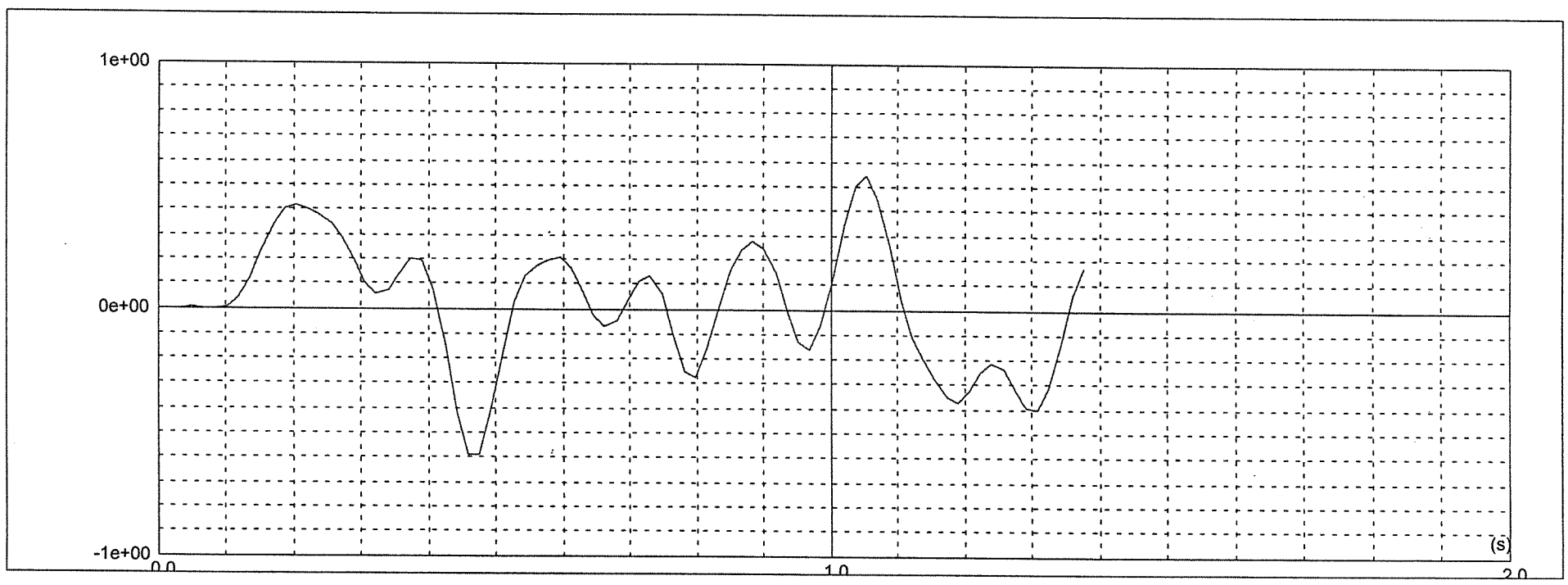


	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	13	Desplazamiento UZ (mm)	0.8508	74/82 1.24(s)	-2.7106	64/82 1.07(s)

ROBOT v 14.5.0
Autor:
Dirección:

© RoboBAT 1996-2001
Archivo: **Tren4_120.rtd**
Proyecto: TREN 4. VELOCIDAD= 120 m/s

Desplazamientos Nudo 34:



	Caso	Elemento/ Nudo	Valor - Unidad	Max	Posición max	Min	Posición min
	82	34	Desplazamiento UZ (mm)	0.5485	63/82 1.05(s)	-0.5903	28/82 0.46(s)

UTE PAPIOL

VIADUCTO SOBRE VÍAS DE ANCHO IBÉRICO (L.A.V.)

ANEJO DE CÁLCULOS

SEPTIEMBRE-2004

ÍNDICE

MEMORIA DE CÁLCULO ...

CÁLCULO DEL TABLERO..

MEMORIA DE CÁLCULO

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1 NORMATIVA APLICADA .

2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

2.1 CARACTERÍSTICAS .....

2.2 COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES .

3 HIPÓTESIS DE CARGA Y COEFICIENTES DE MAYORACIÓN

3.1 VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

3.2 VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES .....

3.3 COMBINACIÓN DE ACCIONES .....

4 DESARROLLO DEL CÁLCULO.....

4.1 CÁLCULO DEL PESO PROPIO DEL TABLERO. FASES DE MONTAJE .

4.2 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA SOMETIDA AL RESTO DE CARGAS

4.3 MODELOS DE CÁLCULO EMPLEADOS.....

5 ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO ..

5.1 ACCIONES PERMANENTES.....

5.2 ACCIONES VARIABLES .....

5.3 ACCIONES ACCIDENTALES: DESCARRILAMIENTO DE VEHÍCULOS FERROVIARIOS

6 FASES DE MONTAJE. CÁLCULO DE ESFUERZOS DE PESO PROPIO.....

1 NORMATIVA APLICADA

El dimensionamiento general de la estructura se ha realizado conforme a las instrucciones

- [1] IAPF 2003 Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril Febrero 2003. (Pendiente de Publicación)
- [2] Instrucción de Hormigón Estructural. Ministerio de Fomento. Secretaría General Técnica. 199
- [3] Eurocode 1
- [4] Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril. (O.M de 1975)

2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

2.1 Características

- *Hormigones:*
  - Prefabricados:
    - Pretensado: HP-50/ F / 12 / II b
    - Armado HA-35/ F / 12 / II b
  - "In situ":
    - Armado: HA-30/ B/ 20 / II b
- *Aceros:*
  - Elementos prefabricados:
    - Acero pasivo: B 500 S
    - Acero activo: Cordones Y 1860S7
  - Elementos "in situ":
    - Acero pasivo: B 500 S

2.2 Coeficientes parciales de seguridad para los materiales

De acuerdo con la EHE [2] artículo 15.3 los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para el estudio de los Estados Límite Últimos son los que se indican en la tabla 1:

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero pasivo y activo γ_s
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

Tabla 1. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite Últimos

Para el estudio de los Estados Límite de Sevicio se adoptarán como coeficientes parciales de seguridad valores iguales a la unidad

3 HIPÓTESIS DE CARGA Y COEFICIENTES DE MAYORACIÓN

3.1 Valores representativos de las acciones

Según la IAPF 2003 [1] (ap 3.3) para determinar los valores de combinación, frecuente y cuasi-permanente de las acciones se utilizan los siguientes valores de los coeficientes de combinación Ψ:

Acciones	Ψ_0 (valor de combinación)	Ψ_1 (valor frecuente)	Ψ_2 (valor cuasi-permanente)
Cargas de tráfico	0,80	0,8, 1 vía cargada 0,6, 2 vías cargadas	0,00
Viento	0,6	0,5	0,2
Temperatura	0,6	0,5	0,2

Tabla 2: Valores de los coeficientes Ψ

3.2 Valores de cálculo de las acciones

Estado Límite Último

De acuerdo con el cuadro 4.1 de la IAPF 2003 [1] y las tabla 12.1.a y 12.1.b de la EHE [2] los valores de los coeficienres γ_F para los Estados Límite Últimos se describen en las tablas 3a y 3b.

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G*} = ,.00$	$\gamma_{G*} = 1,50$	$\gamma_{G*} = 1,00$	$\gamma_{G*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Tabla 3a. Valores de los Coeficientes γ_F para los Estados Límite Últimos

TIPO DE ACCIÓN	Nivel de Control de ejecución		
	Intenso	Normal	Reducido
Permanente	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 1,60$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	-
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G*} = 1,50$	$\gamma_{G*} = 1,60$	$\gamma_{G*} = 1,80$
Variable	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 1,60$	$\gamma_Q = 1,80$

Tabla 3b. Valores de los Coeficientes γ_F para los Estados Límite Últimos en función del nivel de ejecución adoptado

Estado límite de Servicio

De acuerdo con el cuadro 4.2 de la IAPF 2003 [1] y la tabla 12.2 de la EHE [2] los valores de los coeficienres γ_F para los Estados Límite de Servicios se describen en la tabla 4.

TIPO DE ACCIÓN		Situación persistente o transitoria	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_p = 0,95$	$\gamma_p = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_p = 0,90$	$\gamma_p = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G*} = 1,00$	$\gamma_{G*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

Tabla 4. Valores de los Coeficientes γ_F para los Estados Límite de Servicio

3.3 Combinación de acciones

Tanto la norma española [2] en su artículo 13 como la IAPF 2003 [1] en el capítulo 5 establece las hipótesis de carga a considerar.

Estado límite último

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{K,j} + \sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}G^*_{K,i} + \gamma_P P_K + \gamma_{Q,1}Q_{K,1} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,i}Q_{K,i}$$

Dónde:

$G_{k,j}$ = Valor representativo de cada acción permanente.

$G^*_{K,j}$ = Valor representativo de cada acción permanente de valor no constante

P_k = Valor representativo de la acción del pretensado

$Qk,1$ = Valor representativo (Valor característico) de la acción variable dominante

$\Psi_{oi}Q_{ki}$ = Valor representativo (valores de combinación) de las Acciones variables Concomitantes con la Acción Variable Dominante.

Estado límite de Servicio

- Combinación Característica (poco probable o rara)

$$\sum_{j\geq 1} G_{K,j} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{K,i} + \gamma_P P_K + \gamma_{Q,1} Q_{K,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{K,i}$$

- Combinación Frecuente

$$\sum_{j\geq 1} G_{K,j} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{K,i} + \gamma_P P_K + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{K,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{K,i}$$

- Combinación Cuasi-Permanente

$$\sum_{j\geq 1} G_{K,j} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{K,i} + \gamma_P P_K + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{K,i}$$

4 DESARROLLO DEL CÁLCULO

Para realizar el cálculo del tablero se ha procedido a realizar diversos modelos de cálculo que permitan la obtención de los esfuerzos existentes en la estructura de una forma que refleje lo más aproximadamente posible la realidad.

4.1 Cálculo del peso propio del tablero. fases de montaje

Para realizar este cálculo se emplea un ***modelo viga continua*** evolutivo según las diferentes fases de montaje de la estructura. Para ello se utilizan unos modelos de barras que representan el tablero existente en cada una de estas fases de ejecución.

Del proceso constructivo se realizará posteriormente un resumen de los esfuerzos que actúan sobre las distintas secciones de la estructura según las fases de montaje.

4.2 Cálculo de la estructura sometida al resto de cargas

Se han considerado las cargas especificadas en la instrucción de Febrero 2003.

Para el cálculo de los esfuerzos derivados de cargas muertas y sobrecargas ferroviarias se ha desarrollado un ***modelo de emparrillado plano***, mediante el cual se ha podido obtener el reparto transversal de esfuerzos existente en el tablero para poder así proceder a un dimensionamiento del tablero.

4.3 Modelos de cálculo empleados

Los modelos empleados para el cálculo del tablero, según se ha podido comprobar en las páginas anteriores, son:

- ***Modelo de viga continua.*** Empleado para la obtención de los esfuerzos derivados de las fases de montaje.
- ***Modelo de emparrillado plano.*** Utilizado para las cargas muertas y las sobrecargas.

De esta forma, al utilizar el modelo del emparrillado plano, se ha podido considerar el efecto que sobre la flexión longitudinal produce el esfuerzo torsor, además del reparto que una sobrecarga centrada produce sobre las diferentes almas debido a la geometría de la viga.

5 ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO

Las cargas aplicadas para el cálculo del tablero en los modelos de cálculo empleados son las siguientes:

- ***Cargas permanentes***
  - *Peso propio.*
  - *Cargas muertas.*
  - *Pretensado y esfuerzos hiperestáticos del pretensado.*
  - *Acciones diferidas derivadas de la retracción y fluencia.*
  - *Cargas horizontales* producidas por el *rozamiento* en los apoyos deslizantes.
- ***Sobrecargas***
  - *Sobrecargas de uso*: sobrecarga en paseos y sobrecarga ferroviaria. Dentro de ésta última están incluida las acciones horizontales producidas por el frenado, arranque, fuerza centrífuga y lazo.
  - *Acciones térmicas*: variación uniforme de la temperatura y gradiente térmico.
  - *Interacción longitudinal carril-tablero.*
  - *Viento*
- ***Acciones accidentales***
  - *Descarrilamiento*

5.1 ACCIONES PERMANENTES

5.1.1 Peso propio

El correspondiente a considerar una densidad del hormigón de *2.6* t/m^3. Su aplicación en la estructura se realiza según las fases de montajes descritas.

5.1.2 Cargas muertas

Los tipos de carga a considerar serán los siguientes:

- *Balasto* (γ = 1.8 t/m^3) ; valor máximo $\Rightarrow p_{máx} = 1.3 \cdot p_0 = 5.85$ t/m
  valor mínimo $\Rightarrow p_{mín} = 0.7 \cdot p_0 = 3.15$ t/m
- *Carriles y traviesas* $\Rightarrow$ 0.64 t/m
- *Conductos + cables* $\Rightarrow$ 0.30 t/m
- *Murete guardabalasto* $\Rightarrow$ 0.25 t/m
- *Imposta* $\Rightarrow$ 1 t/m

$Cp_{máx}$ = 8.04 t/m por vía de circulación

$Cp_{mín}$ = 5.34 t/m por vía de circulación

5.1.3 Cargas horizontales derivadas del rozamiento en apoyos

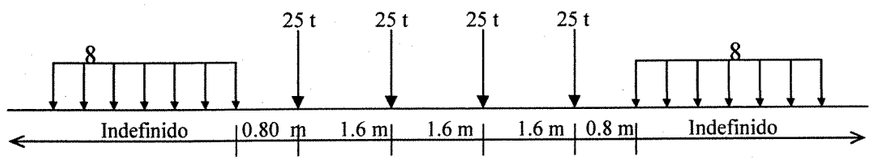
Se considerará una fuerza horizontal por el rozamiento producido en los apoyos deslizantes igual a:

- ***5% de las cargas permanentes*** verticales en caso desfavorable
- ***1% de las cargas permanentes*** verticales en caso favorable

5.2 ACCIONES VARIABLES

5.2.1 Sobrecarga ferroviaria: Trenes de carga

Se han considerado como sobrecarga de uso ferroviaria los trenes fijados por la instrucción I.P.F;2003 [1] en este caso es el ***Tren UIC71***, el cual también figura en el Eurocódigo.



Estas cargas serán afectadas por un coeficiente de clasificación, α , cuyo valor es de 1,21.

Se considerarán además posibles *ripados de las vías de 30 cm + r/18* = ***0.383 m*** hacia cada lado del eje de las mismas, siendo r la distancia entre apoyos de las ruedas (1.435 + 0.065 = 1.500 m.).

Para estos trenes se tendrá que, por efectos dinámicos, el valor de las cargas verticales se incrementará con el coeficiente de impacto.

Además de lo especificadoen se considerará una sobrecarga uniforme de 0.5 T/m^2 en aceras, paseos de servicio y zonas de tablero no afectadas directamente por el tráfico ferroviario, extendida en toda su superficie o parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento de estudio.

5.2.2 Frenado y arranque

Se consideran los siguientes valores para las cargas longitudinales:

- *Frenado* = α:2 t/m × L (por vía cargada) Lmax= 300 m.
- *Arranque* = α:3,3 t/m × L' (por vía cargada) L'max= 30 m.

Para el caso en que se considera sobrecarga en una de las vías se aplicará frenado o arranque según sea el valor más desfavorable, mientras que si están cargadas las dos vías en una de ellas se considerará frenado y en la otra arranque.

5.2.3 Fuerza centrífuga

La fuerza centrífuga se supondrá actuando en toda o en parte de la longitud de los puentes que corresponda a la zona de la vía curva en dirección horizontal y perpendicularmente al eje de la vía, a una altura de 1,80 m sobre la perpendicular.

El valor característico de la fuerza centrífuga se obtendrá mediante la aplicación de las siguientes expresiones:

$$Q_{tk} = \alpha \frac{Q_{v,k} v^2}{gr} f$$

$$q_{tk} = \alpha \frac{q_{v,k} v^2}{gr} f$$

donde:

Q_{tk}. q_{tk} : valores característicos de la fuerza centrífuga correspondiente a las cargas puntuales y a la carga uniformemente repartida;

Q_{vk}. q_{vk} : valores de las cargas verticales definidas en 2.3.2.1 de la Instrucción [1], no afectadas por ningún coeficiente de mayoración dinámico.

v. velocidad del tren

g: aceleración de la gravedad

r: radio en planta de la curva

f: coeficiente reductor definido em el epígrafe 2.3.4.2.1. de la instrucción [1]

5.2.4 Efecto lazo

Se considerará además, independientemente del número de vías, la actuación de una *carga horizontal de 10 t en sentido transversal*, aplicada en el sitio más desfavorable a la altura superior del carril.

5.2.5 Reglas de aplicación de las sobrecargas de tráfico

Se realizarán dos cálculos paralelos, uno para velocidad de 120 km/h y otro para la velocidad de proyecto (350 km/h), escogiendo en cada caso la situación más desfavorable.

- **Cargas verticales**; Se emplearán las definidas por el tren de cargas anteriores, situadas en el sitio más desfavorable para el caso estudiado, en una o dos vías, afectadas por los coeficientes α y ϕ:

$$\alpha \cdot \phi P_{v,k}$$

- **Cargas horizontales**; Se estudiarán los siguientes casos:
  1) *Frenado y Arranque + Lazo*
  2) *Fuerza centrífuga + Lazo*
  3) *Frenado y Arranque + 50% Fuerza centrífuga + Lazo*
  4) *50% Frenado y Arranque + Fuerza centrífuga + Lazo*

5.2.6 Acciones térmicas

Se consideran dos tipos de acciones térmicas:

5.2.6.1 Gradiente térmico

Para determinar su valor se hace uso del epígrafe *2.3.12.1.2.1* de la instrucción [1] según el cual:

$$\Delta T_{SI} = (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3) \cdot \Delta T_{ref} \approx 7^o$$

en donde:

$K_1 \approx 1$ (canto del tablero = 2.20)

$K_2 \approx 1.07$ (relación entre ancho de losa superior e inferior ≈ 2.8)

$K_3 \approx 0,60$

$\Delta T_{ref} \approx 10^o$

5.2.6.2 Variación uniforme de la temperatura

Para determinar su valor se hace uso del epígrafe *2.3.12.1.1* de la instrucción [1], según el cual:

$$\Delta T = K \cdot z^a \cdot h^b \cdot s^c \approx 42^o$$

en donde:

K = 29,13

a = 0,301

b = -0,148

c = 0

z = 5 (zona V)

h = 2,20

s = 1

Esta acción es equivalente a introducir en el hormigón una deformación longitudinal impuesta de $\varepsilon \approx 0,25\ mm/m$

5.2.7 Interacción longitudinal carril-tablero

Para la obtención del valor de esta acción se emplea la fórmula del EC-1 [3], en donde F_l = ***0.8·L_t*** (t por vía de circulación cargada, siendo L_t la longitud del tablero) = ***72 t/vía*** (máxima)

5.2.8 Viento

ENTORNO TIPO II

VELOCIDAD DE REFERENCIA 28 m/s

$\rho = 0.225$ T/m^2

5.3 Acciones accidentales: descarrilamiento de vehículos ferroviarios

De acuerdo con la IAPF 2003 [1] apartado 3.4 se estudiarán las dos situaciones de proyecto prescritas.

- ***Situación de proyecto I***: Corresponde al descarrilamiento de la locomotora o de los vagones con carga pesada dentro de un área de ancho igual a 1,5 veces el ancho de la vía a cada lado del eje de la misma (2,15 m^2). Las cargas equivalentes a aplicar son dos cargas lineales de α·0.7·UIC71 separadas entre sí el ancho de la vía (1,435 m), paralelas a la vía. En esta situación se debe evitar el colapso total de la estructura siendo tolerable el daño local.
- ***Situación de proyecto II:*** Corresponde al descarrilamiento de la locomotora o de los vagones con carga pesada dentro de un área de ancho igual a 1,5 veces el ancho de la vía a cada lado del eje de la misma (2,15 m^2) o en el borde del tablero, según sea la posición más desfavorable. La carga equivalente a aplicar es una carga lineal de α·0.7·UIC71, paralela a la vía y en una longitud de 20 m.

En cuanto a las *acciones accidentales derivadas del sismo* no corresponde estudiarlas dado que la aceleracíon de cálculo $a_c \leq 0{,}06g$

6 FASES DE MONTAJE. CÁLCULO DE ESFUERZOS DE PESO PROPIO

Para la ejecución del tablero se han dispuesto las siguientes fases de ejecución, una vez hechas las pilas y estribos:

1. **MONTAJE DE VIGAS**; las acciones a las que dan lugar son las derivadas del peso propio de las mismas, considerando una densidad para el hormigón de 2.5 t/m^3 y el área correspondiente de la sección.

2. **MONTAJE DE PLACAS DE ENCOFRADO;** el paso siguiente será el montaje en todo el tablero de las prelosas. La carga introducida corresponde al peso propio de las mismas

3. **EJECUCIÓN DE EMPALMES**

4. **HORMIGONADO DE LA LOSA EN FASE I ;** Se hormigonará la losa en fase I, en todo el vano 2 y 5 m pasado el vano 1. El peso propio introducido será el que se obtiene de considerar la sección de la losa con una densidad de 2.5 t/m^3.

5. **HORMIGONADO DE RESTO DE LOSA EN FASE I**

6. **HORMIGONADO DE LOSA EN FASE II**

7. **RESTO DE CARGAS**

CÁLCULO DEL TABLERO

ÍNDICE DEL CÁLCULO DEL TABLERO

1 ENVOLVENTE DE ESFUERZOS

1.1 FLECTORES MÁXIMOS EN VIGA 1

1.2 FLECTORES MÁXIMOS EN VIGA 2

1.3 CORTANTES MÁXIMOS EN VIGA 1

1.4 CORTANTES MÁXIMOS EN VIGA 2

2 CÁLCULO A FLEXIÓN POSITIVA

2.1 CÁLCULO A ROTURA (E.L.U.)

2.2 CÁLCULO EN SERVICIO (E.L.S.)

3 CÁLCULO A FLEXIÓN NEGATIVA

3.1 CÁLCULO SOBRE SECCIÓN INICIAL (E.L.U. ROTURA)

3.2 CÁLCULO SOBRE SECCIÓN INICIAL (E.L.SERVICIO)

3.3 CÁLCULO SOBRE SECCIÓN FINAL. ARMADURA DE LOSA.

4 CÁLCULO A CORTANTE (E.L.U.)

4.1 VIGA 1

4.2 VIGA 2

5 CÁLCULO A RASANTE (E.L.U.)

6 CÁLCULO DE REACCIONES

7 LISTADO DE RESULTADOS DE LOS MODELOS DE CÁLCULO ...

7.1 FASES DE MONTAJE

7.2 RESTO DE CARGAS EXTERIORES

1 ENVOLVENTE DE ESFUERZOS

1.1 Flectores máximos en viga 1

FLECTORES POSITIVOS (T x m)

distancia al apoyo (m)	Mpp viga	M prelosas	Mpp losa (Fase I)	Mpp losa (FaseII)	M c.perma.	M sc aceras	M reología	M temp	M SC FERROVIARIA	M_k
25.40	0.00	0.00	-43.58	-285.63	-438.49	0.14	220.62	547.57	0.00	0.63
23.81	79.89	26.46	-25.11	-206.03	-258.93	0.13	206.83	513.34	16.03	352.61
22.23	149.12	49.40	-14.40	-129.00	-99.66	0.13	193.04	479.12	60.98	688.73
20.64	207.70	68.80	-70.66	-56.20	39.33	13.15	179.25	444.90	248.50	1074.77
19.05	255.63	84.68	-18.75	19.80	158.03	27.26	165.46	410.68	454.64	1557.43
17.46	292.91	97.03	25.46	32.36	256.44	38.85	151.67	376.46	615.17	1886.35
15.88	319.54	105.85	61.90	42.34	334.56	47.92	137.89	342.23	753.55	2145.78
14.29	335.52	111.14	90.58	49.73	392.40	54.47	124.10	308.01	849.77	2315.72
12.70	340.84	112.90	111.51	54.53	429.95	58.49	110.31	273.78	913.36	2405.67
11.11	335.52	111.14	124.70	56.76	447.21	60.00	96.52	239.56	940.42	2411.83
9.53	319.54	105.85	127.82	56.00	444.18	58.99	82.73	205.34	927.72	2328.17
7.94	292.91	97.03	127.81	53.46	420.87	55.46	68.94	171.11	865.04	2152.63
6.35	255.63	84.68	117.75	47.93	377.27	49.41	55.15	136.89	774.60	1899.31
4.76	207.70	68.80	99.94	39.82	313.18	40.84	41.37	102.67	643.77	1558.09
3.18	149.12	49.40	74.37	29.13	229.21	29.74	27.58	68.45	475.33	1132.33
1.59	79.89	26.46	41.07	15.86	124.75	16.13	13.79	34.22	251.44	603.61
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1.2 Flectores máximos en viga 2

FLECTORES POSITIVOS (T x m)

distancia al apoyo (m)	Mpp viga	M prelosas	Mpp losa (Fase I)	Mpp losa (FaseII)	M c.perma.	M sc aceras	M reología	M temp	M SC FERROVIARIA	M_k
15.80	0.00	0.00	-43.58	-285.63	-438.49	0.00	220.62	547.57	0.00	0.49
15.20	-32.97	-10.92	-52.58	-316.38	-511.64	0.00	225.83	560.50	0.00	-138.16
13.68	14.27	4.73	-15.35	-274.08	-376.78	0.91	203.24	504.45	34.97	96.36
12.16	51.75	17.14	14.77	-234.16	-260.52	10.05	180.66	448.40	184.88	412.97
10.64	79.45	26.32	37.79	-196.60	-162.86	16.88	158.08	392.35	299.16	650.57
9.12	97.40	32.26	53.71	-161.41	-83.80	21.40	135.50	336.30	382.94	814.30
7.60	106.13	35.15	62.52	-128.59	-23.33	23.61	112.91	280.25	421.13	889.78
6.08	103.99	34.45	64.22	-98.13	18.53	23.51	90.33	224.20	419.04	880.14
4.56	92.64	30.69	58.82	-70.05	41.80	21.10	67.75	168.15	383.60	794.50
3.04	71.53	23.69	46.32	55.16	46.46	16.38	45.17	112.10	298.93	715.74
1.52	40.65	13.46	26.71	-20.98	32.53	9.34	22.58	56.05	160.98	341.32
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1.3 Cortantes máximos en viga 1

CORTANTES (T)

Distancia al apoyo (m)	Vpp viga	V prelosas	V losa	V c.perma.	V sc aceras	V reología	V temp	V SC FERR	V_d
25.40	53.69	17.78	65.02	148.46	40.21	-8.69	-13.10	296.68	890.02
23.81	46.97	15.56	58.52	133.61	33.79	-8.69	-13.10	268.28	796.90
22.23	40.26	13.33	52.01	116.72	27.86	-8.69	-13.10	232.83	691.17
20.64	33.55	11.11	45.50	100.99	23.30	-8.69	-13.10	211.04	609.56
19.05	26.84	8.89	38.49	85.73	19.30	-8.69	-13.10	178.62	512.81
17.46	20.13	6.67	32.49	70.69	15.52	-8.69	-13.10	150.18	424.02
15.88	13.42	4.45	35.98	55.75	11.87	-8.69	-13.10	127.31	356.73
14.29	6.71	2.22	19.46	40.86	8.28	-8.69	-13.10	96.75	251.03
12.70	0.00	0.00	12.95	25.99	4.72	-8.69	-13.10	75.27	172.55
11.11	-6.71	-2.22	6.45	11.13	1.58	-8.69	-13.10	45.43	82.19
9.53	-13.42	-4.44	-0.06	-3.73	-3.05	-8.69	-13.10	-39.88	-126.31
7.94	-20.13	-6.67	-6.57	-18.58	-6.60	-8.69	-13.10	-67.99	-214.71
6.35	-26.84	-8.89	-13.07	-33.44	-10.15	-8.69	-13.10	-100.21	-309.26
4.76	-33.55	-11.11	-19.59	-48.32	-13.73	-8.69	-13.10	-118.87	-383.56
3.18	-40.26	-13.33	-26.10	-63.26	-17.37	-8.69	-13.10	-150.03	-476.77
1.59	-46.97	-15.56	-32.61	-78.43	-21.27	-8.69	-13.10	-182.00	-571.92
0.00	-53.68	-17.78	-39.11	-95.24	-27.01	-8.69	-13.10	-209.57	-665.40

1.4 Cortantes máximos en viga 2

CORTANTES (T)

Distancia al apoyo (m)	Vpp viga	V prelosas	V losa	V c.perma.	V sc aceras	V reología	V temp	V SC FERR	V_d
15.80	53.68	17.76	64.99	148.46	40.21	-8.69	-13.10	296.68	889.94
15.20	56.21	18.62	67.49	148.46	40.21	-8.69	-13.10	296.38	897.44
15.20	-34.29	-11.36	-55.43	-106.20	-27.75	14.86	22.54	-219.79	-651.14
13.68	-27.87	-9.23	-49.21	-88.47	-20.50	14.86	22.54	-176.06	-530.79
12.16	-21.44	-7.10	-41.58	-73.00	-15.67	14.86	22.54	-151.75	-444.34
10.64	-15.02	-4.97	-35.35	-58.21	-11.60	14.86	22.54	-113.58	-341.06
9.12	-8.59	-2.85	-29.12	-43.70	-7.87	14.86	22.54	-91.05	-262.13
7.60	-2.17	-0.72	-22.89	-29.32	-4.53	14.86	22.54	-57.82	-167.91
6.08	4.26	1.41	-16.63	-15.62	-4.49	14.86	22.54	-53.23	-122.46
4.56	10.68	3.54	-11.81	-5.51	-4.47	14.86	22.54	-53.24	-90.75
3.04	17.10	5.67	-5.58	13.87	11.00	14.86	22.54	116.58	289.40
1.52	23.53	7.79	0.66	29.21	15.83	14.86	22.54	139.48	371.67
0.00	29.95	9.92	6.89	29.21	15.83	14.86	22.54	139.48	391.62

2 CÁLCULO A FLEXIÓN POSITIVA

2.1 CÁLCULO A ROTURA (E.L.U.)

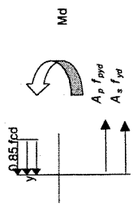
Para cada sección se presenta el momento último (Mu), el momento de cálculo (Md), el cociente entre el momento último y el momento de cálculo sin mayorar (Mu/Mk), y la altura de compresiones (hcomp).

Las hipótesis de cálculo adoptadas son las siguientes :

- Diagrama rectangular simplificado para el hormigón y bilineal para el acero.
- No se considera la contribución de las armaduras pasivas por defecto.
- Se supone que las armaduras activas alcanzan la plastificación.
- Las dimensiones de la cabeza de compresión son el espesor de la losa y el ancho de tablero.
- Se minora la resistencia del hormigón y la del acero según los coeficientes de la tabla 2 de la memoria ($\gamma_c = 1,5$; $\gamma s = 1,15$)
- Se mayoran los valores representativos de las acciones por los coeficientes de la tabla 3a de la memoria en combinación característica de tal manera que el momento de cálculo se correspondeea la siguiente combinación: Md = 1,35 x (Σ cargas permanentes) +1,5 (M_{SC} Ferroviaria) + 1,5 x (0,6 M temperatura)

A partir de estas hipótesis se calcula el momento resistente para cada sección (Mu) y se comprueba que es mayor que el momento de cálculo (Md).

2.1.1 CÁLCULO A ROTURA VIGA 1

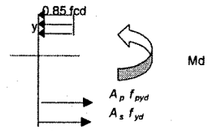


f pyd (T/m2)	147826.087
fyd (T/m2)	43478.261
Ancho tablero (m)	7
Hormigón viga(T/m2)	5000
Hormigón losa(T/m2)	2500

distancia al APOYO (m)	canto viga	canto losa	Md (T x m)	$A_p \times f_{pyd}$ (T)	$A_s \times f_{yd}$(T)	h comp (m)	cota torón (m)	rec. As (m)	Mu (T x m)	Mu/Mk	
25.40	1.75	0.31	-212.44	496.70		0.05	0.40	0.05	812.08		cumple
23.81	1.75	0.31	278.47	496.70		0.05	0.10	0.05	961.08	2.73	cumple
22.23	1.75	0.31	752.30	993.39		0.10	0.10	0.05	1897.29	2.75	cumple
20.64	1.75	0.31	1316.87	993.39		0.10	0.10	0.05	1897.29	1.77	cumple
19.05	1.75	0.31	2014.83	1490.09		0.15	0.10	0.05	2808.62	1.80	cumple
17.46	1.75	0.31	2498.02	1490.09		0.15	0.10	0.05	2808.62	1.49	cumple
15.88	1.75	0.31	2893.70	1986.78	0.00	0.20	0.10	0.05	3695.07	1.72	cumple
14.29	1.75	0.31	3141.87	1986.78	0.00	0.20	0.10	0.05	3695.07	1.60	cumple
12.70	1.75	0.31	3286.78	1986.78	0.00	0.20	0.10	0.05	3695.07	1.54	cumple
11.11	1.75	0.31	3312.71	1986.78	0.00	0.20	0.10	0.05	3695.07	1.53	cumple
9.53	1.75	0.31	3211.04	1986.78		0.20	0.10	0.05	3695.07	1.59	cumple
7.94	1.75	0.31	2977.47	1986.78		0.20	0.10	0.05	3695.07	1.72	cumple
6.35	1.75	0.31	2634.34	1986.78		0.20	0.10	0.05	3695.07	1.95	cumple
4.76	1.75	0.31	2166.12	1490.09		0.15	0.10	0.05	2808.62	1.80	cumple
3.18	1.75	0.31	1577.74	1490.09		0.15	0.10	0.05	2808.62	2.48	cumple
1.59	1.75	0.31	841.68	993.39		0.10	0.10	0.05	1897.29	3.14	cumple
0.00	1.75	0.31	0.00	993.39		0.10	0.10	0.05	1599.27		cumple

2.1.2 CÁLCULO A ROTURA VIGA 2

f pyd (T/m2)	147826.087
fyd (T/m2)	43478.261
Ancho tablero (m)	7
Hormigón viga(T/m2)	5000
Hormigón losa(T/m2)	2500



distancia al APOYO (m)	*canto viga*	*canto losa*	*Md (T x m)*	$A_p \times f_{pyd}$ *(T)*	$A_s \times f_{yd}$ *(T)*	*h comp (m)*	*cota torón (m)*	*rec. As (m)*	*Mu (T x m)*	*Mu/Mk*	
15.80	1.75	0.31	-212.65	0.00		0.00	0.40	0.05	0.00		*cumple*
15.20	1.75	0.31	-404.87	496.70		0.05	0.40	0.05	812.08		*cumple*
13.68	1.75	0.31	-61.05	496.70		0.05	0.10	0.05	961.08	9.97	*cumple*
12.16	1.75	0.31	412.07	496.70		0.05	0.10	0.05	961.08	2.33	*cumple*
10.64	1.75	0.31	772.83	745.04		0.08	0.10	0.05	1432.30	2.20	*cumple*
9.12	1.75	0.31	1028.95	745.04		0.08	0.10	0.05	1432.30	1.76	*cumple*
7.60	1.75	0.31	1158.74	745.04		0.08	0.10	0.05	1432.30	1.61	*cumple*
6.08	1.75	0.31	1167.23	745.04		0.08	0.10	0.05	1432.30	1.63	*cumple*
4.56	1.75	0.31	1067.78	745.04		0.08	0.10	0.05	1432.30	1.80	*cumple*
3.04	1.75	0.31	969.88	745.04	0.00	0.08	0.10	0.05	1432.30	2.00	*cumple*
1.52	1.75	0.31	464.49	745.04		0.08	0.10	0.05	1432.30	4.20	*cumple*
0.00	1.75	0.31	0.00	745.04		0.08	0.40	0.05	1208.78		*cumple*

2.2 CÁLCULO EN SERVICIO (E.L.S.)

El cálculo en servicio se realiza primeramente con la combinación característica.

Para realizar el encaje del pretensado, se realiza de nuevo el cálculo en servicio pero en combinación frecuente de tal manera que esa sección no se alcance la descompresión.

2.2.1 VIGA 1

Área cables = 0.00014 m^2
Tensión inicial de Tesado = 147500 T/ m^2
Tensión tras pérdidas = 130200 T/ m^2

distancia al apoyo (m)	TORONES INFERIORES Nº cables	cota (m)	TORONES SUPERIORES Nº cables	cota (cm)
25.40	24	0.4		
23.81	24	0.1		
22.23	72	0.1		
20.64	72	0.1		
19.05	96	0.1		
17.46	96	0.1		
15.88	96	0.1		
14.29	96	0.1		
12.70	96	0.1		
11.11	96	0.1		
9.53	96	0.1		
7.94	96	0.1		
6.35	96	0.1		
4.76	72	0.1		
3.18	72	0.1		
1.59	48	0.1		
0.00	48	0.4		

TORONES POSTESADOS N (T)	e (m)	INICIALES CABLES σ_a	σ_b	INICIALES (T/m2) Pa	Pb	FINALES (T/m2) Pa	Pb
437	0.19	0	0	75	347	63	292
437	0.491	0	0	-207	491	-175	414
1312	0.49	0	0	-622	1474	-524	1241
1312	0.49	0	0	-622	1474	-524	1241
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1750	0.49	0	0	-830	1965	-699	1655
1312	0.49	0	0	-622	1474	-524	1241
1312	0.49	0	0	-622	1474	-524	1241
875	0.49	0	0	-415	983	-349	827
875	0.19	0	0	150	694	126	585

TENSIONES EN DIFERENTES PUNTOS DE LA VIGA

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO:

TENSIONES EN DIFERENTES PUNTOS A LO LARGO DE LA VIGA [T/m2]

FABRICA ..... = Peso Propio + Pretensado con Pérdidas a Corto Plazo
SERVICIO ..... = Cargas Permanentes + Pretensado con Pérdidas Totales
CARGAS MAXIMAS = Servicio + Sobrecargas Máximas

γ_{g1} = 0.9
γ_{g2} = 1.1

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
SC tráfico	0.8	0.8	0
temp	0.6	0.5	0.2

distancia al apoyo (m)	AL DESTESAR σ_a	σ_b	EN FABRICA σ_a	σ_b	EN SERVICIO σ_a	σ_b	σ_c	CON CARGAS MÁXIMAS (combinación rara) σ_a	σ_b	σ_c	COMBINACIÓN FRECUENTE σ_c	σ_a	σ_b	COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE σ_b
25.40	0.00	0.00	75.0	347.1	-248.5	817.9	-366.4	-101.5	461.3	-107.1	-210.55	-112.94	603.49	603.56
23.81	181.00	-92.38	-26.4	398.9	-128.9	625.3	-237.2	13.2	280.6	13.4	-85.06	-1.78	415.98	424.37
22.23	337.85	-172.42	-284.4	1301.5	-176.8	1179.0	-119.0	-31.8	827.4	136.6	40.34	-58.10	959.77	991.51
20.64	470.57	-240.16	-151.7	1233.8	-66.0	1015.1	-12.8	123.5	555.6	321.3	207.64	44.21	705.10	841.00
19.05	579.16	-295.58	-250.6	1669.7	78.8	1167.3	85.6	318.0	587.1	507.5	374.19	180.46	756.29	1006.58
17.46	663.63	-338.69	-166.1	1626.6	321.9	986.6	139.1	598.0	316.8	626.0	478.52	415.13	499.51	839.20
15.88	723.96	-369.48	-105.8	1595.8	509.0	846.1	181.5	815.4	102.9	721.9	563.49	593.79	295.82	712.10
14.29	760.17	-387.95	-69.6	1577.3	640.2	745.8	213.0	964.9	-41.8	785.6	621.51	716.44	155.60	625.26
12.70	772.22	-394.11	-57.5	1571.1	715.3	685.9	233.4	1048.9	-123.4	821.7	656.18	783.08	73.92	578.69
11.11	760.17	-387.95	-69.6	1577.3	734.5	666.1	242.8	1066.6	-139.4	828.4	666.05	793.82	52.72	572.33
9.53	723.96	-369.48	-105.8	1595.8	692.3	689.6	240.9	1011.5	-84.8	803.9	649.66	743.15	96.69	609.18
7.94	663.63	-338.69	-166.1	1626.6	604.9	747.4	228.5	897.2	38.3	744.0	603.83	647.25	202.31	680.41
6.35	579.16	-295.58	-250.6	1669.7	456.1	848.4	204.8	713.4	224.3	658.6	536.27	490.01	366.84	794.82
4.76	470.57	-240.16	-151.7	1233.8	426.0	576.1	170.0	636.8	64.7	541.8	442.36	451.43	180.29	535.87
3.18	337.85	-172.42	-284.4	1301.5	165.3	757.4	124.4	318.9	385.0	395.2	323.42	182.29	468.31	730.64
1.59	181.00	-92.38	-233.9	890.2	23.3	565.4	67.7	104.2	369.4	210.2	172.42	31.82	413.08	552.05
0.00	0.00	0.00	150.1	694.3	126.4	584.7	0.0	126.4	584.7	0.0	0.00	126.39	584.67	584.67
MAX	772.22	0.00	150.09	1669.67	734.49	1179.05	242.76	1066.58	827.41	828.38	666.05	793.82	959.77	1006.58
MIN	0.00	-394.11	-284.44	347.15	-248.55	565.44	-366.38	-101.52	-139.40	-107.10	-210.55	-112.94	52.72	424.37

COMPROBACIÓN EN SERVICIO		
Resistencia al destesar	0.0	T/m^2
Resistencia al postesar	2782.8	T/m^2
Resistencia a los 28 días	1965.1	T/m^2
Resistencia a losa	1380.6	T/m^2
σ_b (comb. Frec)	ok	
Armaduras activas (comb frec)	ok	

2.2.2 VIGA 2

CUADRO DE PRETENSADO

Área cables = 0.00014 m^2
Tensión inicial de Tesado = 147500 T/m^2
Tensión tras pérdidas = 130200 T/m^2

	TORONES INFERIORES		TORONES SUPERIORES	
distancia al apoyo (m)	Nº cables	cota (m)	Nº cables	cota (cm)
15.80	0.0	0.4		
15.20	24	0.4		
13.68	24	0.1		
12.16	24	0.1		
10.64	36	0.1		
9.12	36	0.1		
7.60	36	0.1		
6.08	36	0.1		
4.56	36	0.1		
3.04	36	0.1		
1.52	36	0.1		
0.00	36	0.4		

TORONES POSTESADOS		INICIALES CABLES		INICIALES (T/m2)		FINALES (T/m2)	
N (T)	e (m)	σ_a	σ_b	Pa	Pb	Pa	Pb
0	0.19	0	0	0	0	0	0
437	0.191	0	0	75	347	63	292
437	0.49	0	0	-207	491	-175	414
437	0.49	0	0	-207	491	-175	414
656	0.49	0	0	-311	737	-262	621
656	0.49	0	0	-311	737	-262	621
656	0.49	0	0	-311	737	-262	621
656	0.49	0	0	-311	737	-262	621
656	0.49	0	0	-311	737	-262	621
656	0.49	0	0	-311	737	-262	621
656	0.49	0	0	-311	737	-262	621
656	0.19	0	0	113	521	95	439

TENSIONES EN DIFERENTES PUNTOS DE LA VIGA

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO:

TENSIONES EN DIFERENTES PUNTOS A LO LARGO DE LA VIGA [T/m2]

FABRICA ..... = Peso Propio + Pretensado con Pérdidas a Corto Plazo
SERVICIO ..... = Cargas Permanentes + Pretensado con Pérdidas Totales
CARGAS MAXIMAS = Servicio + Sobrecargas Máximas

		Ψ_o	Ψ_1	Ψ_2
γ_{g1} =	0.9	SC tráfico	0.8	0.8	0
γ_{g2} =	1.1				
		Temperatura	0.6	0.5	0.2

	AL DESTESAR		EN FABRICA		EN SERVICIO			CON CARGAS MÁXIMAS (combinación rara)			COMBINACIÓN FRECUENTE			COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE
distancia al apoyo (m)	σ_a	σ_b	σ_a	σ_b	σ_a	σ_b	σ_c	σ_a	σ_b	σ_c	σ_c	σ_a	σ_b	σ_b
15.80	0.00	0.00	0.0	0.0	-311.7	525.6	-366.4	-164.8	169.0	-107.2	-210.55	-176.14	311.23	311.23
15.20	-74.70	38.12	7.9	420.0	-404.6	976.3	-418.1	-254.1	552.9	-152.7	-258.56	-265.76	698.42	698.42
13.68	32.33	-16.50	-195.8	523.9	-341.6	878.3	-330.8	-196.5	443.8	-75.1	-174.04	-216.64	579.46	598.09
12.16	117.25	-59.84	-110.9	480.6	-115.8	683.7	-253.6	56.7	182.4	50.6	-56.23	-4.76	324.17	425.41
10.64	180.00	-91.87	-162.3	718.8	-20.0	753.5	-186.6	169.9	168.7	148.3	38.03	77.19	311.67	475.82
9.12	220.67	-112.62	-121.6	698.0	103.2	632.7	-129.6	301.7	27.1	220.4	110.67	186.45	166.92	376.93
7.60	240.45	-122.72	-101.8	687.9	176.6	547.9	-82.8	370.9	-47.4	259.8	156.00	246.02	83.11	314.10
6.08	235.60	-120.24	-106.7	690.4	195.4	501.7	-46.0	374.1	-55.7	269.0	176.02	250.96	60.01	289.87
4.56	209.89	-107.12	-132.4	703.5	164.6	491.6	-19.4	318.1	-4.7	251.3	173.34	206.25	91.49	301.69
3.04	162.06	-82.71	-180.2	728.0	115.8	452.1	52.7	230.3	50.2	254.6	197.50	143.53	120.28	284.05
1.52	92.10	-47.00	-250.2	763.7	-51.0	582.1	3.6	9.6	310.9	110.6	80.38	-37.15	347.57	436.03
0.00	0.00	0.00	123.8	572.8	85.3	482.4	0.0	85.3	394.7	0.0	0.00	85.32	394.65	394.65
MAX	240.45	38.12	123.83	763.66	195.44	976.28	52.71	374.08	552.86	269.00	197.50	250.96	698.42	698.42
MIN	-74.70	-122.72	-250.16	0.00	-404.57	452.06	-418.06	-254.11	-55.68	-152.73	-258.56	-265.76	60.01	284.05

COMPROBACIÓN EN SERVICIO		
Resistencia al destesar	63.5	T/m^2
Resistencia al postesar	1272.8	T/m^2
Resistencia a los 28 días	1627.1	T/m^2
Resistencia a losa	448.3	T/m^2
σ_b (comb. Frec)	ok	
Armaduras activas (comb frec)	ok	

3 CÁLCULO A FLEXIÓN NEGATIVA

3.1 CÁLCULO SOBRE SECCIÓN INICIAL (E.L.U. Rotura)

Se estudian en este caso la sección del vuelo, la pila y las dos anteriores ya que son las más desfavorables para calcular la armadura superior longitudinal de la viga

Las hipótesis de cálculo adoptadas son las siguientes :

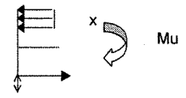
- Diagrama rectangular simplificado para el hormigón y bilineal para el acero.
- Las dimensiones de la cabeza de compresión son el espesor del fondo de viga y el ancho de fonde de viga.
- Se minora la resistencia del hormigón y la del acero según los coeficientes que aparecen el apartado 2 de la memoria.
- Se consideran únicamente los esfuerzos sobre sección inicial que se mayoran por el correspondiente coeficiente.

A partir de estas hipótesis se calcula la armadura estrictamente necesaria y la armadura mínima se disponen 5 ϕ 25 por alma en total 49.10 cm^2 en viga 2, y 4 ϕ 20 por alma un total de 25.12 cm^2 en viga 1.

3.1.1 VIGA 1

COMPROBACIÓN EN ROTURA SOBRE SECCIÓN INICIAL

Tipo de cable: 0.6"



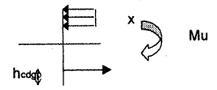
f_{ypk} (kg/cm2):	17000	f_{ck}:	500	kg/cm2
f_{ysk} (kg/cm2):	5000	γ:	1.5	
γ:	1.15	f_{cd}:	333.33	kg/cm2
f_{ypd} (kg/cm2):	14782.61		123690	t/m2
f_{ysd} (kg/cm2):	4347.83		136059	t/m2
			111321	t/m2

Distancia al apoyo	*19.05*	*20.64*	*22.23*	*23.81*	*25.40*
Md- (si)	434.1	277.9	248.6	109.7	-58.8
Inercia	0.511	0.511	0.511	0.511	0.511
Área	1.628	1.628	1.628	1.628	1.628
V_a	1.159	1.159	1.159	1.159	1.159
W_a	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441
recubrimiento A_s					
h_{viga}	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
espesor de fondo	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ancho de fondo	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
espesor de alma (m)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Armadura pasiva dispuesta (cm2)			25.12	25.12	25.12
nº cables dispuestos arriba					
Armadura pasiva equivalente requerida					8.01
Armadura mínima mecánica de flexión	0.00	0.00	0.00	0.00	11.37
Armadura pasiva equiv. dispuesta (cm2)	0.00	0.00	25.12	25.12	25.12

3.1.2 VIGA 2

COMPROBACIÓN EN ROTURA SOBRE SECCIÓN INICIAL

Tipo de cable: 0.6"



f_{ypk} (kg/cm2):	17000	f_{ck}:	500	kg/cm2
f_{ysk} (kg/cm2):	5000	γ:	1.5	
γ:	1.15	f_{cd}:	333.33	kg/cm2
f_{ypd} (kg/cm2):	14782.61	Tensión de tesado inicial:	123690	t/m2
f_{ysd} (kg/cm2):	4347.83	Tensión de tesado mayorado:	136059	t/m2
		Tensión de tesado minorado:	111321	t/m2

Distancia al apoyo	12.16	13.68	15.20	15.80
Md- (SI)	112.94	4.93	-130.23	-58.83
Inercia	0.51	0.51	0.51	0.51
Área	1.63	1.63	1.63	1.63
V_a	1.16	1.16	1.16	1.16
W_a	0.44	0.44	0.44	0.44
recubrimiento A_s				
h_{viga}	1.75	1.75	1.75	1.75
espesor de fondo	0.25	0.25	0.25	0.25
ancho de fondo	3.00	3.00	3.00	3.00
espesor de alma (m)	0.50	0.50	0.50	0.50
Armadura pasiva dispuesta (cm2)	49.10	49.10	49.10	49.10
nº cables dispuestos arriba				
Armadura pasiva equivalente requerida			17.91	8.01
Armadura mínima mecánica de flexión	0.00	0.00	23.63	11.37
Armadura pasiva equiv. dispuesta (cm2)	49.10	49.10	49.10	49.10

3.2 CÁLCULO SOBRE SECCIÓN INICIAL (E.L.Servicio)

3.2.1 VIGA 1

COMPROBACIÓN EN SERVICIO SOBRE SECCIÓN INICIAL

Distancia al estribo		*19.05*	*20.64*	*22.23*	*23.81*	*25.40*
Mk-		321.6	205.8	184.1	81.2	-43.6
nº de cables abajo		0	0	0	0	0
hviga		1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Va		1.159	1.159	1.159	1.159	1.159
Vb		-0.591	-0.591	-0.591	-0.591	-0.591
Área		1.628	1.628	1.628	1.628	1.628
Inercia		0.511	0.511	0.511	0.511	0.511
Mtotal		321.6	205.8	184.1	81.2	-43.6
Tiempo inicial	σa (t/m2)	728.54	466.36	417.15	184.06	-98.74
	σb (t/m2)	-371.81	-238.01	-212.89	-93.94	50.39
nº de cables dispuestos abajo		72	48	48	24	24
hcdgp		0.10	0.10	0.10	0.10	0.40
Vcdgp		-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.191
Tiempo inicial	Pa (t/m2)	-560.07	-373.38	-373.38	-186.69	67.54
	Pb (t/m2)	1326.54	884.36	884.36	442.18	312.43
nº de cables dispuestos arriba						
hcdgp						
Vcdgp		1.159	1.159	1.159	1.159	1.159
Tiempo inicial	Pa (t/m2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pb (t/m2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tiempo final	σ2a (t/m2)	304.07	183.38	134.17	42.57	-47.55
	σ2b (t/m2)	856.98	581.19	606.30	315.66	339.80

3.2.2 VIGA 2

COMPROBACIÓN EN SERVICIO SOBRE SECCIÓN INICIAL

Distancia al estribo		*12.16*	*13.68*	*15.20*	*15.80*
Mk-		83.7	3.7	-96.5	-43.6
nº de cables abajo		0	0	0	0
hviga		1.75	1.75	1.75	1.75
Va		1.159	1.159	1.159	1.159
Vb		-0.591	-0.591	-0.591	-0.591
Área		1.628	1.628	1.628	1.628
Inercia		0.511	0.511	0.511	0.511
Mtotal		83.7	3.7	-96.5	-43.6
Tiempo inicial	σa (t/m2)	189.54	8.27	-218.57	-98.74
	σb (t/m2)	-96.73	-4.22	111.55	50.39
nº de cables dispuestos abajo		24	24	24	
	h_{cdgp}	0.10	0.10	0.40	0.10
	V_{cdgp}	-0.491	-0.491	-0.191	-0.491
Tiempo inicial	Pa (t/m2)	-186.69	-186.69	75.05	0.00
	Pb (t/m2)	442.18	442.18	347.15	0.00
nº de cables dispuestos arriba					
	h_{cdgp}				
	V_{cdgp}	1.159	1.159	1.159	1.159
Tiempo inicial	Pa (t/m2)	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pb (t/m2)	0.00	0.00	0.00	0.00
Tiempo final	σ_{2a} (t/m2)	48.05	-133.22	-161.69	-98.74
	σ_{2b} (t/m2)	312.86	405.38	433.11	50.39

3.3 CÁLCULO SOBRE SECCIÓN FINAL. ARMADURA DE LOSA

| | | Armadura | | |

4 CÁLCULO A CORTANTE (E.L.U.)

4.1 VIGA 1

CALCULO A CORTANTE VIGA (1)

fck:	5000	t/m2		γc: 1.5			espesor de la losa central:		0.31 m										
fcd:	3333.3	t/m2					espesor de la losa de fondo:		0.25 m										
f1cd:	2000.0	t/m2					espesor de las almas:		0.50 m										
fyk:	50000	t/m2																	
fpk:	171000	t/m2		γs: 1.15			Tensión de tesado inicial (t/m2):		130200 t/m2										
fyd:	40000	t/m2					Tipo de cable: 0.6"												

Cuantía mínima de cortante: 8.33 cm2/m

Distancia al apoyo (m)	Área (m2)	d	bn	As,eqv. traccionada (cm2)	Nd (t)	ρ	z (m)	σ'cd (t/m2)	ζ	Tan α	Md (m*t)	Vu1 (t)	Vcu (t)	Vd (t)	nº cables abajo	Vrd (t)	As (cm2/m)
25.40	3.218	1.96	0.5	114.912	-349.978	0.012	1.784	-109.74	1.319			978.97	66.22	890.02		890.0	111.51
23.81	3.218	1.96	0.5	114.912	-349.978	0.012	1.784	-109.74	1.319			971.38	66.22	796.90		796.9	90.65
22.23	3.218	1.96	0.5	229.824	-899.955	0.020	1.784	-217.48	1.319			943.52	91.99	691.17		691.2	64.36
20.64	3.218	1.96	0.5	229.824	-899.955	0.020	1.784	-217.48	1.319			935.98	91.99	609.56		609.6	54.04
19.05	3.218	1.96	0.5	344.736	-1049.933	0.020	1.784	-326.22	1.319			868.30	107.97	512.81		512.8	37.57
17.46	3.218	1.96	0.5	344.736	-1049.933	0.020	1.784	-326.22	1.319			868.38	107.97	424.02		424.0	27.12
15.88	3.218	1.96	0.5	459.648	-1399.910	0.020	1.784	-434.96	1.319			847.01	123.96	356.73		356.7	18.97
14.29	3.218	1.96	0.5	459.648	-1399.910	0.020	1.784	-434.96	1.319			832.43	123.96	251.03		251.0	10.01
12.70	3.218	1.96	0.5	459.648	-1399.910	0.020	1.784	-434.96	1.319			824.48	123.96	172.55		172.6	3.76
11.11	3.218	1.96	0.5	459.648	-1399.910	0.020	1.784	-434.96	1.319			822.76	123.96	82.19		82.2	Vd < Vu2
9.53	3.218	1.96	0.5	459.649	-1399.910	0.020	1.784	-434.96	1.319			827.84	123.96	-126.31		126.3	0.18
7.94	3.218	1.96	0.5	459.649	-1399.910	0.020	1.784	-434.96	1.319			837.99	123.96	-214.71		214.7	7.24
6.35	3.218	1.96	0.5	459.649	-1399.910	0.020	1.784	-434.96	1.319			855.69	123.96	-309.28		309.3	15.42
4.76	3.218	1.96	0.5	344.736	-1049.933	0.020	1.784	-326.22	1.319			880.51	107.97	-383.58		383.6	24.39
3.18	3.218	1.96	0.5	344.736	-1049.933	0.020	1.784	-326.22	1.319			914.00	107.97	-476.77		476.8	35.82
1.59	3.218	1.96	0.5	229.824	-899.955	0.020	1.784	-217.48	1.319			953.06	91.99	-571.92		571.9	53.65
0.00	3.218	1.96	0.5	229.824	-899.955	0.020	1.784	-217.48	1.319			950.84	91.99	-665.40		665.4	63.48

4.2 VIGA 2

CÁLCULO A CORTANTE VIGA (2)

fck:	5000	t/m2			yc: 1.5			espesor de la losa central:		0.31 m									
fcd:	3333.3	t/m2						espesor de la losa de fondo:		0.25 m									
f1cd:	2000.0	t/m2						espesor de las almas:		0.50 m									
fyk:	50000	t/m2																	
fpk:	171000	t/m2			ys: 1.15			Tensión de tesado inicial (t/m2):		130200	t/m2								
fyd:	40000	t/m2						Tipo de cable: 0.6"											

Cuantía mínima de cortante: 8.33 cm2/m

Distancia al apoyo (m)	Área (m2)	d	bo	As,eqv traccionada (cm2)	Nd (t)	ρ	z (m)	σ'cd (t/m2)	ζ	Tan α	Md (m*t)	Vu1 (t)	Vcu (t)	Vd (t)	nº cables abajo	Vrd (t)	As (cm2/m)
15.80	3.218	1.96	0.5	0.000	0.000	0.000	1.764	0.00	1.319			980.00	0.38	889.94		889.9	126.07
15.20	3.218	1.96	0.5	0.000	0.000	0.000	1.764	0.00	1.319			980.00	0.17	897.44		897.4	127.16
15.20	3.218	1.96	1.5	0.000	0.000	0.000	1.764	0.00	1.319			2940.00	0.00	-851.14		851.1	92.28
13.68	3.218	1.96	0.5	0.000	0.000	0.000	1.764	0.00	1.319			980.00	0.00	-530.79		530.8	75.23
12.16	3.218	1.96	0.5	114.912	-349.978	0.012	1.764	-108.74	1.319			971.07	66.22	-444.34		444.3	46.90
10.64	3.218	1.96	0.5	172.368	-524.988	0.018	1.764	-163.11	1.319			955.96	81.48	-341.08		341.1	29.41
9.12	3.218	1.96	0.5	172.368	-524.988	0.018	1.764	-163.11	1.319			943.62	81.48	-262.13		262.1	19.43
7.60	3.218	1.96	0.5	172.368	-524.988	0.018	1.764	-163.11	1.319			937.12	81.48	-167.91		167.9	9.06
6.08	3.218	1.96	0.5	172.368	-524.988	0.018	1.764	-163.11	1.319			937.16	81.48	-122.48		122.5	4.30
4.56	3.218	1.96	0.5	172.368	-524.988	0.018	1.764	-163.11	1.319			943.26	81.48	-90.75		90.8	0.99
3.04	3.218	1.96	0.5	172.368	-524.988	0.018	1.764	-163.11	1.319			954.13	81.48	289.40		289.4	23.36
1.52	3.218	1.96	0.5	172.368	-524.988	0.018	1.764	-163.11	1.319			970.34	81.48	371.87		371.7	35.72
0.00	3.218	1.96	0.5	172.368	-524.988	0.018	1.764	-163.11	1.319			981.52	81.48	391.82		391.8	36.14

5 CÁLCULO A RASANTE (E.L.U.)

Hipótesis adoptadas:

- Se realiza la redistribución plástica.
- El rasante de cálculo se obtiene en función de los resultados de rotura, del momento considerado (envolvente positiva o negativa, según sea apoyo estribo o apoyo pila) y de la cuantía de armadura necesaria para el momento solicitante en cada sección
- Las secciones consideradas son: apoyo en estribo, sección de máximo momento positivo y apoyo en pila.

CÁLCULO A RASANTE (redistribución plástica)

$f_{y\alpha,d}$ =	42000	t/m2	(armadura de cosido)

f_{yk} =	170000	t/m2	(cables de pretensado)	Área de los cables = 1.4 cm2
γ =	1.15			
f_{yk} =	50000	t/m2	(armadura pasiva)	
γ =	1.15			
coef. μ superficie de contacto viga-losa:	0.9			
f_{ck} =	5000	t/m2	(hormigón viga)	
γ =	1.5			
f_{ck} =	3000	t/m2	(hormigón losa)	
γ =	1.5			

ZONA 1: *Estribo 1* - *Máx Mfd(+)*

Mfd- (apoyo) = 0.0 mt en x = 0.0 m
Mfd+ (máx) = 3312.7 mt en x = 11.1 m

APOYO

$W_{est.}$ = 0 cm2 (para el momento de cálculo solicitante según el prontuario)

T_d = **0.0** t

C.D.V (o de máx Mf+)

nº de cables existentes abajo: 96
T_u = 1986.8
Mu = 3695.1 mt
(cálculo a rotura)

T_d (= T_u x Md/Mu) = **1781.2** t

RASANTE INFERIOR [$A_s = (T_d(-) + T_d(+))/f_{y\alpha,d}$]
$A_{s,est.}$ = **424.1** cm2

RASANTE SUPERIOR [$A_s = (T_d(-) + T_d(+))/\mu * f_{y\alpha,d}$]
$A_{s,est.}$ = **471.2** cm2

(Vano 1)

ZONA 2: *Máx Mfd(-)* - *Pila 1*

Mfd- (máx) = 2952.3 mt en x = 11.1 m
Mfd- (apoyo) = -2481.3 mt en x = 26.0 m

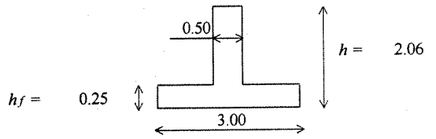
C.D.V (o de máx Mf+)

nº de cables existentes abajo: 96
T_u = 1986.8
Mu = 3695.1 mt
(cálculo a rotura)

T_d (= T_u x Md/Mu) = **1587.4** t

APOYO

$W_{est.}$ = 299.0 cm2 (para el momento de cálculo solicitante según el prontuario)



f_{ck} =	5000	t/m2
γ =	1.5	
f_{yk} =	50000	t/m2
γ =	1.15	
r =	7.5	cm
U_o	16872.5	T
U_{sl}	1300.12	T

T_d = **1300.1** t

RASANTE INFERIOR [$A_s = (T_d(-) + T_d(+))/f_{y\alpha,d}$]
$A_{s,est.}$ = **687.5** cm2

RASANTE SUPERIOR [$A_s = (T_d(-) + T_d(+))/\mu * f_{y\alpha,d}$]
$A_{s,est.}$ = **763.9** cm2

(Vano 2)

ZONA 3: *Pila 1* - *Máx Mfd(-)*

Mfd- (apoyo) = -2481.3 mt en x = 0.0 m
Mfd- (máx) = 830.0 mt en x = 9.1 m

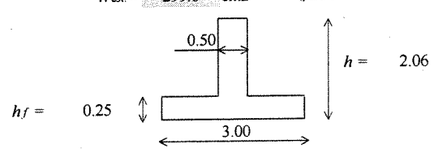
C.D.V (o de máx Mf+)

nº de cables existentes abajo: 36
T_u = 745.0
Mu = 1432.3 mt
(cálculo a rotura)

T_d (= T_u x Md/Mu) = **431.7** t

APOYO

$W_{est.}$ = 299.0 cm2 (para el momento de cálculo solicitante según el prontuario)



f_{ck} =	5000	t/m2
γ =	1.5	
f_{yk} =	50000	t/m2
γ =	1.15	
r =	7.5	cm
U_o	16872.5	T
U_{sl}	1300.12	T

T_d = **1300.1** t

RASANTE INFERIOR [$A_s = (T_d(-) + T_d(+))/f_{y\alpha,d}$]
$A_{s,est.}$ = **412.3** cm2

RASANTE SUPERIOR [$A_s = (T_d(-) + T_d(+))/\mu * f_{y\alpha,d}$]
$A_{s,est.}$ = **458.2** cm2

(Vano 2)

ZONA 4: ***Máx Mfd(+)*** **-** ***Estribo 2***

Mfd+ (máx) = 1167.2 mt en x = 9.1 m

Mfd- (apoyo) = 0.0 mt en x = 15.2 m

APOYO

$W_{est.}$ = 0 cm2 (para el momento de cálculo solicitante según el prontuario)

T_d = **0.0** t

C.D.V (o de máx Mf+)

nº de cables existentes abajo: 48

T_u = 993.4

Mu = 1432.3 mt

(cálculo a rotura)

T_d (= T_u x Md/Mu) = **809.5** t

RASANTE INFERIOR [$A_s = (T_d(-) + T_d(+))/f_{y\alpha,d}$]

$A_{s,est.}$ = **192.7** cm2

RASANTE SUPERIOR [$A_s = (T_d(-) + T_d(+))/\mu * f_{y\alpha,d}$]

$A_{s,est.}$ = **214.2** cm2

COMPROBACIÓN DE ARMADURA DISPUESTA (RASANTE INFERIOR)

ZONA 1 $A_{s,est.}$ = **424.1** cm2 (longitud del tramo = 11.1 m)

de	a		As (cm2/m)	As parcial	As acum.
0.0	2.5	(2ϕ10 +Φ12) juntos c/0.15	72.04	180.10	180.10
2.5	6.0	2ϕ10 c/0.15	41.88	146.58	326.68
6.0	11.1	ϕ10 c/0.15	20.94	107.00	433.68

ZONA 2 $A_{s,est.}$ = **687.5** cm2 (longitud del tramo = 14.9 m)

de	a		As (cm2/m)	As parcial	As acum.
11.1	18.9	ϕ10 c/0.15	20.94	163.12	163.12
18.9	22.4	2ϕ12 c/0.15	60.32	211.12	374.24
22.4	25.4	2ϕ16 c/0.15	107.24	321.72	695.96
25.4	26.0	2ϕ16 c/0.15	107.24	64.34	760.31

ZONA 3 $A_{s,est.}$ = **412.3** cm2 (longitud del tramo = 9.1 m)

de	a		As (cm2/m)	As parcial	As acum.
0.0	2.5	2ϕ16 c/0.15	107.24	268.10	268.10
2.5	6.5	2ϕ10 c/0.15	53.62	214.48	482.58
6.5	9.1	ϕ10 c/0.15	20.94	54.86	537.44

ZONA 4 $A_{s,est.}$ = **192.7** cm2 (longitud del tramo = 6.1 m)

de	a		As (cm2/m)	As parcial	As acum.
9.1	11.7	ϕ10 c/0.15	20.94	54.03	54.03
11.7	15.2	2ϕ10 c/0.15	41.88	146.58	200.61

COMPROBACIÓN DE ARMADURA DISPUESTA (RASANTE SUPERIOR)

ZONA 1 As,est. = **471.2** cm2 (longitud del tramo = 11.1 m)

de	a		As (cm2/m)	As parcial	As acum.
0.0	3.0	(2ϕ10 +Φ12) juntos c/0.15	72.04	216.12	216.12
3.0	7.5	2ϕ10 c/0.15	41.88	188.46	404.58
7.5	11.1	ϕ10 c/0.15	20.94	75.59	480.17

ZONA 2 As,est. = **763.9** cm2 (longitud del tramo = 14.9 m)

de	a		As (cm2/m)	As parcial	As acum.
11.1	18.9	ϕ10 c/0.15	20.94	163.12	163.12
18.9	22.4	2ϕ12 c/0.15	60.32	211.12	374.24
22.4	25.4	(2ϕ16 +ϕ10) juntos c/0.15	128.18	384.54	758.78
25.4	26.0	(2ϕ16 +ϕ10) juntos c/0.15	128.18	76.91	835.69

ZONA 3 As,est. = **458.2** cm2 (longitud del tramo = 9.1 m)

de	a		As (cm2/m)	As parcial	As acum.
0.0	2.5	(2ϕ16 +ϕ10) juntos c/0.15	128.18	320.45	320.45
2.5	6.5	2ϕ10 c/0.15	53.62	214.48	534.93
6.5	9.1	ϕ10 c/0.15	20.94	54.86	589.79
				0.00	589.79

ZONA 4 As,est. = **214.2** cm2 (longitud del tramo = 6.1 m)

de	a		As (cm2/m)	As parcial	As acum.
9.1	10.7	ϕ10 c/0.15	20.94	33.09	33.09
10.7	15.2	2ϕ10 c/0.15	41.88	188.46	221.55

6 CÁLCULO DE REACCIONES

RESUMEN DE REACCIONES. UTE CASTELLBISBAL

Cargas por semitablero

Separación de apoyos 2.1 — TREN UIC 71. SIN COEFICIENTE DE IMPACTO

	Estribo1						Pila						Estribo2 (FIJO)					
	Fx	*Fy*	*Fz*			*Mx*	*Fx*	*Fy*	*Fz*			*Mx*	*Fx*	*Fy*	*Fz*			*Mx*
				Ap. 1	*Ap. 2*					*Ap. 1*	*Ap. 2*					*Ap. 1*	*Ap. 2*	
Peso propio viga			53.7	26.8	26.8	0.0			90.5	45.3	45.3	0.0			30.0	15.0	15.0	0.0
Peso propio losa			57.7	42.9	14.8	29.4			150.7	112.0	38.8	76.9			18.2	13.5	4.7	9.3
Cargas muertas máx			85.0	61.0	23.9	38.9			219.2	146.6	72.5	77.8			27.5	22.8	4.7	18.9
Cargas muertas mín			56.5	49.3	7.2	44.2			145.7	113.8	31.9	85.9			18.3	19.7	-1.4	22.2
ΣCargas perm. tinicial (máx)	9.8		**130.7**	**65.6**	**68.4**	7.8			**303.8**	**156.6**	**154.6**	17.6			**51.3**	**24.4**	**28.2**	
ΣCargas perm. tinfinito (máx)	10.3		**135.2**	**70.1**	**68.4**	7.2			**291.7**	**144.4**	**154.6**	17.5			**58.9**	**32.1**	**28.2**	
ΣCargas perm. tinicial (mín)	8.4		**119.0**	**48.8**	**73.7**	5.8			**271.0**	**115.9**	**162.8**	14.2			**48.2**	**18.3**	**31.4**	
ΣCargas perm. tinfinito (mín)	8.7		**122.4**	**52.2**	**73.7**	5.3			**261.8**	**106.7**	**162.8**	14.1			**54.0**	**24.1**	**31.4**	
Hip. 1 Sc máx			11.0	25.1	-14.1	41.2			26.7	48.9	-22.2	74.6			6.9	14.7	-7.8	23.6
Hip. 2 Sc mín			-0.4	-0.5	0.1	0.6			0.0	0.0	0.0	0.0			-3.5	-3.0	-0.5	2.6
Hip.1 Tren máx 1		10.0	156.5	84.1	72.4	12.3		10.0	314.3	169.2	145.1	25.3		10.0	112.7	60.6	52.1	8.9
Hip.2 Tren máx 2		10.0	160.3	22.2	138.1	121.8		10.0	319.5	74.2	245.3	179.7		10.0	116.4	19.3	97.2	81.8
Hip.3 Tren mín 3		10.0	-6.2	-3.3	-2.9	0.5		10.0	0.0	0.0	0.0	0.0		10.0	-45.5	-24.5	-21.0	3.7
Hip.4 Tren mín 4		10.0	-6.2	-2.0	-4.1	-2.2		10.0	0.0	0.0	0.0	0.0		10.0	-45.5	-21.1	-24.5	3.6
Fre/Arra máximo													119.8					
F. Centrífuga max. v 150		7.3		9.2	-9.2	19.2		14.3		17.9	-17.9	37.6		5.4		6.8	-6.8	14.3
F. Centrífuga max. v 350		21.5		27.0	-27.0	56.7		37.8		47.5	-47.5	99.7		18.4		23.1	-23.1	48.5
Gradiente térmico			12.0	6.1	5.9					-16.6	-16.0	0.0			20.6	10.5	10.1	
Interacción longitudinal													32.8					
Viento transversal c.p.		13.6		14.1	-14.1	29.6		21.5		22.4	-22.4	46.9		7.9		8.2	-8.2	17.3
Viento transv. s.c.+ c.p.		9.7		18.4	-18.4	38.6		15.4		29.2	-29.2	61.3		5.7		10.8	-10.8	22.6

Nota: Se ha considerado el Estribo 2 como el fijo

El apoyo 1 es el que está situado en el lado exterior del semitablero

La distribución de apoyos POT es la siguiente:

Estribo 1: Apoyo 1 multidireccional, Apoyo 2 unidireccional (fijo transversalmente)

Pila 1 :Apoyo 1 multidireccional, Apoyo 2 unidireccional (fijo transversalmente)

Estribo 2: : Apoyo 1 multidireccional, Apoyo 2 unidireccional (fijo transversalmente)

Las cargas transversales se recogerán sólo por uno de los apoyos en cada pila o estribo

Las cargas verticales derivadas del viento y de la fuerza centrífuga pueden ser de signo contrario (por actuar la fuerza en sentido contrario)

La fuerza centrífuga hay que combinarla obligatoriamente con la hip 1 ó hip 2 (tren máximo). El radio considerado para calcularla ha sido de 2760 m

7 LISTADO DE RESULTADOS DE LOS MODELOS DE CÁLCULO

7.1 FASES DE MONTAJE

7.1.1 FASE 1: PES0 PROPIO + PRELOSAS

N U D O S

Nudo	X [M]	Y [M]	Z [M]	Piso
1	0	0	0	0
2	25.4	0	0	0
3	1.5875	0	0	0
4	3.175	0	0	0
5	4.7625	0	0	0
6	6.35	0	0	0
7	7.9375	0	0	0
8	9.525	0	0	0
9	11.1125	0	0	0
10	12.7	0	0	0
11	14.2875	0	0	0
12	15.875	0	0	0
13	17.4625	0	0	0
14	19.05	0	0	0
15	20.6375	0	0	0
16	22.225	0	0	0
17	23.8125	0	0	0
18	26	0	0	0
19	41.2	0	0	0
20	27.52	0	0	0
21	29.04	0	0	0
22	30.56	0	0	0
23	32.08	0	0	0
24	33.6	0	0	0
25	35.12	0	0	0
26	36.64	0	0	0
27	38.16	0	0	0
28	39.68	0	0	0

R E S T R I C C I O N E S

Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
1	0	1	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0	0

V I G A S

Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
1	1	3		C-175 300I	H 500x5000
2	3	4		C-175 300I	H 500x5000
3	4	5		C-175 300I	H 500x5000
4	5	6		C-175 300I	H 500x5000
5	6	7		C-175 300I	H 500x5000
6	7	8		C-175 300I	H 500x5000
7	8	9		C-175 300I	H 500x5000
8	9	10		C-175 300I	H 500x5000
9	10	11		C-175 300I	H 500x5000
10	11	12		C-175 300I	H 500x5000
11	12	13		C-175 300I	H 500x5000
12	13	14		C-175 300I	H 500x5000
13	14	15		C-175 300I	H 500x5000
14	15	16		C-175 300I	H 500x5000
15	16	17		C-175 300I	H 500x5000
16	17	2		C-175 300I	H 500x5000
17	2	18		C-175 300I	H 500x5000
18	18	20		C-175 300I	H 500x5000
19	20	21		C-175 300I	H 500x5000
20	21	22		C-175 300I	H 500x5000
21	22	23		C-175 300I	H 500x5000
22	23	24		C-175 300I	H 500x5000
23	24	25		C-175 300I	H 500x5000
24	25	26		C-175 300I	H 500x5000
25	26	27		C-175 300I	H 500x5000
26	27	28		C-175 300I	H 500x5000

27	28	19					C-175 300I				H 500x5000

A R T I C U L A C I O N E S

Viga	JM3	KM3	JM2	KM2	TOR	JV2	KV2	JV3	KV3	AXI
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUERZA DISTRIBUIDA SOBRE VIGAS

Estado	Viga	Dir.	Valor [Ton/M]
pp	1	Y	-4.22648
	2	Y	-4.22648
	3	Y	-4.22648
	4	Y	-4.22648
	5	Y	-4.22648
	6	Y	-4.22648
	7	Y	-4.22648
	8	Y	-4.22648
	9	Y	-4.22648
	10	Y	-4.22648
	11	Y	-4.22648
	12	Y	-4.22648
	13	Y	-4.22648
	14	Y	-4.22648
	15	Y	-4.22648
	16	Y	-4.22648
	17	Y	-4.22648
	18	Y	-4.22648
	19	Y	-4.22648
	20	Y	-4.22648
	21	Y	-4.22648
	22	Y	-4.22648
	23	Y	-4.22648
	24	Y	-4.22648
	25	Y	-4.22648
	26	Y	-4.22648
	27	Y	-4.22648
PL	1	Y	-1.4
	2	Y	-1.4
	3	Y	-1.4
	4	Y	-1.4
	5	Y	-1.4
	6	Y	-1.4
	7	Y	-1.4
	8	Y	-1.4
	9	Y	-1.4
	10	Y	-1.4
	11	Y	-1.4
	12	Y	-1.4
	13	Y	-1.4
	14	Y	-1.4
	15	Y	-1.4
	16	Y	-1.4
	17	Y	-1.4
	18	Y	-1.4
	19	Y	-1.4
	20	Y	-1.4
	21	Y	-1.4
	22	Y	-1.4
	23	Y	-1.4
	24	Y	-1.4
	25	Y	-1.4
	26	Y	-1.4
	27	Y	-1.4

R E S U L T A D O S D E L A N A L I S I S

Archivo : C:\Amaya\2004\12159 UTE CASTELLBISBAL EL PAPIOL\VIADUCTO 1 (SO3)\AVWIN\INICIAL-300.AVW
Proyecto :
Unidades : Ton-M
Fecha : 09/09/2004
Hora : 8:59:53

Estado PL=PRELOSAS

R E A C C I O N E S

Nudo	FUERZAS [Ton] FX	FY	FZ	MOMENTOS [Ton*M] MX	MY	MZ
Estado pp=Peso Propio						
1	0.00000	53.67628	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
18	0.00000	90.50225	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
19	0.00000	29.95239	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUM	0.00000	174.13092	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Estado PL=PRELOSAS						
1	0.00000	17.78000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
18	0.00000	29.97842	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
19	0.00000	9.92158	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUM	0.00000	57.68000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

V I G A S

E S F U E R Z O S

	M33 [Ton*M]	V2 [Ton]	M22 [Ton*M]	V3 [Ton]
Viga 1				
Estado pp=Peso Propio				
0%	0.00	-53.68	0.00	0.00
16%	14.05	-52.56	0.00	0.00
33%	27.81	-51.44	0.00	0.00
50%	41.27	-50.32	0.00	0.00
66%	54.44	-49.20	0.00	0.00
83%	67.31	-48.08	0.00	0.00
100%	79.89	-46.97	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Estado PL=PRELOSAS				
0%	0.00	-17.78	0.00	0.00
16%	4.66	-17.41	0.00	0.00
33%	9.21	-17.04	0.00	0.00
50%	13.67	-16.67	0.00	0.00
66%	18.03	-16.30	0.00	0.00
83%	22.30	-15.93	0.00	0.00
100%	26.46	-15.56	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 2				
Estado pp=Peso Propio				
0%	79.89	-46.97	0.00	0.00
16%	92.16	-45.85	0.00	0.00
33%	104.15	-44.73	0.00	0.00
50%	115.83	-43.61	0.00	0.00
66%	127.22	-42.49	0.00	0.00
83%	138.32	-41.38	0.00	0.00
100%	149.12	-40.26	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Estado PL=PRELOSAS				
0%	26.46	-15.56	0.00	0.00
16%	30.53	-15.19	0.00	0.00
33%	34.50	-14.82	0.00	0.00
50%	38.37	-14.45	0.00	0.00
66%	42.14	-14.08	0.00	0.00
83%	45.82	-13.71	0.00	0.00
100%	49.40	-13.33	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 3				

Estado pp=Peso Propio				
0%	149.12	-40.26	0.00	0.00
16%	159.62	-39.14	0.00	0.00
33%	169.83	-38.02	0.00	0.00
50%	179.74	-36.90	0.00	0.00
66%	189.36	-35.78	0.00	0.00
83%	198.68	-34.67	0.00	0.00
100%	207.70	-33.55	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Estado PL=PRELOSAS				
0%	49.40	-13.33	0.00	0.00
16%	52.87	-12.96	0.00	0.00
33%	56.26	-12.59	0.00	0.00
50%	59.54	-12.22	0.00	0.00
66%	62.72	-11.85	0.00	0.00
83%	65.81	-11.48	0.00	0.00
100%	68.80	-11.11	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 4				
Estado pp=Peso Propio				
0%	207.70	-33.55	0.00	0.00
16%	216.43	-32.43	0.00	0.00
33%	224.86	-31.31	0.00	0.00
50%	233.00	-30.19	0.00	0.00
66%	240.84	-29.07	0.00	0.00
83%	248.38	-27.96	0.00	0.00
100%	255.63	-26.84	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Estado PL=PRELOSAS				
0%	68.80	-11.11	0.00	0.00
16%	71.69	-10.74	0.00	0.00
33%	74.48	-10.37	0.00	0.00
50%	77.18	-10.00	0.00	0.00
66%	79.78	-9.63	0.00	0.00
83%	82.28	-9.26	0.00	0.00
100%	84.68	-8.89	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 5				
Estado pp=Peso Propio				
0%	255.63	-26.84	0.00	0.00
16%	262.59	-25.72	0.00	0.00
33%	269.24	-24.60	0.00	0.00
50%	275.60	-23.48	0.00	0.00
66%	281.67	-22.37	0.00	0.00
83%	287.44	-21.25	0.00	0.00
100%	292.91	-20.13	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Estado PL=PRELOSAS				
0%	84.68	-8.89	0.00	0.00
16%	86.98	-8.52	0.00	0.00
33%	89.19	-8.15	0.00	0.00
50%	91.29	-7.78	0.00	0.00
66%	93.30	-7.41	0.00	0.00
83%	95.21	-7.04	0.00	0.00
100%	97.03	-6.67	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 6				
Estado pp=Peso Propio				
0%	292.91	-20.13	0.00	0.00
16%	298.09	-19.01	0.00	0.00
33%	302.97	-17.89	0.00	0.00
50%	307.56	-16.77	0.00	0.00
66%	311.85	-15.66	0.00	0.00
83%	315.84	-14.54	0.00	0.00
100%	319.54	-13.42	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Estado PL=PRELOSAS				
0%	97.03	-6.67	0.00	0.00
16%	98.74	-6.30	0.00	0.00
33%	100.36	-5.93	0.00	0.00
50%	101.88	-5.56	0.00	0.00
66%	103.30	-5.19	0.00	0.00
83%	104.62	-4.82	0.00	0.00
100%	105.85	-4.44	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 7				

Estado pp=Peso Propio

0%	319.54	-13.42	0.00	0.00
16%	322.94	-12.30	0.00	0.00
33%	326.05	-11.18	0.00	0.00
50%	328.86	-10.06	0.00	0.00
66%	331.38	-8.95	0.00	0.00
83%	333.60	-7.83	0.00	0.00
100%	335.52	-6.71	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	105.85	-4.44	0.00	0.00
16%	106.97	-4.07	0.00	0.00
33%	108.00	-3.70	0.00	0.00
50%	108.93	-3.33	0.00	0.00
66%	109.77	-2.96	0.00	0.00
83%	110.50	-2.59	0.00	0.00
100%	111.14	-2.22	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 8

Estado pp=Peso Propio

0%	335.52	-6.71	0.00	0.00
16%	337.15	-5.59	0.00	0.00
33%	338.48	-4.47	0.00	0.00
50%	339.51	-3.35	0.00	0.00
66%	340.25	-2.24	0.00	0.00
83%	340.70	-1.12	0.00	0.00
100%	340.84	0.00	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	111.14	-2.22	0.00	0.00
16%	111.68	-1.85	0.00	0.00
33%	112.12	-1.48	0.00	0.00
50%	112.46	-1.11	0.00	0.00
66%	112.71	-0.74	0.00	0.00
83%	112.85	-0.37	0.00	0.00
100%	112.90	0.00	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 9

Estado pp=Peso Propio

0%	340.84	0.00	0.00	0.00
16%	340.70	1.12	0.00	0.00
33%	340.25	2.24	0.00	0.00
50%	339.51	3.35	0.00	0.00
66%	338.48	4.47	0.00	0.00
83%	337.15	5.59	0.00	0.00
100%	335.52	6.71	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	112.90	0.00	0.00	0.00
16%	112.85	0.37	0.00	0.00
33%	112.71	0.74	0.00	0.00
50%	112.46	1.11	0.00	0.00
66%	112.12	1.48	0.00	0.00
83%	111.68	1.85	0.00	0.00
100%	111.14	2.22	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 10

Estado pp=Peso Propio

0%	335.52	6.71	0.00	0.00
16%	333.60	7.83	0.00	0.00
33%	331.38	8.95	0.00	0.00
50%	328.86	10.06	0.00	0.00
66%	326.05	11.18	0.00	0.00
83%	322.94	12.30	0.00	0.00
100%	319.54	13.42	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	111.14	2.22	0.00	0.00
16%	110.50	2.59	0.00	0.00
33%	109.77	2.96	0.00	0.00
50%	108.93	3.33	0.00	0.00
66%	108.00	3.70	0.00	0.00
83%	106.97	4.07	0.00	0.00
100%	105.85	4.45	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 11

Estado pp=Peso Propio

0%	319.54	13.42	0.00	0.00
16%	315.84	14.54	0.00	0.00
33%	311.85	15.66	0.00	0.00
50%	307.56	16.77	0.00	0.00
66%	302.97	17.89	0.00	0.00
83%	298.09	19.01	0.00	0.00
100%	292.91	20.13	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	105.85	4.45	0.00	0.00
16%	104.62	4.82	0.00	0.00
33%	103.30	5.19	0.00	0.00
50%	101.88	5.56	0.00	0.00
66%	100.36	5.93	0.00	0.00
83%	98.74	6.30	0.00	0.00
100%	97.03	6.67	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 12

Estado pp=Peso Propio

0%	292.91	20.13	0.00	0.00
16%	287.44	21.25	0.00	0.00
33%	281.67	22.37	0.00	0.00
50%	275.60	23.48	0.00	0.00
66%	269.24	24.60	0.00	0.00
83%	262.59	25.72	0.00	0.00
100%	255.63	26.84	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	97.03	6.67	0.00	0.00
16%	95.21	7.04	0.00	0.00
33%	93.30	7.41	0.00	0.00
50%	91.29	7.78	0.00	0.00
66%	89.19	8.15	0.00	0.00
83%	86.98	8.52	0.00	0.00
100%	84.68	8.89	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 13

Estado pp=Peso Propio

0%	255.63	26.84	0.00	0.00
16%	248.38	27.96	0.00	0.00
33%	240.84	29.07	0.00	0.00
50%	233.00	30.19	0.00	0.00
66%	224.86	31.31	0.00	0.00
83%	216.43	32.43	0.00	0.00
100%	207.70	33.55	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	84.68	8.89	0.00	0.00
16%	82.28	9.26	0.00	0.00
33%	79.78	9.63	0.00	0.00
50%	77.18	10.00	0.00	0.00
66%	74.48	10.37	0.00	0.00
83%	71.69	10.74	0.00	0.00
100%	68.80	11.11	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 14

Estado pp=Peso Propio

0%	207.70	33.55	0.00	0.00
16%	198.68	34.67	0.00	0.00
33%	189.36	35.78	0.00	0.00
50%	179.74	36.90	0.00	0.00
66%	169.83	38.02	0.00	0.00
83%	159.62	39.14	0.00	0.00
100%	149.12	40.26	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	68.80	11.11	0.00	0.00
16%	65.81	11.48	0.00	0.00
33%	62.72	11.85	0.00	0.00
50%	59.54	12.22	0.00	0.00
66%	56.26	12.59	0.00	0.00
83%	52.87	12.96	0.00	0.00
100%	49.40	13.33	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 15

Estado pp=Peso Propio

0%	149.12	40.26	0.00	0.00
16%	138.32	41.38	0.00	0.00
33%	127.22	42.49	0.00	0.00
50%	115.83	43.61	0.00	0.00
66%	104.15	44.73	0.00	0.00
83%	92.16	45.85	0.00	0.00
100%	79.89	46.97	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	49.40	13.33	0.00	0.00
16%	45.82	13.71	0.00	0.00
33%	42.14	14.08	0.00	0.00
50%	38.37	14.45	0.00	0.00
66%	34.50	14.82	0.00	0.00
83%	30.53	15.19	0.00	0.00
100%	26.46	15.56	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 16

Estado pp=Peso Propio

0%	79.89	46.97	0.00	0.00
16%	67.31	48.08	0.00	0.00
33%	54.44	49.20	0.00	0.00
50%	41.27	50.32	0.00	0.00
66%	27.81	51.44	0.00	0.00
83%	14.05	52.56	0.00	0.00
100%	0.00	53.68	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	26.46	15.56	0.00	0.00
16%	22.30	15.93	0.00	0.00
33%	18.03	16.30	0.00	0.00
50%	13.67	16.67	0.00	0.00
66%	9.21	17.04	0.00	0.00
83%	4.66	17.41	0.00	0.00
100%	0.00	17.78	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 17

Estado pp=Peso Propio

0%	0.00	53.68	0.00	0.00
16%	-5.39	54.10	0.00	0.00
33%	-10.82	54.52	0.00	0.00
50%	-16.29	54.94	0.00	0.00
66%	-21.81	55.37	0.00	0.00
83%	-27.37	55.79	0.00	0.00
100%	-32.97	56.21	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	0.00	17.78	0.00	0.00
16%	-1.78	17.92	0.00	0.00
33%	-3.58	18.06	0.00	0.00
50%	-5.40	18.20	0.00	0.00
66%	-7.22	18.34	0.00	0.00
83%	-9.06	18.48	0.00	0.00
100%	-10.92	18.62	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 18

Estado pp=Peso Propio

0%	-32.97	-34.29	0.00	0.00
16%	-24.42	-33.22	0.00	0.00
33%	-16.14	-32.15	0.00	0.00
50%	-8.13	-31.08	0.00	0.00
66%	-0.39	-30.01	0.00	0.00
83%	7.08	-28.94	0.00	0.00
100%	14.27	-27.87	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	-10.92	-11.36	0.00	0.00
16%	-8.09	-11.00	0.00	0.00
33%	-5.34	-10.65	0.00	0.00
50%	-2.69	-10.29	0.00	0.00
66%	-0.13	-9.94	0.00	0.00
83%	2.34	-9.59	0.00	0.00
100%	4.73	-9.23	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 19

Estado pp=Peso Propio

0%	14.27	-27.87	0.00	0.00
16%	21.20	-26.80	0.00	0.00
33%	27.85	-25.72	0.00	0.00
50%	34.23	-24.65	0.00	0.00
66%	40.34	-23.58	0.00	0.00
83%	46.18	-22.51	0.00	0.00
100%	51.75	-21.44	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	4.73	-9.23	0.00	0.00
16%	7.02	-8.88	0.00	0.00
33%	9.22	-8.52	0.00	0.00
50%	11.34	-8.17	0.00	0.00
66%	13.36	-7.81	0.00	0.00
83%	15.30	-7.46	0.00	0.00
100%	17.14	-7.10	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 20

Estado pp=Peso Propio

0%	51.75	-21.44	0.00	0.00
16%	57.04	-20.37	0.00	0.00
33%	62.07	-19.30	0.00	0.00
50%	66.82	-18.23	0.00	0.00
66%	71.30	-17.16	0.00	0.00
83%	75.51	-16.09	0.00	0.00
100%	79.45	-15.02	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	17.14	-7.10	0.00	0.00
16%	18.89	-6.75	0.00	0.00
33%	20.56	-6.39	0.00	0.00
50%	22.13	-6.04	0.00	0.00
66%	23.62	-5.68	0.00	0.00
83%	25.01	-5.33	0.00	0.00
100%	26.32	-4.97	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 21

Estado pp=Peso Propio

0%	79.45	-15.02	0.00	0.00
16%	83.12	-13.95	0.00	0.00
33%	86.52	-12.88	0.00	0.00
50%	89.65	-11.81	0.00	0.00
66%	92.50	-10.73	0.00	0.00
83%	95.09	-9.66	0.00	0.00
100%	97.40	-8.59	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	26.32	-4.97	0.00	0.00
16%	27.53	-4.62	0.00	0.00
33%	28.66	-4.27	0.00	0.00
50%	29.70	-3.91	0.00	0.00
66%	30.64	-3.56	0.00	0.00
83%	31.50	-3.20	0.00	0.00
100%	32.26	-2.85	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 22

Estado pp=Peso Propio

0%	97.40	-8.59	0.00	0.00
16%	99.44	-7.52	0.00	0.00
33%	101.21	-6.45	0.00	0.00
50%	102.71	-5.38	0.00	0.00
66%	103.94	-4.31	0.00	0.00
83%	104.89	-3.24	0.00	0.00
100%	105.58	-2.17	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	32.26	-2.85	0.00	0.00
16%	32.94	-2.49	0.00	0.00
33%	33.53	-2.14	0.00	0.00
50%	34.02	-1.78	0.00	0.00
66%	34.43	-1.43	0.00	0.00
83%	34.75	-1.07	0.00	0.00
100%	34.97	-0.72	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 23

Estado pp=Peso Propio

0%	105.58	-2.17	0.00	0.00
16%	105.99	-1.10	0.00	0.00
33%	106.13	-0.03	0.00	0.00
50%	106.01	1.04	0.00	0.00
66%	105.61	2.11	0.00	0.00
83%	104.93	3.18	0.00	0.00
100%	103.99	4.26	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	34.97	-0.72	0.00	0.00
16%	35.11	-0.36	0.00	0.00
33%	35.16	-0.01	0.00	0.00
50%	35.11	0.35	0.00	0.00
66%	34.98	0.70	0.00	0.00
83%	34.76	1.05	0.00	0.00
100%	34.45	1.41	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 24

Estado pp=Peso Propio

0%	103.99	4.26	0.00	0.00
16%	102.78	5.33	0.00	0.00
33%	101.29	6.40	0.00	0.00
50%	99.54	7.47	0.00	0.00
66%	97.51	8.54	0.00	0.00
83%	95.21	9.61	0.00	0.00
100%	92.64	10.68	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	34.45	1.41	0.00	0.00
16%	34.04	1.76	0.00	0.00
33%	33.55	2.12	0.00	0.00
50%	32.97	2.47	0.00	0.00
66%	32.30	2.83	0.00	0.00
83%	31.54	3.18	0.00	0.00
100%	30.69	3.54	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 25

Estado pp=Peso Propio

0%	92.64	10.68	0.00	0.00
16%	89.80	11.75	0.00	0.00
33%	86.69	12.82	0.00	0.00
50%	83.30	13.89	0.00	0.00
66%	79.65	14.96	0.00	0.00
83%	75.72	16.03	0.00	0.00
100%	71.53	17.10	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	30.69	3.54	0.00	0.00
16%	29.75	3.89	0.00	0.00
33%	28.71	4.25	0.00	0.00
50%	27.59	4.60	0.00	0.00
66%	26.38	4.96	0.00	0.00
83%	25.08	5.31	0.00	0.00
100%	23.69	5.67	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 26

Estado pp=Peso Propio

0%	71.53	17.10	0.00	0.00
16%	67.06	18.17	0.00	0.00
33%	62.32	19.25	0.00	0.00
50%	57.31	20.32	0.00	0.00
66%	52.02	21.39	0.00	0.00
83%	46.47	22.46	0.00	0.00
100%	40.65	23.53	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	23.69	5.67	0.00	0.00
16%	22.21	6.02	0.00	0.00
33%	20.64	6.37	0.00	0.00
50%	18.98	6.73	0.00	0.00
66%	17.23	7.08	0.00	0.00
83%	15.39	7.44	0.00	0.00
100%	13.46	7.79	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 27

Estado pp=Peso Propio

0%	40.65	23.53	0.00	0.00
16%	34.55	24.60	0.00	0.00
33%	28.18	25.67	0.00	0.00
50%	21.54	26.74	0.00	0.00
66%	14.63	27.81	0.00	0.00
83%	7.45	28.88	0.00	0.00
100%	0.00	29.95	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado PL=PRELOSAS

0%	13.46	7.79	0.00	0.00
16%	11.44	8.15	0.00	0.00
33%	9.34	8.50	0.00	0.00
50%	7.14	8.86	0.00	0.00
66%	4.85	9.21	0.00	0.00
83%	2.47	9.57	0.00	0.00
100%	0.00	9.92	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

7.1.2 FASE 2.EJECUCIÓN DE EMPLAMES. HORMIGONADO DE LOSA EN VANO2 + 5.00 M DE VANO 1

N U D O S

Nudo	X [M]	Y [M]	Z [M]	Piso
1	0	0	0	0
2	25.4	0	0	0
3	1.5875	0	0	0
4	3.175	0	0	0
5	4.7625	0	0	0
6	6.35	0	0	0
7	7.9375	0	0	0
8	9.525	0	0	0
9	11.1125	0	0	0
10	12.7	0	0	0
11	14.2875	0	0	0
12	15.875	0	0	0
13	17.4625	0	0	0
14	19.05	0	0	0
15	20.6375	0	0	0
16	22.225	0	0	0
17	23.8125	0	0	0
18	26	0	0	0
19	41.2	0	0	0
20	27.52	0	0	0
21	29.04	0	0	0
22	30.56	0	0	0
23	32.08	0	0	0
24	33.6	0	0	0
25	35.12	0	0	0
26	36.64	0	0	0
27	38.16	0	0	0
28	39.68	0	0	0

R E S T R I C C I O N E S

Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
1	0	1	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0	0

V I G A S

Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
1	1	3		C-175 300I	H 500x5000
2	3	4		C-175 300I	H 500x5000
3	4	5		C-175 300I	H 500x5000
4	5	6		C-175 300I	H 500x5000
5	6	7		C-175 300I	H 500x5000
6	7	8		C-175 300I	H 500x5000
7	8	9		C-175 300I	H 500x5000
8	9	10		C-175 300I	H 500x5000
9	10	11		C-175 300I	H 500x5000
10	11	12		C-175 300I	H 500x5000
11	12	13		C-175 300I	H 500x5000
12	13	14		C-175 300I	H 500x5000
13	14	15		C-175 300I	H 500x5000
14	15	16		C-175 300I	H 500x5000
15	16	17		C-175 300I	H 500x5000
16	17	2		C-175 300I	H 500x5000
17	2	18		C-175 300I	H 500x5000
18	18	20		C-175 300I	H 500x5000
19	20	21		C-175 300I	H 500x5000
20	21	22		C-175 300I	H 500x5000
21	22	23		C-175 300I	H 500x5000
22	23	24		C-175 300I	H 500x5000
23	24	25		C-175 300I	H 500x5000
24	25	26		C-175 300I	H 500x5000
25	26	27		C-175 300I	H 500x5000

26	27	28	C-175 300I	H 500x5000
27	28	19	C-175 300I	H 500x5000

FUERZA DISTRIBUIDA SOBRE VIGAS

Estado	Viga	Dir.	Valor [Ton/M]
F1	1	Y	0
	2	Y	0
	3	Y	0
	4	Y	0
	5	Y	0
	6	Y	0
	7	Y	0
	8	Y	0
	9	Y	0
	10	Y	0
	11	Y	0
	12	Y	0
	13	Y	0
	14	Y	-3.075
	15	Y	-3.075
	16	Y	-3.075
	17	Y	-3.075
	18	Y	-3.075
	19	Y	-3.075
	20	Y	-3.075
	21	Y	-3.075
	22	Y	-3.075
	23	Y	-3.075
	24	Y	-3.075
	25	Y	-3.075
	26	Y	-3.075
	27	Y	-3.075

R E S U L T A D O S D E L A N A L I S I S

R E A C C I O N E S

Nudo	FUERZAS [Ton] FX	FY	FZ	MOMENTOS [Ton*M] MX	MY	MZ
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2						
1	0.00000	-0.54393	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
18	0.00000	42.74811	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
19	0.00000	19.91082	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUM	0.00000	62.11500	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

V I G A S

E S F U E R Z O S

	M33 [Ton*M]	V2 [Ton]	M22 [Ton*M]	V3 [Ton]
Viga 1				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	0.00	0.54	0.00	0.00
16%	-0.14	0.54	0.00	0.00
33%	-0.29	0.54	0.00	0.00
50%	-0.43	0.54	0.00	0.00
66%	-0.58	0.54	0.00	0.00
83%	-0.72	0.54	0.00	0.00
100%	-0.86	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 2				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-0.86	0.54	0.00	0.00
16%	-1.01	0.54	0.00	0.00
33%	-1.15	0.54	0.00	0.00
50%	-1.30	0.54	0.00	0.00
66%	-1.44	0.54	0.00	0.00
83%	-1.58	0.54	0.00	0.00
100%	-1.73	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 3				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-1.73	0.54	0.00	0.00
16%	-1.87	0.54	0.00	0.00
33%	-2.01	0.54	0.00	0.00
50%	-2.16	0.54	0.00	0.00
66%	-2.30	0.54	0.00	0.00
83%	-2.45	0.54	0.00	0.00
100%	-2.59	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 4				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-2.59	0.54	0.00	0.00
16%	-2.73	0.54	0.00	0.00
33%	-2.88	0.54	0.00	0.00
50%	-3.02	0.54	0.00	0.00
66%	-3.17	0.54	0.00	0.00
83%	-3.31	0.54	0.00	0.00
100%	-3.45	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 5				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-3.45	0.54	0.00	0.00
16%	-3.60	0.54	0.00	0.00
33%	-3.74	0.54	0.00	0.00
50%	-3.89	0.54	0.00	0.00
66%	-4.03	0.54	0.00	0.00
83%	-4.17	0.54	0.00	0.00
100%	-4.32	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 6				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				

0%	-4.32	0.54	0.00	0.00
16%	-4.46	0.54	0.00	0.00
33%	-4.61	0.54	0.00	0.00
50%	-4.75	0.54	0.00	0.00
66%	-4.89	0.54	0.00	0.00
83%	-5.04	0.54	0.00	0.00
100%	-5.18	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 7				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-5.18	0.54	0.00	0.00
16%	-5.32	0.54	0.00	0.00
33%	-5.47	0.54	0.00	0.00
50%	-5.61	0.54	0.00	0.00
66%	-5.76	0.54	0.00	0.00
83%	-5.90	0.54	0.00	0.00
100%	-6.04	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 8				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-6.04	0.54	0.00	0.00
16%	-6.19	0.54	0.00	0.00
33%	-6.33	0.54	0.00	0.00
50%	-6.48	0.54	0.00	0.00
66%	-6.62	0.54	0.00	0.00
83%	-6.76	0.54	0.00	0.00
100%	-6.91	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 9				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-6.91	0.54	0.00	0.00
16%	-7.05	0.54	0.00	0.00
33%	-7.20	0.54	0.00	0.00
50%	-7.34	0.54	0.00	0.00
66%	-7.48	0.54	0.00	0.00
83%	-7.63	0.54	0.00	0.00
100%	-7.77	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 10				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-7.77	0.54	0.00	0.00
16%	-7.92	0.54	0.00	0.00
33%	-8.06	0.54	0.00	0.00
50%	-8.20	0.54	0.00	0.00
66%	-8.35	0.54	0.00	0.00
83%	-8.49	0.54	0.00	0.00
100%	-8.63	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 11				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-8.63	0.54	0.00	0.00
16%	-8.78	0.54	0.00	0.00
33%	-8.92	0.54	0.00	0.00
50%	-9.07	0.54	0.00	0.00
66%	-9.21	0.54	0.00	0.00
83%	-9.35	0.54	0.00	0.00
100%	-9.50	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 12				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-9.50	0.54	0.00	0.00
16%	-9.64	0.54	0.00	0.00
33%	-9.79	0.54	0.00	0.00
50%	-9.93	0.54	0.00	0.00
66%	-10.07	0.54	0.00	0.00
83%	-10.22	0.54	0.00	0.00
100%	-10.36	0.54	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Ton]	Tor: 0.00	[Ton*M]
Viga 13				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2				
0%	-10.36	0.54	0.00	0.00
16%	-10.51	0.54	0.00	0.00
33%	-10.65	0.54	0.00	0.00

50%	-10.79	0.54	0.00	0.00
66%	-10.94	0.54	0.00	0.00
83%	-11.08	0.54	0.00	0.00
100%	-11.23	0.54	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 14
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	-11.23	0.54	0.00	0.00
16%	-11.37	0.54	0.00	0.00
33%	-11.56	1.06	0.00	0.00
50%	-11.94	1.87	0.00	0.00
66%	-12.55	2.68	0.00	0.00
83%	-13.36	3.50	0.00	0.00
100%	-14.40	4.31	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 15
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	-14.40	4.31	0.00	0.00
16%	-15.64	5.12	0.00	0.00
33%	-17.11	5.94	0.00	0.00
50%	-18.79	6.75	0.00	0.00
66%	-20.68	7.57	0.00	0.00
83%	-22.79	8.38	0.00	0.00
100%	-25.11	9.19	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 16
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	-25.11	9.19	0.00	0.00
16%	-27.65	10.01	0.00	0.00
33%	-30.41	10.82	0.00	0.00
50%	-33.38	11.63	0.00	0.00
66%	-36.56	12.45	0.00	0.00
83%	-39.97	13.26	0.00	0.00
100%	-43.58	14.07	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 17
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	-43.58	14.07	0.00	0.00
16%	-45.00	14.38	0.00	0.00
33%	-46.46	14.69	0.00	0.00
50%	-47.94	15.00	0.00	0.00
66%	-49.46	15.30	0.00	0.00
83%	-51.00	15.61	0.00	0.00
100%	-52.58	15.92	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 18
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	-52.58	-26.83	0.00	0.00
16%	-45.88	-26.05	0.00	0.00
33%	-39.38	-25.27	0.00	0.00
50%	-33.08	-24.49	0.00	0.00
66%	-26.97	-23.71	0.00	0.00
83%	-21.06	-22.93	0.00	0.00
100%	-15.35	-22.16	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 19
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	-15.35	-22.16	0.00	0.00
16%	-9.84	-21.38	0.00	0.00
33%	-4.52	-20.60	0.00	0.00
50%	0.60	-19.82	0.00	0.00
66%	5.52	-19.04	0.00	0.00
83%	10.24	-18.26	0.00	0.00
100%	14.77	-17.48	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 20
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	14.77	-17.48	0.00	0.00
16%	19.10	-16.70	0.00	0.00
33%	23.23	-15.92	0.00	0.00
50%	27.17	-15.14	0.00	0.00
66%	30.91	-14.37	0.00	0.00
83%	34.45	-13.59	0.00	0.00

100%	37.79	-12.81	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 21
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	37.79	-12.81	0.00	0.00
16%	40.94	-12.03	0.00	0.00
33%	43.89	-11.25	0.00	0.00
50%	46.64	-10.47	0.00	0.00
66%	49.19	-9.69	0.00	0.00
83%	51.55	-8.91	0.00	0.00
100%	53.71	-8.13	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 22
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	53.71	-8.13	0.00	0.00
16%	55.67	-7.35	0.00	0.00
33%	57.43	-6.58	0.00	0.00
50%	59.00	-5.80	0.00	0.00
66%	60.37	-5.02	0.00	0.00
83%	61.54	-4.24	0.00	0.00
100%	62.52	-3.46	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 23
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	62.52	-3.46	0.00	0.00
16%	63.29	-2.68	0.00	0.00
33%	63.87	-1.90	0.00	0.00
50%	64.26	-1.12	0.00	0.00
66%	64.44	-0.34	0.00	0.00
83%	64.43	0.44	0.00	0.00
100%	64.22	1.21	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 24
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	64.22	1.21	0.00	0.00
16%	63.82	1.99	0.00	0.00
33%	63.21	2.77	0.00	0.00
50%	62.41	3.55	0.00	0.00
66%	61.41	4.33	0.00	0.00
83%	60.22	5.11	0.00	0.00
100%	58.82	5.89	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 25
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	58.82	5.89	0.00	0.00
16%	57.23	6.67	0.00	0.00
33%	55.44	7.45	0.00	0.00
50%	53.46	8.23	0.00	0.00
66%	51.28	9.00	0.00	0.00
83%	48.90	9.78	0.00	0.00
100%	46.32	10.56	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 26
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	46.32	10.56	0.00	0.00
16%	43.55	11.34	0.00	0.00
33%	40.57	12.12	0.00	0.00
50%	37.40	12.90	0.00	0.00
66%	34.04	13.68	0.00	0.00
83%	30.47	14.46	0.00	0.00
100%	26.71	15.24	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 27
Estado F1=LOSA FASE 1 EN PILA + v2

0%	26.71	15.24	0.00	0.00
16%	22.75	16.02	0.00	0.00
33%	18.60	16.79	0.00	0.00
50%	14.24	17.57	0.00	0.00
66%	9.69	18.35	0.00	0.00
83%	4.95	19.13	0.00	0.00
100%	0.00	19.91	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

7.1.3 FASE 3. HORMIGONADO DE RESTO DE LOSA I

N U D O S

Nudo	X [M]	Y [M]	Z [M]	Piso
1	0	0	0	0
2	25.4	0	0	0
3	1.5875	0	0	0
4	3.175	0	0	0
5	4.7625	0	0	0
6	6.35	0	0	0
7	7.9375	0	0	0
8	9.525	0	0	0
9	11.1125	0	0	0
10	12.7	0	0	0
11	14.2875	0	0	0
12	15.875	0	0	0
13	17.4625	0	0	0
14	19.05	0	0	0
15	20.6375	0	0	0
16	22.225	0	0	0
17	23.8125	0	0	0
18	26	0	0	0
19	41.2	0	0	0
20	27.52	0	0	0
21	29.04	0	0	0
22	30.56	0	0	0
23	32.08	0	0	0
24	33.6	0	0	0
25	35.12	0	0	0
26	36.64	0	0	0
27	38.16	0	0	0
28	39.68	0	0	0

R E S T R I C C I O N E S

Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
1	0	1	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0	0

V I G A S

Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
1	1	3		C-175 300I	H 500x5000
2	3	4		C-175 300I	H 500x5000
3	4	5		C-175 300I	H 500x5000
4	5	6		C-175 300I	H 500x5000
5	6	7		C-175 300I	H 500x5000
6	7	8		C-175 300I	H 500x5000
7	8	9		C-175 300I	H 500x5000
8	9	10		C-175 300I	H 500x5000
9	10	11		C-175 300I	H 500x5000
10	11	12		C-175 300I	H 500x5000
11	12	13		C-175 300I	H 500x5000
12	13	14		C-175 300I	H 500x5000
13	14	15		C-175 300I	H 500x5000
14	15	16		C-175 300SF	H 500x5000
15	16	17		C-175 300SF	H 500x5000
16	17	2		C-175 300SF	H 500x5000
17	2	18		C-175 300SF	H 500x5000
18	18	20		C-175 300SF	H 500x5000
19	20	21		C-175 300SF	H 500x5000
20	21	22		C-175 300SF	H 500x5000
21	22	23		C-175 300SF	H 500x5000
22	23	24		C-175 300SF	H 500x5000
23	24	25		C-175 300SF	H 500x5000
24	25	26		C-175 300SF	H 500x5000
25	26	27		C-175 300SF	H 500x5000
26	27	28		C-175 300SF	H 500x5000
27	28	19		C-175 300SF	H 500x5000

FUERZA DISTRIBUIDA SOBRE VIGAS

Estado	Viga	Dir.	Valor [Ton/M]
F1	1	Y	-3.075
	2	Y	-3.075
	3	Y	-3.075
	4	Y	-3.075
	5	Y	-3.075
	6	Y	-3.075
	7	Y	-3.075
	8	Y	-3.075
	9	Y	-3.075
	10	Y	-3.075
	11	Y	-3.075
	12	Y	-3.075
	13	Y	-3.075
	14	Y	-3.075
	15	Y	0
	16	Y	0
	17	Y	0
	18	Y	0
	19	Y	0
	20	Y	0
	21	Y	0
	22	Y	0
	23	Y	0
	24	Y	0
	25	Y	0
	26	Y	0
	27	Y	0

R E S U L T A D O S D E L A N A L I S I S

R E A C C I O N E S

Nudo	FUERZAS [Ton] FX	FY	FZ	MOMENTOS [Ton*M] MX	MY	MZ
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto						
1	0.00000	28.85037	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
18	0.00000	52.22482	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
19	0.00000	-16.50019	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUM	0.00000	64.57500	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

V I G A S

E S F U E R Z O S

	M33 [Ton*M]	V2 [Ton]	M22 [Ton*M]	V3 [Ton]
Viga 1				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	0.00	-28.85	0.00	0.00
16%	7.53	-28.04	0.00	0.00
33%	14.84	-27.22	0.00	0.00
50%	21.93	-26.41	0.00	0.00
66%	28.81	-25.60	0.00	0.00
83%	35.48	-24.78	0.00	0.00
100%	41.93	-23.97	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 2				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	41.93	-23.97	0.00	0.00
16%	48.16	-23.16	0.00	0.00
33%	54.18	-22.34	0.00	0.00
50%	59.98	-21.53	0.00	0.00
66%	65.57	-20.71	0.00	0.00
83%	70.94	-19.90	0.00	0.00
100%	76.10	-19.09	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 3				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	76.10	-19.09	0.00	0.00
16%	81.04	-18.27	0.00	0.00
33%	85.77	-17.46	0.00	0.00
50%	90.28	-16.65	0.00	0.00
66%	94.58	-15.83	0.00	0.00
83%	98.66	-15.02	0.00	0.00
100%	102.53	-14.21	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 4				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	102.53	-14.21	0.00	0.00
16%	106.18	-13.39	0.00	0.00
33%	109.61	-12.58	0.00	0.00
50%	112.83	-11.76	0.00	0.00
66%	115.84	-10.95	0.00	0.00
83%	118.63	-10.14	0.00	0.00
100%	121.20	-9.32	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 5				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	121.20	-9.32	0.00	0.00
16%	123.56	-8.51	0.00	0.00
33%	125.71	-7.70	0.00	0.00
50%	127.64	-6.88	0.00	0.00
66%	129.35	-6.07	0.00	0.00
83%	130.85	-5.26	0.00	0.00
100%	132.13	-4.44	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 6				

Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	132.13	-4.44	0.00	0.00
16%	133.20	-3.63	0.00	0.00
33%	134.05	-2.82	0.00	0.00
50%	134.69	-2.00	0.00	0.00
66%	135.11	-1.19	0.00	0.00
83%	135.32	-0.37	0.00	0.00
100%	135.31	0.44	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 7				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	135.31	0.44	0.00	0.00
16%	135.09	1.25	0.00	0.00
33%	134.65	2.07	0.00	0.00
50%	133.99	2.88	0.00	0.00
66%	133.12	3.69	0.00	0.00
83%	132.04	4.51	0.00	0.00
100%	130.74	5.32	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 8				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	130.74	5.32	0.00	0.00
16%	129.22	6.13	0.00	0.00
33%	127.49	6.95	0.00	0.00
50%	125.55	7.76	0.00	0.00
66%	123.38	8.57	0.00	0.00
83%	121.01	9.39	0.00	0.00
100%	118.42	10.20	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 9				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	118.42	10.20	0.00	0.00
16%	115.61	11.02	0.00	0.00
33%	112.59	11.83	0.00	0.00
50%	109.35	12.64	0.00	0.00
66%	105.90	13.46	0.00	0.00
83%	102.23	14.27	0.00	0.00
100%	98.35	15.08	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 10				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	98.35	15.08	0.00	0.00
16%	94.25	15.90	0.00	0.00
33%	89.93	16.71	0.00	0.00
50%	85.40	17.52	0.00	0.00
66%	80.66	18.34	0.00	0.00
83%	75.70	19.15	0.00	0.00
100%	70.53	19.97	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 11				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	70.53	19.97	0.00	0.00
16%	65.14	20.78	0.00	0.00
33%	59.53	21.59	0.00	0.00
50%	53.71	22.41	0.00	0.00
66%	47.67	23.22	0.00	0.00
83%	41.42	24.03	0.00	0.00
100%	34.96	24.85	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 12				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	34.96	24.85	0.00	0.00
16%	28.27	25.66	0.00	0.00
33%	21.38	26.47	0.00	0.00
50%	14.27	27.29	0.00	0.00
66%	6.94	28.10	0.00	0.00
83%	-0.61	28.91	0.00	0.00
100%	-8.36	29.73	0.00	0.00
Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]				
Viga 13				
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto				
0%	-8.36	29.73	0.00	0.00
16%	-16.34	30.54	0.00	0.00

33%	-24.52	31.36	0.00	0.00
50%	-32.93	32.17	0.00	0.00
66%	-41.55	32.98	0.00	0.00
83%	-50.38	33.80	0.00	0.00
100%	-59.43	34.61	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 14
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-59.43	34.61	0.00	0.00
16%	-68.70	35.42	0.00	0.00
33%	-78.13	35.72	0.00	0.00
50%	-87.59	35.72	0.00	0.00
66%	-97.04	35.72	0.00	0.00
83%	-106.49	35.72	0.00	0.00
100%	-115.94	35.72	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 15
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-115.94	35.72	0.00	0.00
16%	-125.39	35.72	0.00	0.00
33%	-134.85	35.72	0.00	0.00
50%	-144.30	35.72	0.00	0.00
66%	-153.75	35.72	0.00	0.00
83%	-163.20	35.72	0.00	0.00
100%	-172.66	35.72	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 16
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-172.66	35.72	0.00	0.00
16%	-182.11	35.72	0.00	0.00
33%	-191.56	35.72	0.00	0.00
50%	-201.01	35.72	0.00	0.00
66%	-210.46	35.72	0.00	0.00
83%	-219.92	35.72	0.00	0.00
100%	-229.37	35.72	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 17
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-229.37	35.72	0.00	0.00
16%	-232.94	35.72	0.00	0.00
33%	-236.51	35.72	0.00	0.00
50%	-240.09	35.72	0.00	0.00
66%	-243.66	35.72	0.00	0.00
83%	-247.23	35.72	0.00	0.00
100%	-250.80	35.72	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 18
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-250.80	-16.50	0.00	0.00
16%	-246.62	-16.50	0.00	0.00
33%	-242.44	-16.50	0.00	0.00
50%	-238.26	-16.50	0.00	0.00
66%	-234.08	-16.50	0.00	0.00
83%	-229.90	-16.50	0.00	0.00
100%	-225.72	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 19
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-225.72	-16.50	0.00	0.00
16%	-221.54	-16.50	0.00	0.00
33%	-217.36	-16.50	0.00	0.00
50%	-213.18	-16.50	0.00	0.00
66%	-209.00	-16.50	0.00	0.00
83%	-204.82	-16.50	0.00	0.00
100%	-200.64	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 20
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-200.64	-16.50	0.00	0.00
16%	-196.46	-16.50	0.00	0.00
33%	-192.28	-16.50	0.00	0.00
50%	-188.10	-16.50	0.00	0.00
66%	-183.92	-16.50	0.00	0.00

83%	-179.74	-16.50	0.00	0.00
100%	-175.56	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 21
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-175.56	-16.50	0.00	0.00
16%	-171.38	-16.50	0.00	0.00
33%	-167.20	-16.50	0.00	0.00
50%	-163.02	-16.50	0.00	0.00
66%	-158.84	-16.50	0.00	0.00
83%	-154.66	-16.50	0.00	0.00
100%	-150.48	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 22
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-150.48	-16.50	0.00	0.00
16%	-146.30	-16.50	0.00	0.00
33%	-142.12	-16.50	0.00	0.00
50%	-137.94	-16.50	0.00	0.00
66%	-133.76	-16.50	0.00	0.00
83%	-129.58	-16.50	0.00	0.00
100%	-125.40	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 23
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-125.40	-16.50	0.00	0.00
16%	-121.22	-16.50	0.00	0.00
33%	-117.04	-16.50	0.00	0.00
50%	-112.86	-16.50	0.00	0.00
66%	-108.68	-16.50	0.00	0.00
83%	-104.50	-16.50	0.00	0.00
100%	-100.32	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 24
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-100.32	-16.50	0.00	0.00
16%	-96.14	-16.50	0.00	0.00
33%	-91.96	-16.50	0.00	0.00
50%	-87.78	-16.50	0.00	0.00
66%	-83.60	-16.50	0.00	0.00
83%	-79.42	-16.50	0.00	0.00
100%	-75.24	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 25
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-75.24	-16.50	0.00	0.00
16%	-71.06	-16.50	0.00	0.00
33%	-66.88	-16.50	0.00	0.00
50%	-62.70	-16.50	0.00	0.00
66%	-58.52	-16.50	0.00	0.00
83%	-54.34	-16.50	0.00	0.00
100%	-50.16	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 26
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-50.16	-16.50	0.00	0.00
16%	-45.98	-16.50	0.00	0.00
33%	-41.80	-16.50	0.00	0.00
50%	-37.62	-16.50	0.00	0.00
66%	-33.44	-16.50	0.00	0.00
83%	-29.26	-16.50	0.00	0.00
100%	-25.08	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 27
Estado F1=LOSA FASE 1 EN resto

0%	-25.08	-16.50	0.00	0.00
16%	-20.90	-16.50	0.00	0.00
33%	-16.72	-16.50	0.00	0.00
50%	-12.54	-16.50	0.00	0.00
66%	-8.36	-16.50	0.00	0.00
83%	-4.18	-16.50	0.00	0.00
100%	0.00	-16.50	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

7.1.4 FASE 4. HORMIGONADO DE RESTO DE LOSA EN FASE II

D A T O S

Archivo : C:\Amaya\2004\12159 UTE CASTELLBISBAL EL PAPIOL\VIADUCTO 1 (SO3)\AVWIN\F2-300.AVW
Proyecto :
Unidades : Ton-M
Fecha : 09/09/2004
Hora : 9:13:19

N U D O S

Nudo	X [M]	Y [M]	Z [M]	Piso
1	0	0	0	0
2	25.4	0	0	0
3	1.5875	0	0	0
4	3.175	0	0	0
5	4.7625	0	0	0
6	6.35	0	0	0
7	7.9375	0	0	0
8	9.525	0	0	0
9	11.1125	0	0	0
10	12.7	0	0	0
11	14.2875	0	0	0
12	15.875	0	0	0
13	17.4625	0	0	0
14	19.05	0	0	0
15	20.6375	0	0	0
16	22.225	0	0	0
17	23.8125	0	0	0
18	26	0	0	0
19	41.2	0	0	0
20	27.52	0	0	0
21	29.04	0	0	0
22	30.56	0	0	0
23	32.08	0	0	0
24	33.6	0	0	0
25	35.12	0	0	0
26	36.64	0	0	0
27	38.16	0	0	0
28	39.68	0	0	0

R E S T R I C C I O N E S

Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
1	0	1	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0	0

V I G A S

Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
1	1	3		C-175 300SF	H 500x5000
2	3	4		C-175 300SF	H 500x5000
3	4	5		C-175 300SF	H 500x5000
4	5	6		C-175 300SF	H 500x5000
5	6	7		C-175 300SF	H 500x5000
6	7	8		C-175 300SF	H 500x5000
7	8	9		C-175 300SF	H 500x5000
8	9	10		C-175 300SF	H 500x5000
9	10	11		C-175 300SF	H 500x5000
10	11	12		C-175 300SF	H 500x5000
11	12	13		C-175 300SF	H 500x5000
12	13	14		C-175 300SF	H 500x5000
13	14	15		C-175 300SF	H 500x5000
14	15	16		C-175 300SF	H 500x5000
15	16	17		C-175 300SF	H 500x5000
16	17	2		C-175 300SF	H 500x5000
17	2	18		C-175 300SF	H 500x5000
18	18	20		C-175 300SF	H 500x5000
19	20	21		C-175 300SF	H 500x5000

20	21	22	C-175 300SF	H 500x5000
21	22	23	C-175 300SF	H 500x5000
22	23	24	C-175 300SF	H 500x5000
23	24	25	C-175 300SF	H 500x5000
24	25	26	C-175 300SF	H 500x5000
25	26	27	C-175 300SF	H 500x5000
26	27	28	C-175 300SF	H 500x5000
27	28	19	C-175 300SF	H 500x5000

FUERZA DISTRIBUIDA SOBRE VIGAS

Estado	Viga	Dir.	Valor [Ton/M]
F2	1	Y	-1.025
	2	Y	-1.025
	3	Y	-1.025
	4	Y	-1.025
	5	Y	-1.025
	6	Y	-1.025
	7	Y	-1.025
	8	Y	-1.025
	9	Y	-1.025
	10	Y	-1.025
	11	Y	-1.025
	12	Y	-1.025
	13	Y	-1.025
	14	Y	-1.025
	15	Y	-1.025
	16	Y	-1.025
	17	Y	-1.025
	18	Y	-1.025
	19	Y	-1.025
	20	Y	-1.025
	21	Y	-1.025
	22	Y	-1.025
	23	Y	-1.025
	24	Y	-1.025
	25	Y	-1.025
	26	Y	-1.025
	27	Y	-1.025

R E S U L T A D O S D E L A N A L I S I S

R E A C C I O N E S

Nudo	FUERZAS [Ton] FX	FY	FZ	MOMENTOS [Ton*M] MX	MY	MZ
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO						
1	0.00000	10.80271	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
18	0.00000	27.95173	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
19	0.00000	3.47556	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUM	0.00000	42.23000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

V I G A S

E S F U E R Z O S

	M33 [Ton*M]	V2 [Ton]	M22 [Ton*M]	V3 [Ton]
Viga 1				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	0.00	-10.80	0.00	0.00
16%	2.82	-10.53	0.00	0.00
33%	5.57	-10.26	0.00	0.00
50%	8.25	-9.99	0.00	0.00
66%	10.86	-9.72	0.00	0.00
83%	13.39	-9.45	0.00	0.00
100%	15.86	-9.18	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 2				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	15.86	-9.18	0.00	0.00
16%	18.25	-8.90	0.00	0.00
33%	20.57	-8.63	0.00	0.00
50%	22.82	-8.36	0.00	0.00
66%	24.99	-8.09	0.00	0.00
83%	27.10	-7.82	0.00	0.00
100%	29.13	-7.55	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 3				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	29.13	-7.55	0.00	0.00
16%	31.09	-7.28	0.00	0.00
33%	32.98	-7.01	0.00	0.00
50%	34.80	-6.73	0.00	0.00
66%	36.55	-6.46	0.00	0.00
83%	38.22	-6.19	0.00	0.00
100%	39.82	-5.92	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 4				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	39.82	-5.92	0.00	0.00
16%	41.35	-5.65	0.00	0.00
33%	42.81	-5.38	0.00	0.00
50%	44.20	-5.11	0.00	0.00
66%	45.52	-4.84	0.00	0.00
83%	46.76	-4.57	0.00	0.00
100%	47.93	-4.29	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 5				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	47.93	-4.29	0.00	0.00
16%	49.03	-4.02	0.00	0.00
33%	50.06	-3.75	0.00	0.00
50%	51.02	-3.48	0.00	0.00
66%	51.90	-3.21	0.00	0.00
83%	52.72	-2.94	0.00	0.00
100%	53.46	-2.67	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 6				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	53.46	-2.67	0.00	0.00

16%	54.13	-2.40	0.00	0.00
33%	54.72	-2.12	0.00	0.00
50%	55.25	-1.85	0.00	0.00
66%	55.71	-1.58	0.00	0.00
83%	56.09	-1.31	0.00	0.00
100%	56.40	-1.04	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 7				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	56.40	-1.04	0.00	0.00
16%	56.64	-0.77	0.00	0.00
33%	56.81	-0.50	0.00	0.00
50%	56.90	-0.23	0.00	0.00
66%	56.93	0.05	0.00	0.00
83%	56.88	0.32	0.00	0.00
100%	56.76	0.59	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 8				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	56.76	0.59	0.00	0.00
16%	56.57	0.86	0.00	0.00
33%	56.30	1.13	0.00	0.00
50%	55.97	1.40	0.00	0.00
66%	55.56	1.67	0.00	0.00
83%	55.08	1.94	0.00	0.00
100%	54.53	2.21	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 9				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	54.53	2.21	0.00	0.00
16%	53.91	2.49	0.00	0.00
33%	53.22	2.76	0.00	0.00
50%	52.45	3.03	0.00	0.00
66%	51.62	3.30	0.00	0.00
83%	50.71	3.57	0.00	0.00
100%	49.73	3.84	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 10				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	49.73	3.84	0.00	0.00
16%	48.67	4.11	0.00	0.00
33%	47.55	4.38	0.00	0.00
50%	46.35	4.66	0.00	0.00
66%	45.09	4.93	0.00	0.00
83%	43.75	5.20	0.00	0.00
100%	42.34	5.47	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 11				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	42.34	5.47	0.00	0.00
16%	40.85	5.74	0.00	0.00
33%	39.30	6.01	0.00	0.00
50%	37.67	6.28	0.00	0.00
66%	35.97	6.55	0.00	0.00
83%	34.20	6.83	0.00	0.00
100%	32.36	7.10	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 12				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	32.36	7.10	0.00	0.00
16%	30.45	7.37	0.00	0.00
33%	28.46	7.64	0.00	0.00
50%	26.41	7.91	0.00	0.00
66%	24.28	8.18	0.00	0.00
83%	22.08	8.45	0.00	0.00
100%	19.80	8.72	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Viga 13				
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO				
0%	19.80	8.72	0.00	0.00
16%	17.46	8.99	0.00	0.00
33%	15.04	9.27	0.00	0.00
50%	12.56	9.54	0.00	0.00

66%	10.00	9.81	0.00	0.00
83%	7.37	10.08	0.00	0.00
100%	4.66	10.35	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 14
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	4.66	10.35	0.00	0.00
16%	1.89	10.62	0.00	0.00
33%	-0.96	10.89	0.00	0.00
50%	-3.87	11.16	0.00	0.00
66%	-6.86	11.44	0.00	0.00
83%	-9.93	11.71	0.00	0.00
100%	-13.06	11.98	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 15
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-13.06	11.98	0.00	0.00
16%	-16.26	12.25	0.00	0.00
33%	-19.54	12.52	0.00	0.00
50%	-22.89	12.79	0.00	0.00
66%	-26.31	13.06	0.00	0.00
83%	-29.80	13.33	0.00	0.00
100%	-33.37	13.61	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 16
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-33.37	13.61	0.00	0.00
16%	-37.00	13.88	0.00	0.00
33%	-40.71	14.15	0.00	0.00
50%	-44.49	14.42	0.00	0.00
66%	-48.34	14.69	0.00	0.00
83%	-52.26	14.96	0.00	0.00
100%	-56.26	15.23	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 17
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-56.26	15.23	0.00	0.00
16%	-57.78	15.33	0.00	0.00
33%	-59.32	15.44	0.00	0.00
50%	-60.87	15.54	0.00	0.00
66%	-62.43	15.64	0.00	0.00
83%	-64.00	15.74	0.00	0.00
100%	-65.58	15.85	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 18
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-65.58	-12.10	0.00	0.00
16%	-62.55	-11.84	0.00	0.00
33%	-59.58	-11.59	0.00	0.00
50%	-56.68	-11.33	0.00	0.00
66%	-53.84	-11.07	0.00	0.00
83%	-51.07	-10.81	0.00	0.00
100%	-48.36	-10.55	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 19
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-48.36	-10.55	0.00	0.00
16%	-45.73	-10.29	0.00	0.00
33%	-43.15	-10.03	0.00	0.00
50%	-40.65	-9.77	0.00	0.00
66%	-38.20	-9.51	0.00	0.00
83%	-35.83	-9.25	0.00	0.00
100%	-33.52	-8.99	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 20
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-33.52	-8.99	0.00	0.00
16%	-31.27	-8.73	0.00	0.00
33%	-29.10	-8.47	0.00	0.00
50%	-26.98	-8.21	0.00	0.00
66%	-24.94	-7.95	0.00	0.00
83%	-22.96	-7.69	0.00	0.00
100%	-21.04	-7.43	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 21
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-21.04	-7.43	0.00	0.00
16%	-19.19	-7.17	0.00	0.00
33%	-17.41	-6.91	0.00	0.00
50%	-15.69	-6.65	0.00	0.00
66%	-14.04	-6.39	0.00	0.00
83%	-12.45	-6.13	0.00	0.00
100%	-10.93	-5.87	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 22
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-10.93	-5.87	0.00	0.00
16%	-9.47	-5.61	0.00	0.00
33%	-8.09	-5.35	0.00	0.00
50%	-6.76	-5.09	0.00	0.00
66%	-5.51	-4.83	0.00	0.00
83%	-4.31	-4.57	0.00	0.00
100%	-3.19	-4.31	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 23
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	-3.19	-4.31	0.00	0.00
16%	-2.13	-4.05	0.00	0.00
33%	-1.13	-3.80	0.00	0.00
50%	-0.20	-3.54	0.00	0.00
66%	0.66	-3.28	0.00	0.00
83%	1.45	-3.02	0.00	0.00
100%	2.19	-2.76	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 24
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	2.19	-2.76	0.00	0.00
16%	2.85	-2.50	0.00	0.00
33%	3.45	-2.24	0.00	0.00
50%	3.98	-1.98	0.00	0.00
66%	4.45	-1.72	0.00	0.00
83%	4.86	-1.46	0.00	0.00
100%	5.19	-1.20	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 25
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	5.19	-1.20	0.00	0.00
16%	5.46	-0.94	0.00	0.00
33%	5.67	-0.68	0.00	0.00
50%	5.81	-0.42	0.00	0.00
66%	5.88	-0.16	0.00	0.00
83%	5.89	0.10	0.00	0.00
100%	5.83	0.36	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 26
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	5.83	0.36	0.00	0.00
16%	5.71	0.62	0.00	0.00
33%	5.52	0.88	0.00	0.00
50%	5.26	1.14	0.00	0.00
66%	4.94	1.40	0.00	0.00
83%	4.55	1.66	0.00	0.00
100%	4.10	1.92	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 27
Estado F2=LOSA FASE 2 A TODO

0%	4.10	1.92	0.00	0.00
16%	3.58	2.18	0.00	0.00
33%	3.00	2.44	0.00	0.00
50%	2.35	2.70	0.00	0.00
66%	1.63	2.96	0.00	0.00
83%	0.85	3.22	0.00	0.00
100%	0.00	3.48	0.00	0.00

Axial: 0.00 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

7.2 RESTO DE CARGAS EXTERIORES

Datos de la estructura

Luz de cálculo (m)	:	41.200
Ancho (m)	:	7.000
Esviaje (g)	:	100.000
Dist. Eje Viga inf. a ext. tablero (m)	:	4.350
Dist. Eje Viga sup. a ext. tablero (m)	:	2.650
Ancho acera inferior (m)	:	2.000
Ancho acera superior (m)	:	0.000
Dist. Eje Barrera a ext. tablero (m)	:	0.000
Espesor de la losa (m)	:	0.310
N° de vías	:	1.000
Ancho de la vía (m)	:	1.435
Ripado (m)	:	0.380

Datos de las vigas

Viga	Tipo	Canto (m)	Area (m²)	Peso (t/m)	Va (m)	Inercia (m4)
1	C-175/300	1.750	1.594897	4.2265	1.1483	0.503128

Acciones sobre la estructura

Peso balasto (t/m²)	:	1.41
Peso de las aceras (t/m²)	:	0.000
Peso Barrera inferior (t/m)	:	1.000
Peso Barrera superior (t/m)	:	0.000
Peso total ejes tren (t)	:	100.000
Sobrecarga uniforme (t/m)	:	8.000
Sobrecarga en aceras (t/m²)	:	0.500
Coeficiente de clasificación	:	1.210
Coeficiente de impacto	:	1.120
Dif. Temperatura (S.C. Térmica)	:	10.000

Datos del Emparrillado

Datos de Nudos

Nudo	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.000
2	-0.000	2.530
3	-0.000	3.300
4	-0.000	4.350
5	-0.000	5.400
6	-0.000	6.170
7	-0.000	7.000
8	1.587	0.000
9	1.587	2.530
10	1.587	6.170
11	1.587	7.000
12	3.175	0.000
13	3.175	2.530
14	3.175	6.170
15	3.175	7.000
16	4.762	0.000
17	4.762	2.530
18	4.762	6.170
19	4.762	7.000
20	6.350	0.000
21	6.350	2.530
22	6.350	6.170
23	6.350	7.000
24	7.938	0.000
25	7.938	2.530
26	7.938	6.170
27	7.938	7.000
28	9.525	0.000
29	9.525	2.530
30	9.525	6.170
31	9.525	7.000
32	11.113	0.000
33	11.113	2.530
34	11.113	6.170
35	11.113	7.000
36	12.700	0.000

37	12.700	2.530
38	12.700	6.170
39	12.700	7.000
40	14.288	0.000
41	14.288	2.530
42	14.288	6.170
43	14.288	7.000
44	15.875	0.000
45	15.875	2.530
46	15.875	6.170
47	15.875	7.000
48	17.463	0.000
49	17.463	2.530
50	17.463	6.170
51	17.463	7.000
52	19.050	0.000
53	19.050	2.530
54	19.050	6.170
55	19.050	7.000
56	20.637	0.000
57	20.637	2.530
58	20.637	6.170
59	20.637	7.000
60	22.225	0.000
61	22.225	2.530
62	22.225	6.170
63	22.225	7.000
64	23.812	0.000
65	23.812	2.530
66	23.812	6.170
67	23.812	7.000
68	25.400	0.000
69	25.400	2.530
70	25.400	6.170
71	25.400	7.000
72	26.000	0.000
73	26.000	2.530
74	26.000	3.300
75	26.000	5.400
76	26.000	6.170

77	26.000	7.000
78	27.520	0.000
79	27.520	2.530
80	27.520	6.170
81	27.520	7.000
82	29.040	0.000
83	29.040	2.530
84	29.040	6.170
85	29.040	7.000
86	30.560	0.000
87	30.560	2.530
88	30.560	6.170
89	30.560	7.000
90	32.080	0.000
91	32.080	2.530
92	32.080	6.170
93	32.080	7.000
94	33.600	0.000
95	33.600	2.530
96	33.600	6.170
97	33.600	7.000
98	35.120	0.000
99	35.120	2.530
100	35.120	6.170
101	35.120	7.000
102	36.640	0.000
103	36.640	2.530
104	36.640	6.170
105	36.640	7.000
106	38.160	0.000
107	38.160	2.530
108	38.160	6.170
109	38.160	7.000
110	39.680	0.000
111	39.680	2.530
112	39.680	6.170
113	39.680	7.000
114	41.200	0.000
115	41.200	2.530
116	41.200	3.300

117	41.200	4.350
118	41.200	5.400
119	41.200	6.170
120	41.200	7.000

Datos de Barras

Barra	Nudo I	Nudo J	Ancho (m)	Iflex (m4)	Jtor (m4)	Area(m2)
1	1	8	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
2	8	12	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
3	12	16	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
4	16	20	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
5	20	24	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
6	24	28	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
7	28	32	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
8	32	36	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
9	36	40	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
10	40	44	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
11	44	48	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
12	48	52	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
13	52	56	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
14	56	60	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
15	60	64	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
16	64	68	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
17	68	72	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
18	72	78	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
19	78	82	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
20	82	86	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
21	86	90	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
22	90	94	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
23	94	98	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
24	98	102	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
25	102	106	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
26	106	110	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
27	110	114	1.265	0.002602	0.008471	0.324944
28	2	9	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
29	9	13	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
30	13	17	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
31	17	21	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
32	21	25	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
33	25	29	3.085	0.935752	0.444709	1.589902

34	29	33	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
35	33	37	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
36	37	41	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
37	41	45	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
38	45	49	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
39	49	53	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
40	53	57	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
41	57	61	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
42	61	65	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
43	65	69	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
44	69	73	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
45	73	79	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
46	79	83	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
47	83	87	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
48	87	91	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
49	91	95	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
50	95	99	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
51	99	103	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
52	103	107	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
53	107	111	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
54	111	115	3.085	0.935752	0.444709	1.589902
55	6	10	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
56	10	14	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
57	14	18	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
58	18	22	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
59	22	26	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
60	26	30	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
61	30	34	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
62	34	38	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
63	38	42	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
64	42	46	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
65	46	50	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
66	50	54	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
67	54	58	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
68	58	62	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
69	62	66	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
70	66	70	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
71	70	76	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
72	76	80	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
73	80	84	2.235	0.852057	0.444709	1.371560

74	84	88	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
75	88	92	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
76	92	96	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
77	96	100	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
78	100	104	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
79	104	108	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
80	108	112	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
81	112	119	2.235	0.852057	0.444709	1.371560
82	7	11	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
83	11	15	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
84	15	19	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
85	19	23	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
86	23	27	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
87	27	31	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
88	31	35	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
89	35	39	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
90	39	43	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
91	43	47	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
92	47	51	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
93	51	55	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
94	55	59	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
95	59	63	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
96	63	67	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
97	67	71	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
98	71	77	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
99	77	81	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
100	81	85	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
101	85	89	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
102	89	93	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
103	93	97	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
104	97	101	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
105	101	105	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
106	105	109	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
107	109	113	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
108	113	120	0.415	0.000854	0.001581	0.106602
109	1	2	0.794	0.001633	0.003266	0.203893
110	2	3	0.794	0.405824	0.396615	0.852331
111	3	4	0.794	0.405824	0.396615	0.852331
112	4	5	0.794	0.405824	0.396615	0.852331
113	5	6	0.794	0.405824	0.396615	0.852331

114	6	7	0.794	0.001633	0.003266	0.203893
115	8	9	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
116	9	10	1.588	0.642588	0.793230	0.804661
117	10	11	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
118	12	13	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
119	13	14	1.587	0.642588	0.793230	0.804661
120	14	15	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
121	16	17	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
122	17	18	1.587	0.642588	0.793230	0.804661
123	18	19	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
124	20	21	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
125	21	22	1.588	0.642588	0.793230	0.804661
126	22	23	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
127	24	25	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
128	25	26	1.588	0.642588	0.793230	0.804661
129	26	27	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
130	28	29	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
131	29	30	1.588	0.642588	0.793230	0.804661
132	30	31	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
133	32	33	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
134	33	34	1.588	0.642588	0.793230	0.804661
135	34	35	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
136	36	37	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
137	37	38	1.588	0.642588	0.793230	0.804661
138	38	39	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
139	40	41	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
140	41	42	1.588	0.642588	0.793230	0.804661
141	42	43	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
142	44	45	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
143	45	46	1.588	0.642588	0.793230	0.804661
144	46	47	1.588	0.003266	0.006531	0.407786
145	48	49	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
146	49	50	1.587	0.642588	0.793230	0.804661
147	50	51	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
148	52	53	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
149	53	54	1.587	0.642588	0.793230	0.804661
150	54	55	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
151	56	57	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
152	57	58	1.587	0.642588	0.793230	0.804661
153	58	59	1.587	0.003266	0.006531	0.407786

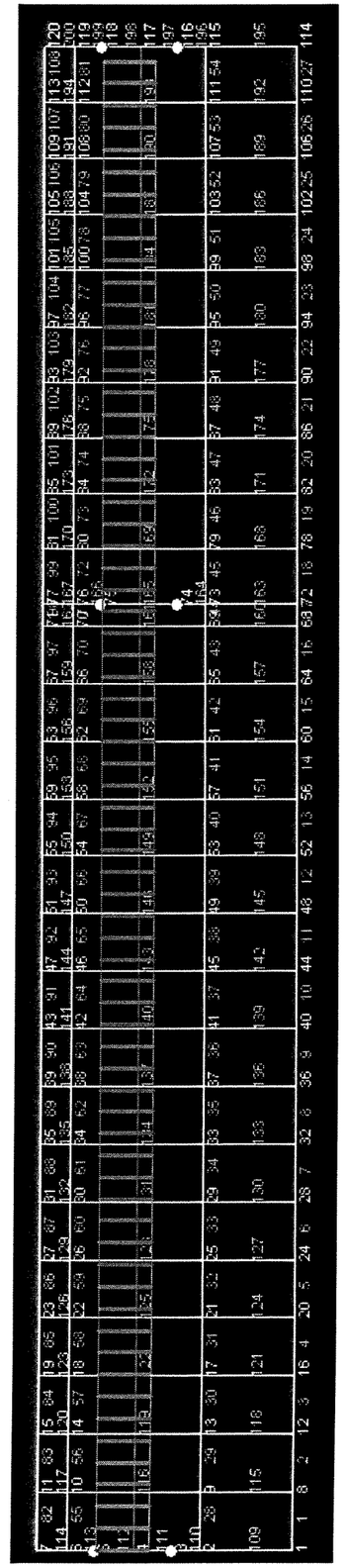
154	60	61	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
155	61	62	1.587	0.642588	0.793230	0.804661
156	62	63	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
157	64	65	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
158	65	66	1.587	0.642588	0.793230	0.804661
159	66	67	1.587	0.003266	0.006531	0.407786
160	68	69	1.094	0.002250	0.004500	0.280955
161	69	70	1.094	0.442728	0.546517	0.554392
162	70	71	1.094	0.002250	0.004500	0.280955
163	72	73	1.060	0.002181	0.004361	0.272286
164	73	74	1.060	0.429066	0.529653	0.537286
165	74	75	1.060	0.429066	0.529653	0.537286
166	75	76	1.060	0.429066	0.529653	0.537286
167	76	77	1.060	0.002181	0.004361	0.272286
168	78	79	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
169	79	80	1.520	0.615265	0.759502	0.770447
170	80	81	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
171	82	83	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
172	83	84	1.520	0.615265	0.759502	0.770447
173	84	85	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
174	86	87	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
175	87	88	1.520	0.615265	0.759502	0.770447
176	88	89	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
177	90	91	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
178	91	92	1.520	0.615265	0.759502	0.770447
179	92	93	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
180	94	95	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
181	95	96	1.520	0.615265	0.759502	0.770447
182	96	97	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
183	98	99	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
184	99	100	1.520	0.615265	0.759502	0.770447
185	100	101	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
186	102	103	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
187	103	104	1.520	0.615265	0.759502	0.770447
188	104	105	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
189	106	107	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
190	107	108	1.520	0.615265	0.759502	0.770447
191	108	109	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
192	110	111	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
193	111	112	1.520	0.615265	0.759502	0.770447

194	112	113	1.520	0.003127	0.006254	0.390447
195	114	115	0.760	0.001563	0.003127	0.195224
196	115	116	0.760	0.392160	0.379751	0.835224
197	116	117	0.760	0.392160	0.379751	0.835224
198	117	118	0.760	0.392160	0.379751	0.835224
199	118	119	0.760	0.392160	0.379751	0.835224
200	119	120	0.760	0.001563	0.003127	0.195224

Datos de Tramos de Vigas

Tramo	Viga	Ancho (m)	Canto (m)	Area (m)	Va (m)	Vb (m)	Inercia (m4)	JTor (m4)
1	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
2	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
3	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
4	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
5	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
6	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
7	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
8	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
9	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
10	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
11	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
12	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
13	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
14	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
15	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
16	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
17	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
18	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
19	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
20	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
21	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
22	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
23	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
24	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
25	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
26	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669
27	1	7.000	2.060	3.3930	0.4576	1.2924	1.953230	3.557669

7.2.1 Croquis emparrillado



7.2.2 ENVOLVENTE DE ESFUERZOS

Esfuerzos Cortantes en t

Viga	Tramo	Carga Perman.	S.C. Máximo	S.C. Mínimo	Carro Máximo	Carro Mínimo	Carga Térmica	Acc. Reológ.	Total Máximo	Total Mínimo
1	1	-95.24	6.82	-27.01	7.77	-209.57	-22.72	-8.69	-80.65	-363.23
-	-	-95.24	6.82	-27.01	7.77	-209.57	-22.72	-8.69	-80.65	-363.23
1	2	-78.43	4.30	-21.27	7.63	-182.00	-21.96	-8.69	-66.50	-312.35
-	-	-78.43	4.30	-21.27	7.63	-182.00	-21.96	-8.69	-66.50	-312.35
1	3	-63.26	3.59	-17.37	7.63	-150.03	-21.58	-8.69	-52.04	-260.91
-	-	-63.26	3.59	-17.37	7.63	-150.03	-21.58	-8.69	-52.04	-260.91
1	4	-48.32	3.12	-13.73	9.64	-118.87	-21.79	-8.69	-35.57	-211.39
-	-	-48.32	3.12	-13.73	9.64	-118.87	-21.79	-8.69	-35.57	-211.39
1	5	-33.44	2.71	-10.15	17.42	-100.21	-21.90	-8.69	-13.31	-174.39
-	-	-33.44	2.71	-10.15	17.42	-100.21	-21.90	-8.69	-13.31	-174.39
1	6	-18.58	2.33	-6.60	29.85	-67.99	-21.97	-8.69	13.60	-123.82
-	-	-18.58	2.33	-6.60	29.85	-67.99	-21.97	-8.69	13.60	-123.82
1	7	-3.73	1.95	-3.05	26.91	-39.88	-22.00	-8.69	25.13	-77.34
-	-	-3.73	1.95	-3.05	26.91	-39.88	-22.00	-8.69	25.13	-77.34
1	8	11.13	1.58	-0.03	45.43	-26.26	-22.01	-8.69	58.14	-45.86
-	-	11.13	1.58	-0.03	45.43	-26.26	-22.01	-8.69	58.14	-45.86
1	9	25.99	4.72	-0.04	75.27	-18.27	-22.02	-8.69	105.97	-23.03
-	-	25.99	4.72	-0.04	75.27	-18.27	-22.02	-8.69	105.97	-23.03
1	10	40.86	8.28	-0.04	96.75	-17.69	-22.02	-8.69	145.89	-7.58
-	-	40.86	8.28	-0.04	96.75	-17.69	-22.02	-8.69	145.89	-7.58
1	11	55.75	11.87	-0.05	127.31	-12.12	-22.02	-8.69	194.93	12.88
-	-	55.75	11.87	-0.05	127.31	-12.12	-22.02	-8.69	194.93	12.88
1	12	70.69	15.52	-0.23	150.18	-5.83	-22.01	-8.69	236.39	33.93
-	-	70.69	15.52	-0.23	150.18	-5.83	-22.01	-8.69	236.39	33.93
1	13	85.73	19.30	-0.76	178.62	-8.77	-22.00	-8.69	283.65	45.51
-	-	85.73	19.30	-0.76	178.62	-8.77	-22.00	-8.69	283.65	45.51
1	14	100.99	23.30	-1.58	211.04	-1.69	-21.98	-8.69	335.33	67.05
-	-	100.99	23.30	-1.58	211.04	-1.69	-21.98	-8.69	335.33	67.05
1	15	116.72	27.86	-2.98	232.83	0.00	-21.95	-8.69	377.41	83.11
-	-	116.72	27.86	-2.98	232.83	0.00	-21.95	-8.69	377.41	83.11
1	16	133.61	33.79	-5.78	268.28	-0.13	-21.88	-8.69	435.67	97.13
-	-	133.61	33.79	-5.78	268.28	-0.13	-21.88	-8.69	435.67	97.13
1	17	148.46	40.21	-10.86	296.68	-4.39	-21.84	-8.69	485.35	102.69

-	-	148.46	40.21	-10.86	296.68	-4.39	-21.84	-8.69	485.35	102.69
1	18	-106.20	5.78	-27.75	0.00	-219.79	37.48	14.86	-48.07	-353.74
-	-	-106.20	5.78	-27.75	0.00	-219.79	37.48	14.86	-48.07	-353.74
1	19	-88.47	2.52	-20.50	0.00	-176.06	37.56	14.86	-33.54	-285.04
-	-	-88.47	2.52	-20.50	0.00	-176.06	37.56	14.86	-33.54	-285.04
1	20	-73.00	1.51	-15.67	0.33	-151.75	37.59	14.86	-18.72	-240.42
-	-	-73.00	1.51	-15.67	0.33	-151.75	37.59	14.86	-18.72	-240.42
1	21	-58.21	0.85	-11.60	12.73	-113.58	37.60	14.86	7.84	-183.39
-	-	-58.21	0.85	-11.60	12.73	-113.58	37.60	14.86	7.84	-183.39
1	22	-43.70	0.34	-7.87	9.60	-91.05	37.58	14.86	18.68	-142.62
-	-	-43.70	0.34	-7.87	9.60	-91.05	37.58	14.86	18.68	-142.62
1	23	-29.32	0.26	-4.53	23.39	-57.82	37.53	14.86	46.71	-91.68
-	-	-29.32	0.26	-4.53	23.39	-57.82	37.53	14.86	46.71	-91.68
1	24	-15.62	3.74	-4.49	49.06	-53.23	37.41	14.86	89.45	-73.34
-	-	-15.62	3.74	-4.49	49.06	-53.23	37.41	14.86	89.45	-73.34
1	25	-5.51	7.27	-4.47	77.56	-53.24	37.20	14.86	131.38	-63.21
-	-	-5.51	7.27	-4.47	77.56	-53.24	37.20	14.86	131.38	-63.21
1	26	13.87	11.00	-4.47	116.58	-53.26	36.96	14.86	193.27	-43.86
-	-	13.87	11.00	-4.47	116.58	-53.26	36.96	14.86	193.27	-43.86
1	27	29.21	15.83	-5.91	139.48	-53.41	37.72	14.86	237.10	-30.11
-	-	29.21	15.83	-5.91	139.48	-53.41	37.72	14.86	237.10	-30.11

Momentos flectores en t.m

Viga	Tramo	Carga Perman.	S.C. Máximo	S.C. Mínimo	Carro Máximo	Carro Mínimo	Carga Térmica	Acc. Reológ.	Total Máximo	Total Mínimo
1	1	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
-	-	124.75	16.13	-0.64	251.44	-10.99	34.22	13.79	440.33	113.11
1	2	124.75	16.13	-0.64	251.44	-10.99	34.22	13.79	440.33	113.11
-	-	229.21	29.74	-1.29	475.33	-21.98	68.45	27.58	830.31	205.94
1	3	229.21	29.74	-1.29	475.33	-21.98	68.45	27.58	830.31	205.94
-	-	313.38	40.84	-1.93	643.77	-32.97	102.67	41.37	1142.02	278.48
1	4	313.38	40.84	-1.93	643.77	-32.97	102.67	41.37	1142.02	278.48
-	-	377.27	49.41	-2.57	774.60	-43.96	136.89	55.15	1393.33	330.74
1	5	377.27	49.41	-2.57	774.60	-43.96	136.89	55.15	1393.33	330.74
-	-	420.87	55.46	-3.22	865.04	-54.95	171.11	68.94	1581.43	362.70
1	6	420.87	55.46	-3.22	865.04	-54.95	171.11	68.94	1581.43	362.70
-	-	444.18	58.99	-3.86	927.75	-65.94	205.34	82.73	1718.99	374.38
1	7	444.18	58.99	-3.86	927.75	-65.94	205.34	82.73	1718.99	374.38
-	-	447.21	60.00	-4.50	940.42	-76.94	239.56	96.52	1783.71	365.77
1	8	447.21	60.00	-4.50	940.42	-76.94	239.56	96.52	1783.71	365.77

-	-	429.95	58.49	-5.15	913.36	-87.93	273.78	110.31	1785.89	336.87
1	9	429.95	58.49	-5.15	913.36	-87.93	273.78	110.31	1785.89	336.87
-	-	392.40	54.47	-5.79	849.77	-98.92	308.01	124.10	1728.74	287.69
1	10	392.40	54.47	-5.79	849.77	-98.92	308.01	124.10	1728.74	287.69
-	-	334.56	47.92	-6.43	753.55	-109.91	342.23	137.89	1616.15	218.22
1	11	334.56	47.92	-6.43	753.55	-109.91	342.23	137.89	1616.15	218.22
-	-	256.44	38.85	-7.08	615.17	-120.90	376.45	151.67	1438.58	128.46
1	12	256.44	38.85	-7.08	615.17	-120.90	376.45	151.67	1438.58	128.46
-	-	158.03	27.26	-7.72	454.64	-131.89	410.68	165.46	1216.06	18.42
1	13	158.03	27.26	-7.72	454.64	-131.89	410.68	165.46	1216.06	18.42
-	-	39.33	13.15	-8.37	248.50	-142.88	444.90	179.25	925.13	-111.92
1	14	39.33	13.15	-8.37	248.50	-142.88	444.90	179.25	925.13	-111.92
-	-	-99.66	0.13	-12.61	60.98	-192.93	479.12	193.04	633.61	-305.20
1	15	-99.66	0.13	-12.61	60.98	-192.93	479.12	193.04	633.61	-305.20
-	-	-258.93	0.13	-32.42	16.03	-460.79	513.34	206.83	477.41	-752.14
1	16	-258.93	0.13	-32.42	16.03	-460.79	513.34	206.83	477.41	-752.14
-	-	-438.49	0.14	-54.74	0.00	-767.47	547.57	220.62	329.84	-1260.70
1	17	-438.49	0.14	-54.74	0.00	-767.47	547.57	220.62	329.84	-1260.70
-	-	-511.64	0.00	-63.36	0.00	-889.47	560.50	225.83	274.69	-1464.47
1	18	-511.64	0.00	-63.36	0.00	-889.47	560.50	225.83	274.69	-1464.47
-	-	-376.78	0.91	-47.54	34.97	-697.76	504.45	203.24	366.80	-1122.08
1	19	-376.78	0.91	-47.54	34.97	-697.76	504.45	203.24	366.80	-1122.08
-	-	-260.52	10.05	-42.26	184.88	-620.24	448.40	180.66	563.48	-923.01
1	20	-260.52	10.05	-42.26	184.88	-620.24	448.40	180.66	563.48	-923.01
-	-	-162.86	16.88	-36.97	299.16	-542.71	392.35	158.08	703.61	-742.54
1	21	-162.86	16.88	-36.97	299.16	-542.71	392.35	158.08	703.61	-742.54
-	-	-83.80	21.40	-31.69	382.94	-465.18	336.30	135.50	792.34	-580.66
1	22	-83.80	21.40	-31.69	382.94	-465.18	336.30	135.50	792.34	-580.66
-	-	-23.33	23.61	-26.41	421.13	-387.65	280.25	112.91	814.57	-437.39
1	23	-23.33	23.61	-26.41	421.13	-387.65	280.25	112.91	814.57	-437.39
-	-	18.53	23.51	-21.13	419.04	-310.12	224.20	90.33	775.61	-312.72
1	24	18.53	23.51	-21.13	419.04	-310.12	224.20	90.33	775.61	-312.72
-	-	41.80	21.10	-15.85	383.60	-232.59	168.15	67.75	682.40	-206.64
1	25	41.80	21.10	-15.85	383.60	-232.59	168.15	67.75	682.40	-206.64
-	-	46.46	16.38	-10.56	298.93	-155.06	112.10	45.17	519.03	-119.16
1	26	46.46	16.38	-10.56	298.93	-155.06	112.10	45.17	519.03	-119.16
-	-	32.53	9.34	-5.28	160.98	-77.53	56.05	22.58	281.49	-50.28
1	27	32.53	9.34	-5.28	160.98	-77.53	56.05	22.58	281.49	-50.28
-	-	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Envolvente de Reacciones

Nudo	Carga	S.C.	S.C.	Carro	Carro	Carga	Acc.	Total	Total
	Perman.	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Térmica	Reológica	Máxima	Mínima
3	61.029	25.105	-0.506	94.211	-3.706	10.994	4.343	195.683	56.817
5	23.942	0.101	-14.149	154.721	-4.530	10.564	4.343	193.671	5.264
74	146.620	48.873	0.000	189.515	0.000	-29.797	-11.771	385.008	105.052
75	72.549	0.000	-22.202	274.727	0.000	-28.636	-11.771	347.275	9.939
116	22.775	14.662	-2.956	67.885	-27.475	18.802	7.429	131.553	-7.655
118	4.745	0.000	-8.275	108.828	-27.399	18.073	7.429	139.074	-30.929

VIADUCTO SOBRE VÍAS DE ANCHO IBÉRICO (LAV)

CÁLCULO DE LOS ALZADOS

Julio, 2004

PEDELTA
INGENIERIA DE ESTRUCTURAS



ANEJO DE CÁLCULO DE LOS ALZADOS DEL VIADUCTO SOBRE VÍAS DE ANCHO IBÉRICO (L.A.V.)

ÍNDICE DEL ANEJO DE CÁLCULO

1 GEOMETRÍA

1.1 Introducción
1.2 Geometría y esquema estructural
1.3 Sección tipo

2 ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS

2.1 Acciones
2.2 Coeficientes de seguridad, materiales, niveles de control y Normativas
2.3 Ambientes, recubrimientos, fisuración y cuantías mínimas
2.4 Hipótesis de combinación de esfuerzos

3 CÁLCULO DEL ESTRIBO 1

3.1 Geometría
3.2 Acciones en coronación
3.3 Cálculo de esfuerzos y dimensionamiento del estribo 1 izquierdo
3.4 Cálculo de esfuerzos y dimensionamiento del estribo 1 derecho
3.5 Cálculo de las aletas

4 CÁLCULO DE LA PILA 1

4.1 Geometría
4.2 Acciones en coronación
4.3 Cálculo de esfuerzos y dimensionamiento

5 CÁLCULO LA PILA 2

5.1 Geometría
5.2 Acciones en coronación
5.3 Cálculo de esfuerzos y dimensionamiento

1.1 INTRODUCCIÓN

En la presente memoria se resumen los cálculos realizados para el dimensionamiento y el armado de las pilas y estribos del Viaducto sobre vías de ancho ibérico, correspondiente al "Proyecto de Construcción de la Plataforma de Línea de Alta Velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa. Tramo: Castellbisbal-Papiol".

La motivación del cálculo se debe a la sustitución de la tipología del viaducto. Este pasa de ser un tablero con losa aligerada a ser un tablero de vigas prefabricadas. La variación de esfuerzos sobre los alzados obliga a un nuevo cálculo de los mismos.

El cálculo de los alzados incluido en el presente anejo se ha realizado a partir de los esfuerzos proporcionados por UTE Castellbisbal-Papiol.

1.2 GEOMETRÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL

El viaducto sobre vías de ancho ibérico consta de dos tableros independientes. Cada uno de los tableros está compuesto por una viga tipo artesa y su losa correspondiente. Sobre cada tablero circula una de las dos vías que componen la línea de alta velocidad.

El viaducto tiene una longitud total de 41,20 metros divididos en dos vanos de 26,0+15,2 metros. En la figura 1-1 se puede ver un alzado del viaducto.

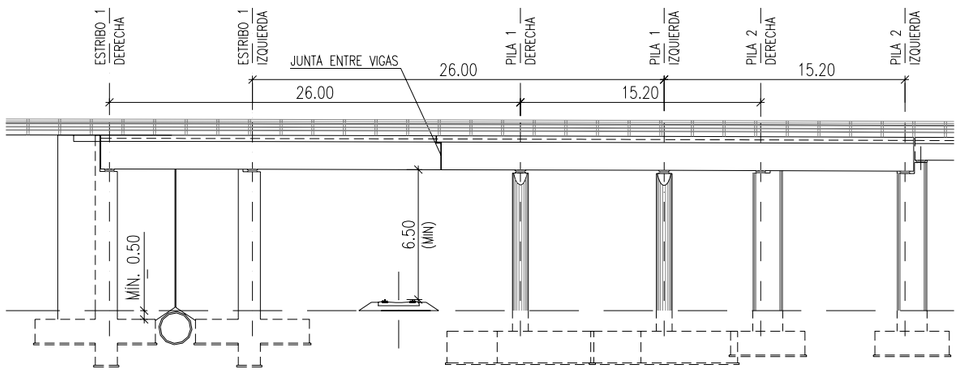


Figura 1-1: Alzado del Viaducto.

Tal como se ve en el alzado y se puede apreciar también en la planta adjunta (figura 1-2), el final del viaducto coincide con una pérgola. Esto hace que la pila 2 sea un elemento solicitado por ambas estructuras.

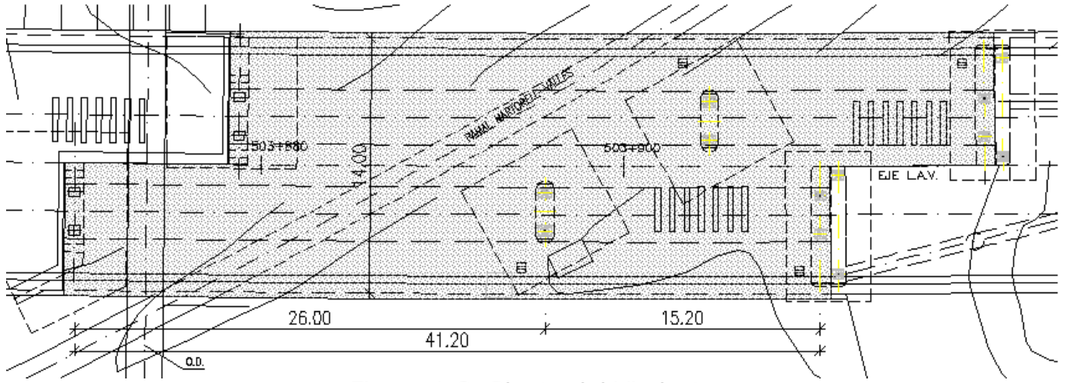


Figura 1-2: Planta del Viaducto

El tablero descansa sobre las pilas y los estribos mediante apoyos de neopreno confinado tipo POT.

El tablero se une solidariamente a la pérgola mediante barras postesadas. De este modo, el punto fijo del tablero es el punto fijo de la pérgola, situado en unas pantallas empotradas a la misma.

La cimentación de pilas y estribos se realiza mediante cimentación superficial. Las características geotécnicas del terreno se han obtenido del proyecto original. En éste se indica que la tensión admisible del terreno, a una profundidad de 2,0 metros bajo el terreno natural, es de 4,50 kp/cm^2 para zapatas cuadradas y de 4,00 kp/cm^2 para zapatas corridas. En el capítulo siguiente se incluye la página del informe geotécnico que habla sobre el viaducto objeto de cálculo y de la que se han obtenido las diferentes tensiones admisibles.

1.3 SECCIÓN TIPO

El tablero está constituido por dos vigas prefabricadas tipo artesa. Las vigas tienen 1,75 m de canto y un intereje de 5,30 metros. La losa superior tiene un ancho de 14 metros con un bombeo del 2%. Ésta arranca en los voladizos con un canto de 0,20 m en el borde del tablero y 0,39 m en su centro. En la figura 1-3 se puede ver la una sección transversal del tablero por eje de pilas.

En cada eje de apoyo de las vigas se han dispuesto dos aparatos de apoyo. La separación de los apoyos es de 2,10 metros.

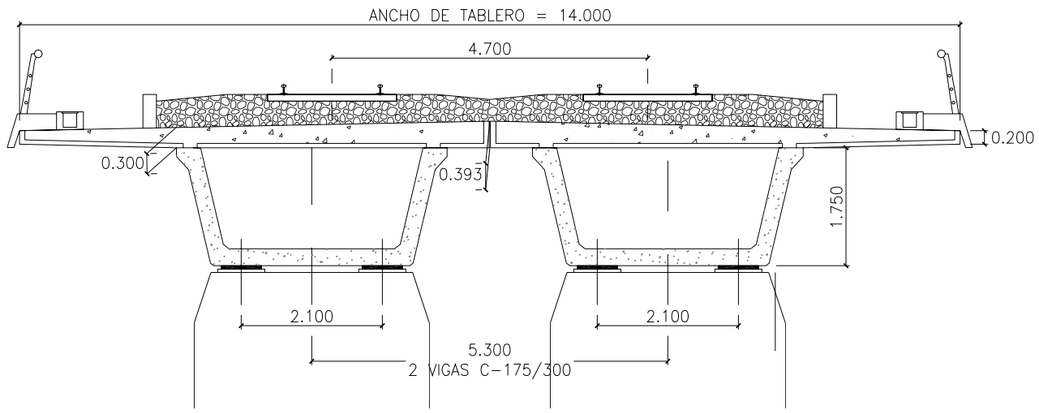


Figura 1-3: Sección Transversal del Viaducto por Eje de Pilas

2 ACCIONES, MATERIALES, COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NORMATIVAS

Las acciones consideradas para realizar el cálculo de los alzados del viaducto han sido las proporcionadas por UTE Castellbisbal-Papiol.

Acciones debidas al Viaducto

Las acciones que transmite el viaducto a los alzados son las proporcionadas por el prefabricador de las vigas artesa. Estas acciones quedan resumidas en la tabla 2-1 que se expone a continuación.

REACCIONES PROPORCIONADAS POR EL PREFABRICADOR DE LAS VIGAS TIPO ARTESA

	ACCIONES SOBRE ESTRIBO 1						ACCIONES SOBRE PILA 1						ACCIONES SOBRE PILA 2					
Caso de Carga	Fx	Fy	Fz	Mx	Fz		Fx	Fy	Fz	Mx	Fz		Fx	Fy	Fz	Mx	Fz	
					Ap. 1	Ap. 2					Ap. 1	Ap. 2					Ap. 1	Ap. 2
Peso Propio Viga			53,7	0,0	26,8	26,8			90,5	0,0	45,3	45,3			30,0	0,0	15,0	15,0
Peso Propio Losa			57,7	29,4	42,9	14,8			150,7	76,9	112,0	38,8			18,2	9,3	13,5	4,7
Cargas Muertas Max			85,0	38,9	61,0	23,9			219,2	77,8	146,6	72,5			27,5	18,9	22,8	4,7
Cargas Muertas Min			56,5	44,2	49,3	7,2			145,7	85,9	113,8	31,9			18,3	22,2	19,7	-1,4
Total Perm Inicial (max)	9,8		196,3	**68,4**	**130,7**	**65,6**	7,8		460,4	**154,6**	**303,8**	**156,6**	17,6		75,7	**28,2**	**51,3**	**24,4**
Total Perm Infinito (max)	10,3		205,3	**68,4**	**135,2**	**70,1**	7,2		436,1	**154,6**	**291,7**	**144,4**	17,5		91,0	**28,2**	**58,9**	**32,1**
Total Perm Inicial (min)	8,4		167,8	**73,7**	**119,0**	**48,8**	5,8		386,9	**162,8**	**271,0**	**115,9**	14,2		66,5	**31,4**	**48,2**	**18,3**
Total Perm Infinito (min)	8,7		174,6	**73,7**	**122,4**	**52,2**	5,3		368,5	**162,8**	**261,8**	**106,7**	14,1		78,1	**31,4**	**54,0**	**24,1**
Hip 1 - SC max			11,0	41,2	25,1	-14,1			26,7	74,6	48,9	-22,2			6,9	23,6	14,7	-7,8
Hip 2 - SC min			-0,4	0,6	-0,5	0,1			0,0	0,0	0,0	0,0			-3,5	2,6	-3,0	-0,5
Hip 1 - Tren máximo 1		10,0	156,5	12,3	84,1	72,4		10,0	314,3	25,3	169,2	145,1		10,0	112,7	8,9	60,6	52,1
Hip 2 - Tren máximo 2		10,0	160,3	-121,8	22,2	138,1		10,0	319,5	-179,7	74,2	245,3		10,0	116,4	-81,8	19,3	97,2
Hip 3 - Tren mínimo 3		10,0	-6,2	0,5	-3,3	-2,9		10,0	0,0	0,0	0,0	0,0		10,0	-45,5	3,7	-24,5	-21,0
Hip 4 - Tren mínimo 4		10,0	-6,2	-2,2	-2,0	-4,1		10,0	0,0	0,0	0,0	0,0		10,0	-45,5	3,6	-21,1	-24,5
Frenado y Arranque max																		
Fuerza Centrífuga max v150		7,3		19,2	9,2	-9,2		14,3		37,6	17,9	-17,9		5,4		14,3	6,8	-6,8
Fuerza Centrífuga max v350		21,5		56,7	27,0	-27,0		37,8		99,7	47,5	-47,5		18,4		48,5	23,1	-23,1
Gradiente Térmico			12,0		6,1	5,9				0,0	-16,6	-16,0			20,6		10,5	10,1
Interacción longitudinal																		
Viento Transversal c.p.		13,6		29,6	14,1	-14,1		21,5		46,9	22,4	-22,4		7,9		17,3	8,2	-8,2
Viento Transversal c.p. + s.c.		9,7		38,6	18,4	-18,4		15,4		61,3	29,2	-29,2		5,7		22,6	10,8	-10,8

Tabla 2-1: Reacciones en coronación de los alzados del viaducto.

Acciones debidas a la Pérgola

La pérgola, dispuesta a continuación del viaducto, descansa sobre la pila 2 del mismo. Es por ello que también son necesarias las acciones que transmite la pérgola a los apoyos dispuestos en la pila 2.

La pérgola no ha visto modificada su configuración respecto al proyecto original. Es por ello que, UTE Castellbisbal-Papiol, ha indicado que las acciones que transmite la pérgola a la pila 2 sean las mismas que aparecen en el proyecto original.

Estos esfuerzos son los que se muestran en las tablas adjuntas:

	Fz max [T]	Fz min [T]
Nudo 44	52,788	20,913
Nudo 43	108,392	78,706

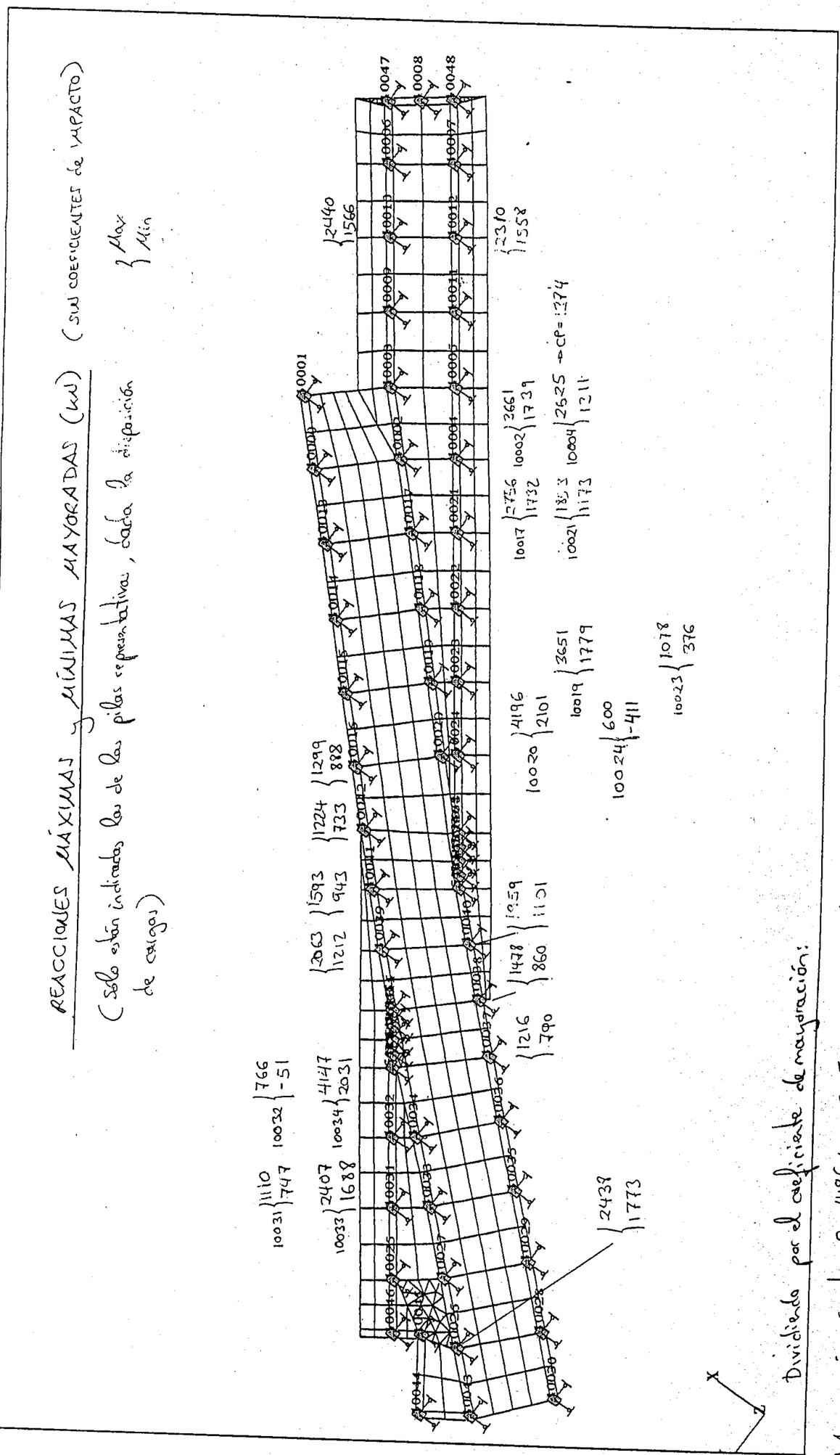
Tabla 2-2: Esfuerzos sobre apoyos correspondientes a los nudos 1043 y 1044 de la pila 2.

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Mx [T·m]
Efecto Lazo	-	14,50	31,90
Roz apoyo perm	6,97	-	-

Tabla 2-3: Otros esfuerzos, procedentes de la pérgola, a añadir en el cálculo de la pila 2.

A continuación se adjuntan las páginas del proyecto original de las que se han obtenido las reacciones de la pérgola sobre la pila 2.

APOYOS PÉRGOLA



REACCIONES VERTICALES en PILAS (MAYORADAS)

sistema de coordenadas global - Casos: 25A

Filtrar	Nudo	Caso
Lista completa	1A73 96A98 165	1A32
Selección	10000A10048	25A32
Número total	1984	32
Número seleccion	49	8

sistema de coordenadas global - Casos: 25A32

Nudo/Caso		FZ (kN)
10000/	25 (C)	773.37
10000/	32 (C)	740.45
10001/	26 (C)	928.79
10001/	27 (C)	254.7
10002/	27 (C)	1060.89
10002/	29 (C)	1736.3
10003/	27 (C)	2241.5
10003/	30 (C)	1608.41
10004/	27 (C)	2624.91
10004/	32 (C)	1910.58
10005/	27 (C)	2033.21
10005/	30 (C)	1442.21
10006/	28 (C)	1565.46
10006/	30 (C)	1419.28
10007/	31 (C)	1585.72
10007/	30 (C)	1451.12
10008/	32 (C)	259.42
10008/	29 (C)	774.60
10009/	30 (C)	2387.03
10009/	27 (C)	1500.39
10010/	30 (C)	2410.20
10010/	32 (C)	1566.26
10011/	30 (C)	2201.53
10011/	27 (C)	1519.51
10012/	30 (C)	2309.55
10012/	32 (C)	1657.26
10013/	25 (C)	800.18
10013/	32 (C)	726.27
10014/	31 (C)	860.59
10014/	32 (C)	759.26
10015/	31 (C)	1208.76
10015/	26 (C)	902.53
10016/	28 (C)	1299.31
10016/	27 (C)	887.66
10017/	27 (C)	2755.78
10017/	30 (C)	1731.80
10018/	31 (C)	2122.03
10018/	25 (C)	1649.55
10019/	31 (C)	3650.84
10019/	30 (C)	1778.80
10020/	32 (C)	4196.31
10020/	25 (C)	2100.81

Nudo/Caso		FZ (kN)
10021/	25 (C)	1853.09>>
10021/	32 (C)	1173.48<<
10022/	26 (C)	1144.18>>
10022/	32 (C)	958.80<<
10023/	31 (C)	1078.38>>
10023/	32 (C)	876.49<<
10024/	30 (C)	600.43>>
10024/	32 (C)	410.82<<
10025/	30 (C)	1168.43>>
10025/	32 (C)	1066.33<<
10026/	29 (C)	2497.58>>
10026/	25 (C)	1773.01<<
10027/	31 (C)	1778.68>>
10027/	29 (C)	1643.55<<
10028/	27 (C)	678.20>>
10028/	29 (C)	654.45<<
10029/	25 (C)	728.84>>
10029/	32 (C)	654.12<<
10030/	25 (C)	284.10>>
10030/	32 (C)	237.17<<
10031/	29 (C)	1110.11>>
10031/	32 (C)	747.22<<
10032/	25 (C)	765.74>>
10032/	32 (C)	51.09<<
10033/	32 (C)	2407.20>>
10033/	25 (C)	1688.01<<
10034/	32 (C)	414.65>>
10034/	26 (C)	2030.58<<
10035/	28 (C)	854.99>>
10035/	31 (C)	785.79<<
10036/	28 (C)	1189.79>>
10036/	31 (C)	870.82<<
10037/	28 (C)	1245.50>>
10037/	31 (C)	780.23<<
10038/	28 (C)	1478.89>>
10038/	31 (C)	860.44<<
10039/	28 (C)	2062.94>>
10039/	31 (C)	1212.45<<
10040/	28 (C)	1959.30>>
10040/	26 (C)	1101.05<<
10041/	28 (C)	1592.66>>
10041/	26 (C)	942.74<<
10042/	28 (C)	1224.03>>
10042/	31 (C)	732.68<<
10043/	29 (C)	1083.92>>
10043/	32 (C)	787.06<<
10044/	29 (C)	527.88>>
10044/	28 (C)	209.13<<
10045/	29 (C)	488.95>>
10045/	28 (C)	125.22<<
10046/	26 (C)	663.67>>
10046/	32 (C)	578.31<<

Fila 2 - Dcha

PILAS ENCUENTRO

Fila 2 Izq.

Nudo/Caso		FZ (kN)
10047/	26 (C)	597.27>>
10047/	32 (C)	460.11<<
10048/	29 (C)	601.31>>
10048/	32 (C)	465.90<<

E-2

6.3. P-2

CARGAS en CALEFA de PILA de encuentro (P-2)

En los listados adjuntos figuran las cargas en cabeza de cada pila de encuentro (P-2) debidas a cargas permanentes, sobrecargas de tráfico, viento y acciones térmicas de la parte de la viga pretensada, y las correspondientes a una anchura de ella en que pueda ir la carga debida a la fuerza de frenado:

$$\begin{cases} \Delta F_y = 100 \cdot 1'45 = 145 \text{ kN} = 14'5 \text{ tn} \\ \Delta M_x = 14'5\,(0'2 + 0'80 + 1'20) = 34'9 \text{ mtn} \end{cases}$$

Además hay que sumar las cargas procedentes de la superestructura:

- carga vertical:
$$\begin{cases} \Delta F_{z,max} = 161'18 \text{ tn} \\ \Delta F_{z,min} = 70'30 \text{ tn} \end{cases}$$
- Viento:
$$\begin{cases} \text{Dcha: } \Delta F_y = 20 \text{ tn} \\ \text{Izda: } \Delta F_y = 7'1 \text{ tn} \end{cases}$$

Por último, en la dirección longitudinal se aplica el 5% de las cargas permanentes verticales:

$$F_z = 223'62 \cdot 0'05 + 12 = 23'18 \text{ tn}$$

Acciones debidas al Terreno

Carga sobre zapatas y empuje de las tierras en alzados de estribos y aletas, con una densidad 2,0 T/m^3 y un ángulo de rozamiento interno de 30º (con presiones horizontales correspondientes a un empuje con coeficiente Ka= 0,33).

Adjuntamos también, en este apartado, las páginas del informe geotécnico correspondientes a la estructura objeto de estudio. De estas páginas se ha obtenido las tensiones admisibles del terreno.

5.1.5 Viaducto sobre Vías de Ancho Ibérico (Línea de Alta Velocidad)

Corresponde al paso de la LAV sobre vías existentes.

La estructura está constituida por una zona de losa con dos vanos de 26 y 15 m de longitud, y una zona en pérgola de 130 m en la zona de la vía izquierda y 140 m en la zona de la vía derecha.

Para la caracterización del terreno en la zona de ubicación de esta estructura se cuenta con las siguientes prospecciones:

- Sondeos: S-20 y S-21
- Penetrómetros: P-11
- Calicata: C-27
- Sondeos: SE-504-0 y SE-504-1
- Penetrómetro: PT-504-0

En función de los resultados de estas prospecciones se ha obtenido el perfil geotécnico del terreno en el que puede deducirse la siguiente columna:

- En la parte anterior del viaducto, esto es, estribo 1, pilas 1 y 2 y prácticamente el tercio inicial de la zona de pérgola, se tendría un terreno constituido por la siguiente columna:

0,00 a 1,00 – 2,00 m: Limos y limos arenosos flojos

> 1,00 – 2,00 m: Depósitos miocenos de naturaleza margosa y lutítica, consistencia muy firme, con valores del golpeo superiores a 100.

El nivel freático se sitúa a una profundidad en torno a 11 m, aunque con seguridad se trata de un nivel colgado.

El apoyo en estos materiales puede ser mediante cimentación directa, a profundidades superiores a 2,50 m, con lo que, pueden considerarse tensiones admisibles para zapata cuadrada de 4,5 kp/cm^2 y de 4 kp/cm^2 en el caso de zapata corrida o zapata de muro (para terreno arcilloso con resistencia al golpeo superior a 100, puede estimarse una resistencia a compresión simple superior a 6 kp/cm^2, y por consiguiente, puede demostrarse fácilmente, que las tensiones aquí recomendadas son del lado de la seguridad.

- En los dos tercios finales de la zona de pérgola, sobre los depósitos miocenos se sitúa una terraza cuaternaria con espesores crecientes hasta de 23 m bajo el estribo. En estos materiales parcialmente cementados, los valores de resistencia a la penetración varían de 35 a rechazo.

Si aplicamos para el dimensionado de la tensión admisible la fórmula de Meyerhof, se tendría:

$$Q_{adm}\ (Kp/cm^2) = \frac{N}{8} \times \left(\frac{B + 0{,}30}{B} \right)^2 \text{ x } k_d, \quad \text{con}$$

$$k_d = 1 + 0{,}33 \text{ x } \frac{D}{B} = 1 + 0{,}33 \text{ x } \frac{2}{6} = 1{,}11$$

Luego:

$$Q_{adm} = \frac{35}{8} \times \left(\frac{6 + 0{,}30}{6} \right)^2 \text{ x } 1{,}11 = 5{,}35 \text{ kp/cm}^2$$

Por tanto, puede realizarse también la cimentación directa, con tensiones admisibles de 4 kp/cm^2.

Acciones climáticas

VIENTO

Al estar la estructura ubicada en el municipio de el Papiol, junto a Barcelona, la velocidad de cálculo se puede determinar a partir de una velocidad de referencia de vref=28 m/s corregida con los siguientes parámetros multiplicadores:

Ct = factor de topografía

Cr = factor de riesgo (se toma un periodo de retorno de 100 años)

Cz = factor de altura (se adopta un entorno Tipo II, zona plana con algunos obstáculos)

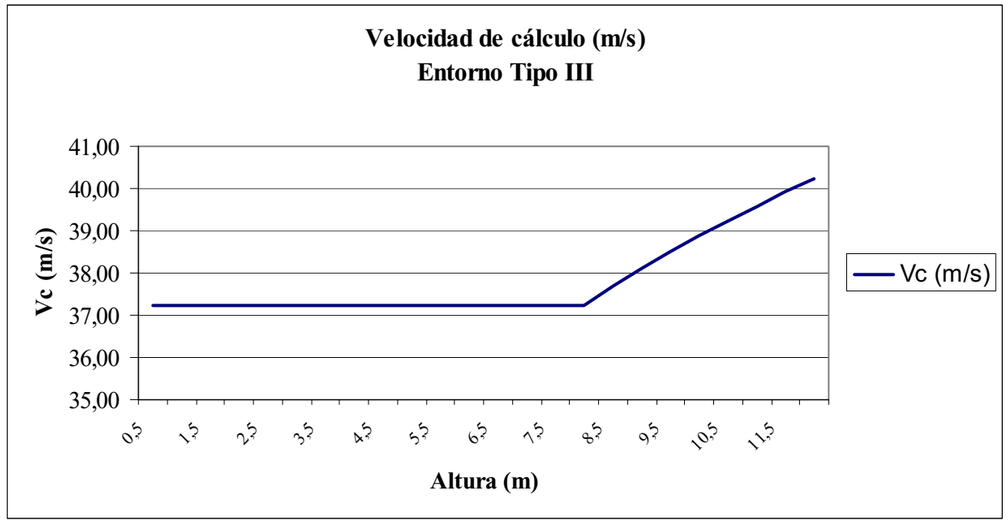
Cg = factor de ráfaga

$$Cz = Kz\ \ln(\frac{z}{zo}) \quad si \quad z \geq z_{min}$$

$$Cz = Kz\ \ln(\frac{z_{min}}{zo}) \quad si \quad z \leq z_{min}$$

$$Cg = \sqrt{\left(1 + \frac{7Kz}{CzCt}\right)}$$

Vref=28 m/s, Ct=1.0 y Cr=1.04



Para un entorno Tipo III

Kz= 0,22 zo = 0,30 m zmin = 8,00 m

La velocidad de cálculo es:

$$\mathbf{Vc = Ct\ .\ Cr\ .\ Cz\ .\ Cg\ .\ Vref}$$

Y, a partir de la velocidad de cálculo, se obtiene la fuerza que ejerce el viento sobre los distintos elementos estructurales mediante la expresión:

$$\mathbf{F_w = C_D \cdot A \cdot (\tfrac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_C^2)}$$

2.2 COEFICIENTES DE SEGURIDAD, MATERIALES, NIVELES DE CONTROL Y NORMATIVAS

HORMIGONES

- Alzados ..... HA-30 / B / 20 / IIb
- Cimentaciones ..... HA-25 / B / 20 / IIa

Control del hormigón ESTADÍSTICO

γc= 1.50 (Situación persistente o transitoria)
γc= 1.30 (Situación accidental)

El módulo de elasticidad se ha evaluado en todos los casos de acuerdo a la expresión de la EHE:

Ec = 8500 $\sqrt[3]{f_{ck}+8}$ (N/mm^2)

La resistencia a tracción se ha calculado como:

Valor medio fctm = 0,30 $\sqrt[3]{f_{ck}^{\ 2}}$ (N/mm^2)

Valor característico inferior fctk = 0,21 $\sqrt[3]{f_{ck}^{\ 2}}$ (N/mm2)

Los límites establecidos para la consistencia en la puesta en obra podrán superarse con el empleo de aditivos superfluidificantes, siempre que el valor de la relación agua-cemento cumpla los requisitos prefijados en EHE.

ACEROS

- Acero corrugado para la armadura pasiva tipo B500S, con fyk > 500 MPa
  5100 Kp/cm^2

- Acero de pretensado tipo 170/190 con tendones de 0,6 " (Y 1860 S7 15.2).

Control de los aceros NORMAL

γs= 1.15 (Situación persistente o transitoria)
γs= 1.0 (Situación accidental)

CONTROL DE EJECUCIÓN

El control de ejecución será INTENSO (γg= 1,35 y γfq= 1,5) en tablero y estribos de acuerdo con las especificaciones de la normativa EHE.

NORMAS UTILIZADAS

Para el establecimiento de acciones y las combinaciones necesarias para la obtención de las solicitaciones de cálculo que se emplearán en la comprobación de los diferentes Estados Límite se realizarán los cálculos empleando la normativa IPF-75 y los criterios especificados en los Eurocódigos, adoptándose el más desfavorable de ambos.

Cálculo según IPF-75

Para el cálculo de las acciones se utilizarán las siguientes instrucciones.

- Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril", correspondiente a la O.M. 25 de Junio de 1.975 (IPF-75).

- Norma de construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-94)" R.D. 29 de Diciembre de 1.994.

Para el cálculo de las acciones ambientales se utilizará la siguiente instrucción.

- Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de Puentes de Carreteras I.A.P. 12 de Febrero de 1998.

Para establecer las hipótesis y combinaciones de cálculo y sus correspondientes coeficientes de ponderación se utilizarán las siguientes Instrucciones:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre.

Cálculo según Eurocódigos y EHE

- Eurocódigo 1*: Bases de proyecto y acciones. Parte 3. Cargas de tráfico en puentes*. UNE-ENV 1991-3. Octubre 1997. (EC1.1.3.)

Para establecer las hipótesis y combinaciones de cálculo y sus correspondientes coeficientes de ponderación se utilizarán las siguientes Instrucciones:

- Eurocódigo 1: *Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 1; Bases de proyecto*. UNE-ENV 1991-1, Octubre 1997 (EC1.1)

Para dimensionamiento y comprobación de secciones se actuará, en todo momento, de acuerdo con la normativa española;

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE. R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre

El estudio de la fatiga de los materiales se hará de acuerdo con la siguiente norma:

- Eurocódigo 2: *Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón.* ENV 1992.2: Septiembre 1996. (EC2.2).

La comprobación de flechas, deformaciones y vibraciones se hará de acuerdo con la norma:

- Eurocódigo 1: *Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 3: Cargas de tráfico en puentes* UNE-ENV 1991-3. Octubre 1997. (EC1.1.3).

Para el análisis de la interacción vía-estructura se empleará la siguiente norma:

- Norma U.I.C. Ficha 774.3 R. 1ª edición. Febrero 1999 (U.I.C. 774.3).

Subsidiariamente, y en lo no contemplado en las normas anteriores, se emplearán las siguientes:

- Norma UIC. Ficha 776.1. 3ª edición. 1 de Julio de 1.979. (U.I.C. 776.1)

- Norma UIC. Ficha 774-2. 1ª Edición. 1 de Julio de 1.974. (U.I.C. 774.2)

- Norma UIC. Ficha 702.0. 2ª Edición. 1 de Enero de 1.974. (U.I.C. 702.0)

2.3 AMBIENTES, RECUBRIMIENTOS, FISURACIÓN Y CUANTÍAS MÍNIMAS

De acuerdo con la normativa EHE se consideran los ambientes indicados en la tabla siguiente.

Elemento	Ambiente	Recubrimiento de Armadura pasiva (mm)	Límite de abertura de fisura Wmax (mm)	
			Hormigón armado	Hormigón postesado
Alzados de pilas y estribos	IIb	35	0.3	-
Cimentaciones	IIa	30	0.3	-

Para las armaduras postesas el recubrimiento es el máximo de los siguientes valores: 4 cm o el diámetro de la vaina.

Las cuantías mínimas de armadura pasiva B500S serán las expuestas en la siguiente tabla (EHE, art. 4.3.5)

Elemento	Posición	Tipo	Cuantía geométrica o/oo
Zapatas	cara superior o inferior	transversal o longitudinal	0.90
Pilas	vertical	-	4.0
Alzados de estribos y aletas (1)	horizontal	lado tierras	1.07
		lado visto	2.13
	vertical	lado tierras	0.90
		lado visto	0.30

(1) las cuantías geométricas horizontales se pueden reducir un 50 % si se colocan juntas de contracción distanciadas menos de 7,5 m.

2.4 HIPÓTESIS DE COMBINACIÓN DE ESFUERZOS

Se han considerado las combinaciones de hipótesis de las acciones recogidas en la Normativas IAP y EHE, basados en la teoría de Estados Límites, para las distintas situaciones de cálculo de la estructura.

2.4.1 ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

Las hipótesis de cálculo consideradas son:

- Situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum \gamma_{Gj} G^*_{kj} + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

- Situaciones accidentales

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gaj} G_{kj} + \sum \gamma_{Gj} G^*_{kj} + \gamma_A A_k + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

- Situaciones accidentales de sismo

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \sum \gamma_{Gj} G^*_{kj} + \gamma_i A_{Ed} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

donde:

G = Valor característico de las cargas permanentes.
G* = Valor característico de las cargas permanentes de valor no constante.
Q_{k1} = Valor característico de la carga variable dominante.
A_k = Valor característico de la acción accidental
A_{eq} = Valor característico de la acción sísmica, calculado según la Norma Sismorresistente.

Los coeficientes de seguridad y de combinación de acciones empleados se definen en la EHE para control de ejecución intenso.

2.4.2 ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO

Las hipótesis de cálculo consideradas son:

- Combinación característica

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum \gamma_{Gj} G^*_{kj} + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

- Combinación frecuente

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gaj} G_{kj} + \sum \gamma_{Gj} G^*_{kj} + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

- Combinación casi permanente

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \sum \gamma_{Gj} G^*_{kj} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Los valores representativos de las acciones se han obtenido de acuerdo con las especificaciones de las normativas vigentes, tomándose los siguientes valores de los coeficientes ψ:

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecargas de uso	0.8	0.8 (a) 0.6 (b) 0.4 (c)	0
Viento	0.6	0.5	0.2
Temperatura	0.6	0.5	0.2

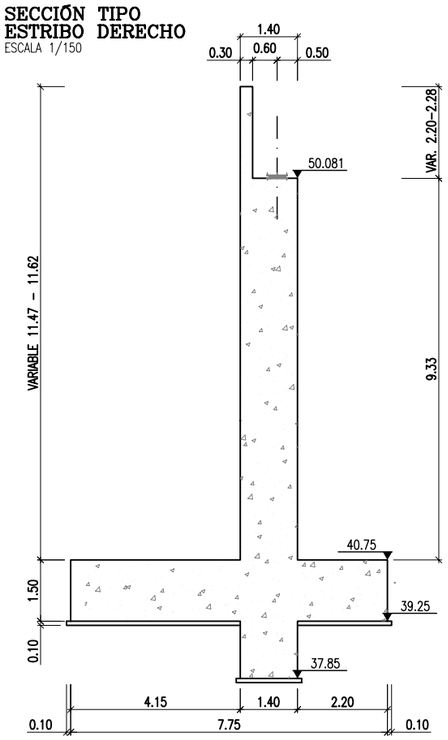
Nota: (a) Una vía cargada (b) dos vías cargadas (c) 0.4 tres o más vías cargadas

3 CÁLCULO DEL ESTRIBO 1

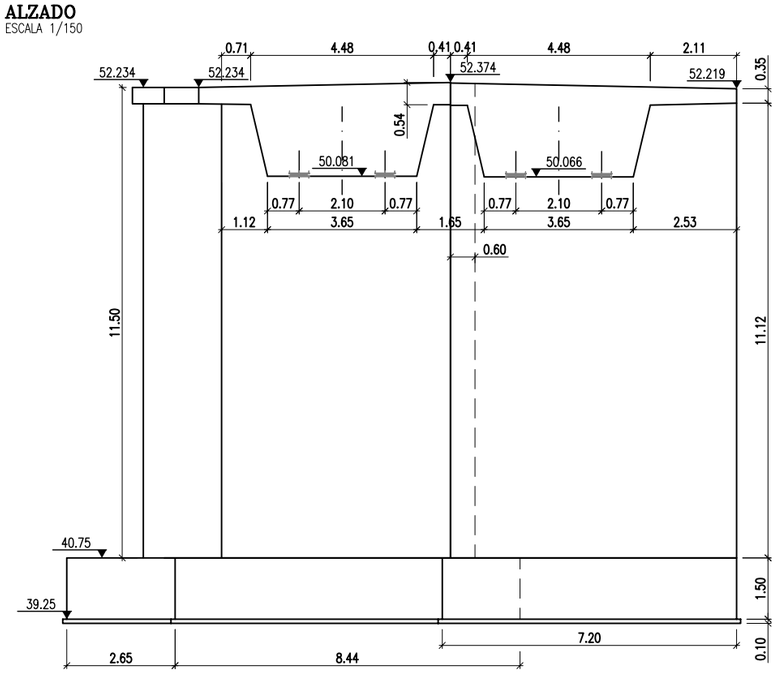
3.1 GEOMETRÍA

Geometría Estribo 1

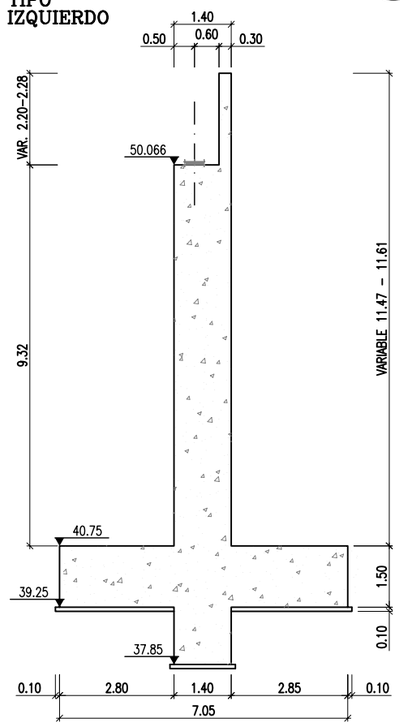
SECCIÓN TIPO ESTRIBO DERECHO
ESCALA 1/150



ALZADO
ESCALA 1/150



SECCIÓN TIPO ESTRIBO IZQUIERDO
ESCALA 1/150



NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	γ
TABLERO	HA-30/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS	HA-30/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACION	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1.50
VIGAS PREFABRICADAS	HP-45/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM-15	-	1.50

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	γ
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15

PARA ANCLAJES Y SOLAPES, SE SEGUIRAN LAS PRESCRIPCIONES CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 66 DE LA INSTRUCCIÓN EHE.

LOS RECUBRIMIENTOS NOMINALES DE DETERMINARAN SEGÚN EL ARTÍCULO 37 DE LA INSTRUCIÓN EHE PARA UN AMBIENTE IIb Y IIa.

EJECUCIÓN DE LA OBRA

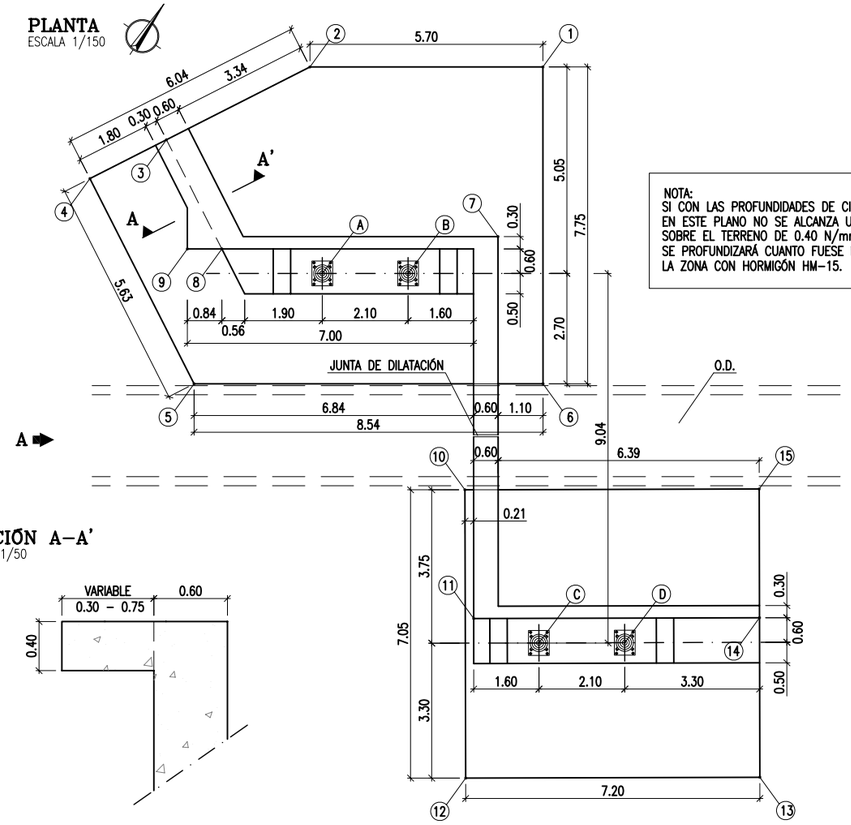
TODOS LOS ELEMENTOS CONTROL INTENSO.
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN IAP-98.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS:
-TABLERO: 35mm.
-CARGADEROS: 40mm.
-VIGAS PREFABRICADAS: 35mm.

CUADRO COORDENADAS		
PUNTO	X	Y
1	415508.391	4589239.270
2	415503.659	4589239.090
3	415501.74	4589232.654
4	415500.716	4589230.821
5	415505.630	4589228.076
6	415512.716	4589232.839
7	415509.793	4589235.212
8	415504.354	4589231.194
9	415503.653	4589230.724
10	415512.575	4589229.623
11	415514.51	4589227.129
12	415516.523	4589223.782
13	415522.486	4589227.815
14	415520.302	4589231.046
15	415518.538	4589232.656

COORDENADAS POTS		
PUNTO	X	Y
A	415506.727	4589232.067
B	415508.47	4589233.238
C	415516.166	4589227.525
D	415517.906	4589228.701

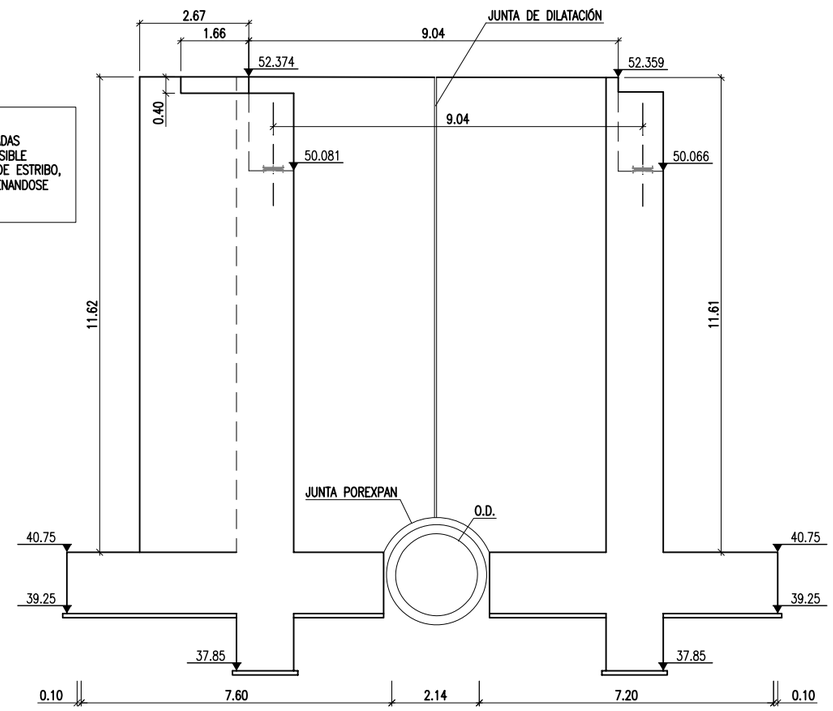
PLANTA
ESCALA 1/150



NOTA:
SI CON LAS PROFUNDIDADES DE CIMENTACIÓN INDICADAS EN ESTE PLANO NO SE ALCANZA UNA TENSIÓN ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO DE 0.40 N/mm2 EN ZAPATAS DE ESTRIBO, SE PROFUNDIZARÁ CUANTO FUESE NECESARIO, RELLENANDOSE LA ZONA CON HORMIGÓN HM-15.

SECCIÓN A-A'
ESCALA 1/50

VISTA POR -A-
ESCALA 1/150



TÍTULO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA EA DE ALTA VELOCIDAD A - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA : CASTELLBISBAL - PAPIOL	ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES / VIAS Y CONSTRUCCIONES S.A.	ESCALA 1/150 Numérica	0 1.875 3.75 Gráfica	FECHA JUNIO 2004	TÍTULO DEL PLANO VIADUCTO SOBRE VIAS DE ANCHO IBÉRICO (L.A.V.) ESTRIBO 1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	Nº DE PLANO 2.9.1.1 Hoja 2 de X

Geometría Estribo 1

3.2 ACCIONES EN CORONACIÓN

REACCIONES EN CORONACIÓN DE ESTRIBO

Separación Apoyos 2.1 m

	Estribo 1					
Caso de Carga	Fx	Fy	Fz	Mx	Fz Ap. 1	Fz Ap. 2
Peso Propio Viga			53.7	0.0	26.8	26.8
Peso Propio Losa			57.7	29.4	42.9	14.8
Cargas Muertas Max			85.0	38.9	61.0	23.9
Cargas Muertas Min			56.5	44.2	49.3	7.2
Total Perm Inicial (max)	9.8			**68.4**	**130.7**	**65.6**
Total Perm Infinito (max)	10.3			**68.4**	**135.2**	**70.1**
Total Perm Inicial (min)	8.4			**73.7**	**119.0**	**48.8**
Total Perm Infinito (min)	8.7			**73.7**	**122.4**	**52.2**
Hip 1 - SC max			11.0	41.2	25.1	-14.1
Hip 2 - SC min			-0.4	0.6	-0.5	0.1
Hip 1 - Tren máximo 1		10.0	156.5	12.3	84.1	72.4
Hip 2 - Tren máximo 2		10.0	160.3	121.8	22.2	138.1
Hip 3 - Tren mínimo 3		10.0	-6.2	0.5	-3.3	-2.9
Hip 4 - Tren mínimo 4		10.0	-6.2	-2.2	-2.0	-4.1
Frenado y Arranque max						
Fuerza Centrífuga max v150		7.3		19.2	9.2	-9.2
Fuerza Centrífuga max v350		21.5		56.7	27.0	-27.0
Gradiente Térmico			12.0		6.1	5.9
Interacción longitudinal						
Viento Transversal c.p.		13.6		29.6	14.1	-14.1
Viento Transversal c.p. + s.c.		9.7		38.6	18.4	-18.4

3.3 CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO 1 IZQUIERDO

El cálculo y dimensionamiento del estribo se detalla en las páginas siguientes. Las hipótesis de cálculo se exponen a continuación:

1. El cálculo se realiza en la hipótesis clásica como muro con acciones en coronación debidas a las reacciones horizontales y verticales transmitidas por el tablero. Los empujes del terreno se han calculado para un coeficiente de empuje K_a = 0,33 y una densidad del terreno de 2,0 T/m^3. No se han considerado eventuales empujes hidrostáticos al colocar un adecuado drenaje en el trasdós del estribo.

2. La cimentación se ha calculado para una tensión admisible de 40 Kp/cm^2. La Dirección facultativa deberá verificar si el terreno que aparece en la excavación cumple dicho criterio de dimensionamiento. En caso contrario, se deberá recalcular el Estribo.

3. El dimensionamiento de las armaduras de flexión y cortante del muro y zapata se realiza con los criterios de la Normativa vigente para estructuras de hormigón (EHE). Los coeficientes de seguridad de las acciones corresponden con un **nivel de control intenso γ_{fg} =1,35 y γ_{fq} =1,50.**

4. Las armaduras horizontales de flexión transversal se colocan de acuerdo con los valores mínimos exigidos por la Normativa EHE

```
**********************************************************
***                                                    ****
***    Programa de calculo para estribos generales     ****
***                                                    ****
***                        PEDELTA                     ****
***                                                    ****
**********************************************************
```

Nombre del proyecto: LAV 503+960 VIADUCTO SOBRE VÍAS ANCHO IB
Referencia del proyecto: Cálculo del Estribo 1 - Móvil

OBSERVACIONES A REALIZAR

1.Canto zapata = H/12 a H/8 :	Correcto
2.Ancho cimentación = 0.4 a 0.9 H:	Correcto
3.Ancho fuste = H/12 a H/8 :	Correcto
4.Puntera < 2(hzapata) => Cim.rígida	
5.Ancho murete = max(0.30,hmur/8):	Correcto

DATOS DE ENTRADA

Tipología del estribo

Tipo 1: Est cimentación superficial

Características de los materiales

Hormigón de alzados:	30.00 MPa
Hormigón de cimentación:	25.00 MPa
Resistencia acero armado:	500.00 MPa
Coeficiente de fluencia:	1.80
Módulo de deformación:	28576.79 MPa

Coeficientes de mayoración de acciones

C_g: 1.35 C_q: 1.50

Coeficientes de combinación de acciones

psi0: 0.80 psi1: 0.80 psi2: 0.20

Características del terreno

Altura tierras:	0.00 m
Ángulo roz.interno:	30.00º
Rozamiento tierras-tierras:	0.20
Rozamiento cimentac-tierras:	0.55
Peso específico del relleno:	20.00 kN/m3
Tensión admisible (MPa):	0.40 MPa
Carga última (MPa):	1.50 MPa
Talud:	2/3

Características de los apoyos

Número de apoyos:	2
Excentricidades:	
Exc: 1	0.200 m
Exc: 2	-1.900 m
Separación apoyos:	2.10 m
Excentricidad longitudinal:	0.50 m
Dim. lgtd apoyo (bapox):	0.54 m
Dim. transv apoyo (bapoy):	0.46 m
Altura apoyo:	0.10 m

Estados de carga

	Fz (kN)	MomentoX (mkN)	Apoyo: 1
Peso propio:	1352.00	0.00	
CP2:	0.00	0.00	
Pretensado:	0.00	0.00	
SC 100%:	251.00	0.00	
SC 50%:	-5.00	0.00	
V60 CEN:	1111.00	0.00	
V60 EXC:	222.00	0.00	
Gradiente:	61.00	0.00	
Deformac:	0.00	0.00	

	Fz (kN)	MomentoX (mkN)	Apoyo: 2
Peso propio:	701.00	0.00	
CP2:	0.00	0.00	
Pretensado:	0.00	0.00	
SC 100%:	-141.00	0.00	
SC 50%:	1.00	0.00	
V60 CEN:	454.00	0.00	
V60 EXC:	1381.00	0.00	
Gradiente:	59.00	0.00	
Deformac:	0.00	0.00	

Acciones horiz.	Fx (kN)	Fy (kN)	(Totales)
Relógicas:	103.00	0.00	
Temperatura:	0.00	0.00	
Frenado:	0.00	0.00	
Centrífuga:	0.00	215.00	
Viento_long:	0.00	0.00	
Sismo long:	0.00	0.00	
V_trav_fr:	0.00	136.00	
V_trav_dor:	0.00	0.00	
V_trav_conc:	0.00	97.00	
V_long_conc:	0.00	0.00	
Sismo tran:	0.00	0.00	

SC terraplén: 30.00 kN/m2

GEOMETRÍA DEL ESTRIBO Y ALETAS

Muro frontal

Largo zapata:	7.20 m
Canto zapata (HZ):	1.50 m
Ángulo cimentación:	0.00 m
Espesor horm. nivelación:	0.15 m
Altura muro derecha (HD):	9.33 m
Altura muro izquierda (HI):	9.33 m
Altura murete guarda (HMT):	2.30 m
Altura_1 cargadero (HM1):	0.50 m
Altura_2 cargadero (HM2):	0.00 m
Peralte:	0.00 m
Ancho zona apoyo (BM1):	1.10 m
Ancho murete guarda (BMT):	0.30 m
Ancho_1 cargadero (BM2):	0.00 m
Ancho fuste (BF):	1.40 m
Excentr. apoyos (EXC):	0.50 m
Zarpa (ZP):	2.80 m
Talón (TL):	2.85 m

GRADO DE EMPOTRAMIENTO

G_E Aleta-Muro:	0.000

DESGLOSE DEL PESO PROPIO DEL ESTRIBO

Parte del estribo	Volumen(m3)	ug(m)
Fuste del estribo		
Muro frontal	86.53	3.50
Muro frontal	0.00	3.50
Muro frontal	0.00	4.20
Muro frontal	4.90	3.50
Murete de guarda	4.83	4.05
Murete de guarda	0.00	3.90
Murete de guarda	0.00	3.90
Cajeado		
Macizos cajeado	0.00	3.90
Macizos cajeado	0.00	3.35
Macizos cajeado	0.00	3.35
Zapata	76.14	3.52

RESUMEN DE ACCIONES

Peso propio estribo: 4310.10 kN
Momento Myb: -15199.35 mkN

Peso tierras estr. : 4640.37 kN
Momento Myt: -26102.08 mkN

Empuje tierras : 4941.69 kN
Momento Mye: 23639.45 mkN

Roz vert tierras : 988.34 kN
Momento Myv: -6967.79 mkN

Sobrecarga estr. : 598.50 kN
Momento Myq: -3366.56 mkN

Planteamiento como ELU

1.Comprobación de la estabilidad global del estribo

Acciones características (ELS)

	ACCIÓN	Fx	Fz	Mya
(I)	Peso propio del estribo:	0.00	4310.10	-15199.35
(IIa)	Acc.tablero (Fz,max):	0.00	3838.00	-12665.40
(IIb)	Acc.tablero (Fz,min):	0.00	2052.20	-6772.26
(III)	Acc.tablero (Fx,max):	103.00	0.00	1125.79
(IV)	Empuje de tierras:	4941.69	0.00	23639.45
(V)	Peso de tierras:	0.00	4640.37	-26102.08
(VI)	Rozamiento vert. tierras:	0.00	988.34	-6967.79

Acciones mayoradas (ELU)

	ACCIÓN	Fx	Fz	Mya
(I)	Peso propio del estribo:	0.00	3879.09	-13679.41
(IIb)	Acc.tablero (Fz,min):	0.00	2771.55	-9146.12
(III)	Acc.tablero (Fx,max):	139.05	0.00	1519.82
(IV)	Empuje de tierras:	7412.54	0.00	35459.17
(V)	Peso de tierras:	0.00	6960.55	-39153.12
(VI)	Rozamiento vert. tierras:	0.00	1482.51	-10451.68
	TOTAL.....	7551.59	15093.70	-35451.34

RESULTADOS:
Excentricidad de la resultante respecto al borde frontal de la zapata:
ead: 2.35 m
eau: 2.10 m
eau < ead: Queda comprobada la estabilidad frente al vuelco

ESTRIBO 1 - IZQUIERDO

2.Comprobación de la seguridad global frente al deslizamiento
tg_ad: 0.53
ud: 0.55 Ángulo de roz. suelo-cimentación

tg_ad < ud : Queda satisfecha la seguridad global frente al deslizamiento

3.Comprobación en vacío
3a. Estabilidad al vuelco:
ead: 2.26 m
eau: 1.71 m
eau < ead: Queda comprobada la estabilidad frente al vuelco en vacío

3b. Estabilidad al deslizamiento:
tg_ad: 0.68
ud: 0.55 Ángulo de roz. suelo-cimentación

tg_ad < ud : No queda satisfecha la seguridad global frente al deslizamiento

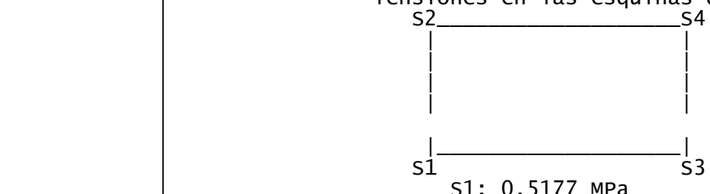
Debido a que no se verifica la seguridad frente al deslizamiento en vacío, será necesario disponer un tacón. El cálculo del mismo se adjunta en el presente apartado.

Comprobación de la máxima compresión unitaria sobre el terreno cim. (ELS)

Tensión máxima: 0.4792 MPa
Tensión media: 0.2714 MPa
Tensión mínima: 0.0636 MPa
Tensión admisible: 0.4000 MPa

Tensión máxima < 1.30·Tensión admisible => Correcto

Tensiones en las esquinas de la cimentación:



S1: 0.5177 MPa
S2: 0.1021 MPa
S3: 0.4407 MPa
S4: 0.0251 MPa

Planteamiento clásico-determinista

1b.Comprobación de la estabilidad al vuelco
Momento estabilizador: -60934.62 mkN
Momento desestabilizador: 24765.24 mkN
Coef. al vuelco (Csv): 2.46

2b.Comprobación de la estabilidad al deslizamiento
Fuerza estabilizadora: 7577.24 kN
Fuerza desestabilizadora: 5044.69 kN
Coef. al desliz.(Csd): 1.50

3b.Comprobación en vacío (construcción)
Coef. al vuelco (Csv): 2.04 Correcto
Coef. deslizamiento (Csd): 1.11 No satisface

Debido a que no se verifica la seguridad frente al deslizamiento en vacío, será necesario disponer un tacón. El cálculo del mismo se adjunta en el presente apartado.

ANÁLISIS DEL MURO FRONTAL DEL ESTRIBO

ANÁLISIS CON HIPÓTESIS DE DEFORMACIÓN PLANA__ELS

Momento Mz(-): 0.0 mkN/ml (Hip:Ménsula)
Momento Mz(+): 0.0 mkN/ml (Hip:Ménsula)
Momento My: 2827.1 mkN/ml (Hip:Ménsula)

ANÁLISIS CON HIPÓTESIS DE DEFORMACIÓN PLANA__ELU

Momento Mz(-): 0.0 mkN/ml (Hip:Ménsula)
Momento Mz(+): 0.0 mkN/ml (Hip:Ménsula)
Momento My: 3866.1 mkN/ml (Hip:Ménsula)

1. Dimensionamiento de la armadura horizontal

Resultados de armado	As1_cm2/ml	As2_cm2/ml
Armadura cálculo (-):	0.00	0.00
Armadura cálculo (+):	0.00	0.00
Armadura geom. mínima:	7.47	14.93

2. Dimensionamiento de la armadura vertical

Resultados de armado	As1_cm2/ml	As2_cm2/ml
Armadura cálculo:	59.26	17.78
Armadura geom. mínima:	12.60	4.20
Armadura mec. mínima:	25.76	7.73

CUANTÍAS ARMADO A LO LARGO DE LA ALTURA DEL FUSTE
---

z(i)	Fz(kN)	My(mkN/ml)	As1_cm2/ml	As2_cm2/ml
0.00	3.75	-4.87	25.76	7.73
0.50	7.50	-14.74	25.76	7.73
1.00	11.25	-30.85	25.76	7.73
1.50	15.00	-54.47	25.76	7.73
2.00	572.54	-252.00	25.76	7.73
2.50	590.04	-311.44	25.76	7.73
3.00	607.54	-372.20	25.76	7.73
3.50	625.04	-445.47	25.76	7.73
4.00	642.54	-532.48	25.76	7.73
4.50	660.04	-634.50	25.76	7.73
5.00	677.54	-752.77	25.76	7.73
5.50	695.04	-888.53	25.76	7.73
6.00	712.54	-1043.05	25.76	7.73
6.50	730.04	-1217.56	25.76	7.73
7.00	747.54	-1413.33	25.76	7.73
7.50	765.04	-1631.59	25.76	7.73
8.00	782.54	-1873.61	25.76	7.73
8.50	800.04	-2140.62	28.37	8.51
9.00	817.54	-2433.89	33.47	10.04
9.50	835.04	-2754.65	39.13	11.74
10.00	852.54	-3104.17	45.40	13.62
10.50	870.04	-3483.69	52.31	15.69
11.00	887.54	-3894.45	59.92	17.98
11.50	897.34	-3894.45	59.80	17.94
11.78	897.34	-3894.45	59.80	17.94

ESTRIBO 1 - IZQUIERDO

COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN A CORTANTE

1.Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
Vu1 > Vrd: Correcto

2.Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma

z(i)	Vrd (kN)
0.00	0.00
0.50	8.75
1.00	20.00
1.50	33.75
2.00	50.00
2.50	88.61
3.00	109.86
3.50	133.61
4.00	159.86
4.50	188.61
5.00	219.86
5.50	253.61
6.00	289.86
6.50	328.61
7.00	369.86
7.50	413.61
8.00	459.86
8.50	508.61
9.00	559.86
9.50	613.61
10.00	669.86
10.43	728.61

Eps: 1.38
ro: 0.0044
fck: 30.00
Vu2: 762.62 kN
Vrd: 728.61 kN
Vu2 > Vrd: Correcto

VERIFICACIÓN DE LA FISURACIÓN EN EL FUSTE DEL MURO

Acciones
Nk (kN): 892.09
Mk (mkN): -2336.58
Mfis(mkN): -1073.35

Mk > Mfis: Hay fisuración

Apertura de fisura (wk_mm)

phi\sep	10.	12.5	15.	20.
12.				
16.				
20.				
25.				
32.	0.1625	0.2086		

ARMADURA DEL MURETE DE GUARDA

Análisis a flexión:
Momento murete (mkN): 62.73

	As1_cm2	As2_cm2
Armadura de cálculo:	5.95	0.00
Armadura geométrica:	2.70	0.90
Armadura mecánica:	5.52	0.00

Comprobación de la sección a cortante:
1.Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
Vu1: 1500.00 kN
Vrd: 62.67 kN
Vu1 > Vrd : Correcto

2.Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
Eps: 1.89
ro: 0.0020
fck: 30.00 MPa
Vu2: 103.00 kN
Vrd: 62.67 kN
Vu2 > Vrd : Correcto

DIMENSIONAMIENTO DE LA CORONACION

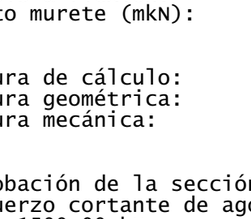
A. Nudos de compresión en coronación
1.Carga puntual
bx: 0.54 m
by: 0.46 m
fcd: 20.00 MPa
Nu: 10964.75 kN

Nd: 3923.10 kN

Nd < Nu: Correcto

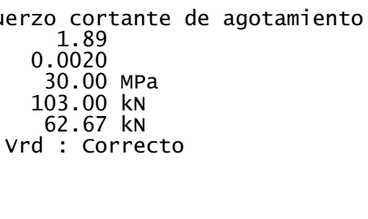
Configuración de los modelos de bielas y tirantes

1.Sentido longitudinal



Modelo de bielas y tirantes

2.Sentido transversal



Modelo de bielas y tirantes del análisis global

B. Armadura en coronación

Armadura global y:	5448.8 mm2	54.49 cm2
Direccion x:	1248.3 mm2	12.48 cm2
Direccion y:	1426.6 mm2	14.27 cm2

ARMADO DE LA PUNTERA DE LA CIMENTACIÓN
---

	as1(cm2/ml)	as2(cm2/ml)
Armado de cálculo:	33.15	0.00
Cuantía mínima geométrica:	13.50	13.50
Cuantía mínima mecánica:	23.00	0.00
Armado sentido transv.:	13.50	13.50

ARMADO DEL TALÓN DE LA CIMENTACIÓN
---

	as1(cm2/ml)	as2(cm2/ml)
Armado de cálculo:	0.00	23.86
Cuantía mínima geométrica:	13.50	13.50
Cuantía mínima mecánica:	0.00	23.00
Armado sentido transv.:	13.50	13.50

CUANTÍAS ARMADO A LO LARGO DEL TALÓN
---

x(i)	My(mkN)	As1_cm2/ml	As2_cm2/ml
0.00	39.14	13.50	23.00
0.50	156.57	13.50	23.00
1.00	352.28	13.50	23.00
1.50	626.27	13.50	23.00
2.00	978.55	13.50	23.00
2.50	1409.11	13.50	23.00
3.00	1466.04	13.50	23.86
3.06	1466.04	13.50	23.86

COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN A CORTANTE (TALÓN)

1.Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
Vu1 > Vrd: Correcto

2.Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma

x(i)	Vrd (kN)	Vu2(kN)
0.00	0.00	406.29
0.50	190.18	406.29
1.00	358.54	406.29
1.30	505.07	406.29

Eps: 1.37
ro: 0.0016
fck: 25.00 MPa
Vu2: 406.29 kN
Vrd: 505.07 kN
Vu2 < Vrd: Agota el alma por tracción

ESTRIBO 1 - IZQUIERDO

VERIFICACIÓN DE LA FISURACIÓN EN EL TALÓN DEL MURO

Acciones
- Nk (kN): 0.00
- Mk (mkN): -917.09
- Mfis(mkN): -1014.97

Mk < Mfis: No hay fisuración

CLASIFICACIÓN DEL ARMADO

		phi	Sep_cm/ml	As_cm2/ml
Longitudinal superior zapata,	1:	20.	12.5	23.86
Longitudinal inferior zapata,	2:	25.	10.0	33.15
Transversal superior zapata,	3:	20.	20.0	13.50
Transversal inferior zapata,	4:	20.	20.0	13.50
Laterales trasdós,	5:	20.	15.0	18.85
Laterales intradós,	6:	20.	15.0	18.85
Espera muro_intradós,	7:	20.	15.0	17.78
Vertical muro_intradós,	8:	20.	15.0	17.78
Espera muro_trasdós,	9:	32.	10.0	59.26
Vertical muro_trasdós,	10:	32.	10.0	59.26
Horizontal trasdós,	11:	16.	20.0	7.47
Horizontal intradós	12:	20.	20.0	14.93
Posición 13,hztal cargadero,	13:	16.	20.0	7.47
Posición 14,hztal reposo,	14:	32.	10.0	54.49
Posición 15,hztal murete,	15:	12.	20.0	5.65
Trasdós cargadero,	16:	20.	20.0	13.40
Posición 17,vert. reposo,	17:	20.	15.0	17.78
Vertical murete de guarda,	18:	12.	20.0	5.65

3.4 CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO 1 DERECHO

El cálculo y dimensionamiento del estribo se detalla en las páginas siguientes. Las hipótesis de cálculo se exponen a continuación:

1. El cálculo se realiza en la hipótesis clásica como muro con acciones en coronación debidas a las reacciones horizontales y verticales transmitidas por el tablero. Los empujes del terreno se han calculado para un coeficiente de empuje K_a = 0,3 y una densidad del terreno de 2,0 T/m^3. No se han considerado eventuales empujes hidrostáticos al colocar un adecuado drenaje en el trasdós del estribo.

2. La cimentación se ha calculado para una tensión admisible de 40 Kp/cm^2. La Dirección facultativa deberá verificar si el terreno que aparece en la excavación cumple dicho criterio de dimensionamiento. En caso contrario, se deberá recalcular el Estribo.

3. El dimensionamiento de las armaduras de flexión y cortante del muro y zapata se realiza con los criterios de la Normativa vigente para estructuras de hormigón (EHE). Los coeficientes de seguridad de las acciones corresponden con un **nivel de control intenso γ_{fg} =1,35 y γ_{fq} =1,50.**

4. Las armaduras horizontales de flexión transversal se colocan de acuerdo con los valores mínimos exigidos por la Normativa EHE

```
**********************************************************
***                                                    ****
***    Programa de calculo para estribos generales     ****
***                                                    ****
***                        PEDELTA                     ****
***                                                    ****
**********************************************************

Nombre del proyecto:     LAV 503+960 VIADUCTO SOBRE VÍAS ANCHO IB
Referencia del proyecto: Cálculo del Estribo 1 - Móvil

OBSERVACIONES A REALIZAR
-------------------------------------
1.Canto zapata = H/12 a H/8 :      Correcto
2.Ancho cimentación = 0.4 a 0.9 H: Correcto
3.Ancho fuste = H/12 a H/8 :       Correcto
4.Puntera < 2(hzapata) => Cim.rígida
5.Ancho murete = max(0.30,hmur/8): Correcto


DATOS DE ENTRADA
---------------------------------------------
Tipología del estribo
---------------------------------------------
   Tipo 1: Est cimentación superficial


Características de los materiales
---------------------------------------------
Hormigón de alzados:          30.00 MPa
Hormigón de cimentación:      25.00 MPa
Resistencia acero armado:    500.00 MPa
Coeficiente de fluencia:       1.80
Módulo de deformación:     28576.79 MPa


Coeficientes de mayoración de acciones
---------------------------------------------
C_g:    1.35      C_q:    1.50

Coeficientes de combinación de acciones
---------------------------------------------
psi0:   0.80      psi1:   0.80      psi2:   0.20


Características del terreno
---------------------------------------------
Altura tierras:                0.00 m
Ángulo roz.interno:           30.00º
Rozamiento tierras-tierras:    0.20
Rozamiento cimentac-tierras:   0.55
Peso específico del relleno:  20.00 kN/m3
Tensión admisible (MPa):       0.40 MPa
Carga última (MPa):            1.50 MPa
Talud:                         2/3


Características de los apoyos
---------------------------------------------
Número de apoyos:              2
Excentricidades:
      Exc: 1     0.200 m
      Exc: 2    -1.900 m
Separación apoyos:             2.10 m
Excentricidad longitudinal:    0.50 m
Dim. lgtd apoyo (bapox):       0.54 m
Dim. transv apoyo (bapoy):     0.46 m
Altura apoyo:                  0.10 m
```



```
Estados de carga
-------------------------------------------------
                  Fz (kN)  MomentoX (mkN) ___Apoyo:  1
Peso propio:       1352.00       0.00
CP2:                  0.00       0.00
Pretensado:           0.00       0.00
SC 100%:            251.00       0.00
SC 50%:              -5.00       0.00
V60 CEN:           1111.00       0.00
V60 EXC:            222.00       0.00
Gradiente:           61.00       0.00
Deformac:             0.00       0.00
                  Fz (kN)  MomentoX (mkN) ___Apoyo:  2
Peso propio:        701.00       0.00
CP2:                  0.00       0.00
Pretensado:           0.00       0.00
SC 100%:           -141.00       0.00
SC 50%:               1.00       0.00
V60 CEN:            454.00       0.00
V60 EXC:           1381.00       0.00
Gradiente:           59.00       0.00
Deformac:             0.00       0.00


Acciones horiz.    Fx (kN)   Fy (kN)   (Totales)
Relógicas:          103.00      0.00
Temperatura:          0.00      0.00
Frenado:              0.00      0.00
Centrífuga:           0.00    215.00
Viento_long:          0.00      0.00
Sismo long:           0.00      0.00
V_trav_fr:            0.00    136.00
V_trav_dor:           0.00      0.00
V_trav_conc:          0.00     97.00
V_long_conc:          0.00      0.00
Sismo tran:           0.00      0.00

SC terraplén:        30.00 kN/m2


GEOMETRÍA DEL ESTRIBO Y ALETAS
-------------------------------------------------
Muro frontal
      Largo zapata:                    7.20 m
      Canto zapata (HZ):               1.50 m
      Ángulo cimentación:              0.00 m
      Espesor horm. nivelación:        0.15 m
      Altura muro derecha (HD):        9.33 m
      Altura muro izquierda (HI):      9.33 m
      Altura murete guarda (HMT):      2.30 m
      Altura_1 cargadero (HM1):        0.50 m
      Altura_2 cargadero (HM2):        0.00 m
      Peralte:                         0.00 m
      Ancho zona apoyo (BM1):          1.10 m
      Ancho murete guarda (BMT):       0.30 m
      Ancho_1 cargadero (BM2):         0.00 m
      Ancho fuste (BF):                1.40 m
      Excentr. apoyos (EXC):           0.50 m
      Zarpa (ZP):                      2.20 m
      Talón (TL):                      4.15 m


GRADO DE EMPOTRAMIENTO
      G_E Aleta-Muro:                0.000
```

DESGLOSE DEL PESO PROPIO DEL ESTRIBO

Parte del estribo	Volumen(m3)	ug(m)
Fuste del estribo		
Muro frontal	86.53	2.90
Muro frontal	0.00	2.90
Muro frontal	0.00	3.60
Muro frontal	4.90	2.90
Murete de guarda	4.83	3.45
Murete de guarda	0.00	3.30
Murete de guarda	0.00	3.30
Cajeado		
Macizos cajeado	0.00	3.30
Macizos cajeado	0.00	2.75
Macizos cajeado	0.00	2.75
Zapata	83.70	3.88

RESUMEN DE ACCIONES

Peso propio estribo: 4499.10 kN
Momento Myb: -15153.99 mkN

Peso tierras estr. : 6757.03 kN
Momento Myt: -38346.15 mkN

Empuje tierras : 4941.69 kN
Momento Mye: 23639.45 mkN

Roz vert tierras : 988.34 kN
Momento Myv: -7659.63 mkN

Sobrecarga estr. : 871.50 kN
Momento Myq: -4945.76 mkN

Planteamiento como ELU

1.Comprobación de la estabilidad global del estribo

Acciones características (ELS)

	ACCIÓN	Fx	Fz	Mya
(I)	Peso propio del estribo:	0.00	4499.10	-15153.99
(IIa)	Acc.tablero (Fz,max):	0.00	3838.00	-10362.60
(IIb)	Acc.tablero (Fz,min):	0.00	2052.20	-5540.94
(III)	Acc.tablero (Fx,max):	103.00	0.00	1125.79
(IV)	Empuje de tierras:	4941.69	0.00	23639.45
(V)	Peso de tierras:	0.00	6757.03	-38346.15
(VI)	Rozamiento vert. tierras:	0.00	988.34	-7659.63

Acciones mayoradas (ELU)

	ACCIÓN	Fx	Fz	Mya
(I)	Peso propio del estribo:	0.00	4049.19	-13638.59
(IIb)	Acc.tablero (Fz,min):	0.00	2771.55	-7483.19
(III)	Acc.tablero (Fx,max):	139.05	0.00	1519.82
(IV)	Empuje de tierras:	7412.54	0.00	35459.17
(V)	Peso de tierras:	0.00	10135.54	-57519.22
(VI)	Rozamiento vert. tierras:	0.00	1482.51	-11489.44
	TOTAL.....	7551.59	18438.79	-53151.45

RESULTADOS:
Excentricidad de la resultante respecto al borde frontal de la zapata:
ead: 2.88 m
eau: 2.56 m
eau < ead: Queda comprobada la estabilidad frente al vuelco

ESTRIBO 1 - DERECHO

2.Comprobación de la seguridad global frente al deslizamiento
tg_ad: 0.45
ud: 0.55 Ángulo de roz. suelo-cimentación

tg_ad < ud : Queda comprobada la seguridad global frente al deslizamiento

3.Comprobación en vacío
3a. Estabilidad al vuelco:
ead: 3.01 m
eau: 2.18 m
eau < ead: Queda comprobada la estabilidad frente al vuelco en vacío

3b. Estabilidad al deslizamiento:
tg_ad: 0.52
ud: 0.55 Ángulo de roz. suelo-cimentación

tg_ad < ud : Queda comprobada la seguridad global frente al deslizamiento

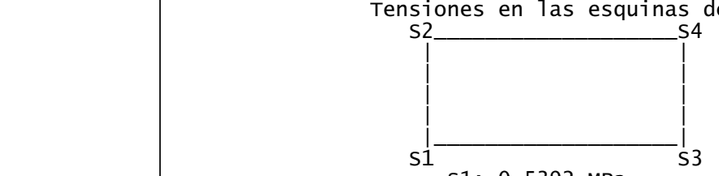
Comprobación de la máxima compresión unitaria sobre el terreno cim. (ELS)

ea_cp: 2.61 m > (Ancho zapata)/3 => Ley de tensiones trapecial

Tensión máxima: 0.5041 MPa
Tensión media: 0.2882 MPa
Tensión mínima: 0.0723 MPa
Tensión admisible: 0.4000 MPa

Tensión máxima < 1.30·Tensión admisible => Correcto

Tensiones en las esquinas de la cimentación:



S1: 0.5392 MPa
S2: 0.1073 MPa
S3: 0.4691 MPa
S4: 0.0373 MPa

Planteamiento clásico-determinista

1b.Comprobación de la estabilidad al vuelco
Momento estabilizador: -71522.37 mkN
Momento desestabilizador: 24765.24 mkN
Coef. al vuelco (Csv): 2.89

2b.Comprobación de la estabilidad al deslizamiento
Fuerza estabilizadora: 8845.36 kN
Fuerza desestabilizadora: 5044.69 kN
Coef. al desliz.(Csd): 1.75

3b.Comprobación en vacío (construcción)
Coef. al vuelco (Csv): 2.59 Correcto
Coef. deslizamiento (Csd): 1.36 No satisface

Debido a que no se verifica la seguridad frente al deslizamiento en vacío, será necesario disponer un tacón. El cálculo del mismo se adjunta en el presente apartado.

ANÁLISIS DEL MURO FRONTAL DEL ESTRIBO

ANÁLISIS CON HIPÓTESIS DE DEFORMACIÓN PLANA__ELS

Momento Mz(-): 0.0 mkN/ml (Hip:Ménsula)
Momento Mz(+): 0.0 mkN/ml (Hip:Ménsula)
Momento My: 2827.1 mkN/ml (Hip:Ménsula)

ANÁLISIS CON HIPÓTESIS DE DEFORMACIÓN PLANA__ELU

Momento Mz(-): 0.0 mkN/ml (Hip:Ménsula)
Momento Mz(+): 0.0 mkN/ml (Hip:Ménsula)
Momento My: 3866.1 mkN/ml (Hip:Ménsula)

1. Dimensionamiento de la armadura horizontal

Resultados de armado	As1_cm2/ml	As2_cm2/ml
Armadura cálculo (-):	0.00	0.00
Armadura cálculo (+):	0.00	0.00
Armadura geom. mínima:	7.47	14.93

2. Dimensionamiento de la armadura vertical

Resultados de armado	As1_cm2/ml	As2_cm2/ml
Armadura cálculo:	59.26	17.78
Armadura geom. mínima:	12.60	4.20
Armadura mec. mínima:	25.76	7.73

CUANTÍAS ARMADO A LO LARGO DE LA ALTURA DEL FUSTE
---

z(i)	Fz(kN)	My(mkN/ml)	As1_cm2/ml	As2_cm2/ml
0.00	3.75	-4.87	25.76	7.73
0.50	7.50	-14.74	25.76	7.73
1.00	11.25	-30.85	25.76	7.73
1.50	15.00	-54.47	25.76	7.73
2.00	572.54	-252.00	25.76	7.73
2.50	590.04	-311.44	25.76	7.73
3.00	607.54	-372.20	25.76	7.73
3.50	625.04	-445.47	25.76	7.73
4.00	642.54	-532.48	25.76	7.73
4.50	660.04	-634.50	25.76	7.73
5.00	677.54	-752.77	25.76	7.73
5.50	695.04	-888.53	25.76	7.73
6.00	712.54	-1043.05	25.76	7.73
6.50	730.04	-1217.56	25.76	7.73
7.00	747.54	-1413.33	25.76	7.73
7.50	765.04	-1631.59	25.76	7.73
8.00	782.54	-1873.61	25.76	7.73
8.50	800.04	-2140.62	28.37	8.51
9.00	817.54	-2433.89	33.47	10.04
9.50	835.04	-2754.65	39.13	11.74
10.00	852.54	-3104.17	45.40	13.62
10.50	870.04	-3483.69	52.31	15.69
11.00	887.54	-3894.45	59.92	17.98
11.50	897.34	-3894.45	59.80	17.94
11.78	897.34	-3894.45	59.80	17.94

ESTRIBO 1 - DERECHO

COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN A CORTANTE

1.Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
Vu1 > Vrd: Correcto

2.Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma

z(i)	Vrd (kN)
0.00	0.00
0.50	8.75
1.00	20.00
1.50	33.75
2.00	50.00
2.50	88.61
3.00	109.86
3.50	133.61
4.00	159.86
4.50	188.61
5.00	219.86
5.50	253.61
6.00	289.86
6.50	328.61
7.00	369.86
7.50	413.61
8.00	459.86
8.50	508.61
9.00	559.86
9.50	613.61
10.00	669.86
10.43	728.61

Eps: 1.38
ro: 0.0044
fck: 30.00
Vu2: 767.89 kN
Vrd: 728.61 kN
Vu2 > Vrd: Correcto

VERIFICACIÓN DE LA FISURACIÓN EN EL FUSTE DEL MURO

Acciones
Nk (kN): 892.09
Mk (mkN): -2336.58
Mfis(mkN): -1073.35

Mk > Mfis: Hay fisuración

Apertura de fisura (wk_mm)

phi\sep	10.	12.5	15.	20.
12.				
16.				
20.				
25.				
32.	0.1625	0.2086		

ARMADURA DEL MURETE DE GUARDA

Análisis a flexión:
Momento murete (mkN): 62.73

	As1_cm2	As2_cm2
Armadura de cálculo:	5.95	0.00
Armadura geométrica:	2.70	0.90
Armadura mecánica:	5.52	0.00

Comprobación de la sección a cortante:
1.Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
Vu1: 1500.00 kN
Vrd: 62.67 kN
Vu1 > Vrd : Correcto

2.Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
Eps: 1.89
ro: 0.0020
fck: 30.00 MPa
Vu2: 103.00 kN
Vrd: 62.67 kN
Vu2 > Vrd : Correcto

DIMENSIONAMIENTO DE LA CORONACION

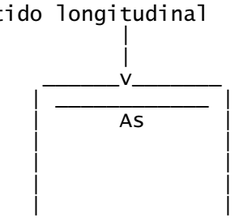
A. Nudos de compresión en coronación
1.Carga puntual
bx: 0.54 m
by: 0.46 m
fcd: 20.00 MPa
Nu: 10964.75 kN

Nd: 3923.10 kN

Nd < Nu: Correcto

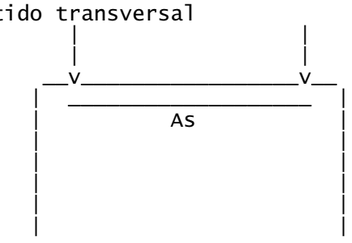
Configuración de los modelos de bielas y tirantes

1.Sentido longitudinal



Modelo de bielas y tirantes

2.Sentido transversal



Modelo de bielas y tirantes del análisis global

B. Armadura en coronación

Armadura global y:	5448.8 mm2	54.49 cm2
Direccion x:	1248.3 mm2	12.48 cm2
Direccion y:	1426.6 mm2	14.27 cm2

ARMADO DE LA PUNTERA DE LA CIMENTACIÓN
---

	as1(cm2/ml)	as2(cm2/ml)
Armado de cálculo:	24.36	0.00
Cuantía mínima geométrica:	13.50	13.50
Cuantía mínima mecánica:	23.00	0.00
Armado sentido transv.:	13.50	13.50

ARMADO DEL TALÓN DE LA CIMENTACIÓN
---

	as1(cm2/ml)	as2(cm2/ml)
Armado de cálculo:	0.00	39.66
Cuantía mínima geométrica:	13.50	13.50
Cuantía mínima mecánica:	0.00	23.00
Armado sentido transv.:	13.50	13.50

CUANTÍAS ARMADO A LO LARGO DEL TALÓN
---

x(i)	My(mkN)	As1_cm2/ml	As2_cm2/ml
0.00	31.51	13.50	23.00
0.50	126.02	13.50	23.00
1.00	283.55	13.50	23.00
1.50	504.08	13.50	23.00
2.00	787.63	13.50	23.00
2.50	1134.18	13.50	23.00
3.00	1543.75	13.50	25.16
3.50	2016.33	13.50	33.15
4.00	2395.60	13.50	39.66
4.36	2395.60	13.50	39.66

COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN A CORTANTE (TALÓN)

1.Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
Vu1 > Vrd: Correcto

2.Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma

x(i)	Vrd (kN)	Vu2(kN)
0.00	0.00	481.31
0.50	172.22	481.31
1.00	325.24	481.31
1.50	459.07	481.31
2.00	573.70	481.31
2.50	669.13	481.31
2.60	745.37	481.31

Eps: 1.37
ro: 0.0027
fck: 25.00 MPa
Vu2: 481.31 kN
Vrd: 745.37 kN
Vu2 < Vrd: Agota el alma por tracción

ESTRIBO 1 - DERECHO

VERIFICACIÓN DE LA FISURACIÓN EN EL TALÓN DEL MURO

Acciones
Nk (kN): 0.00
Mk (mkN): -1841.04
Mfis(mkN): -1014.97

Mk > Mfis: Hay fisuración

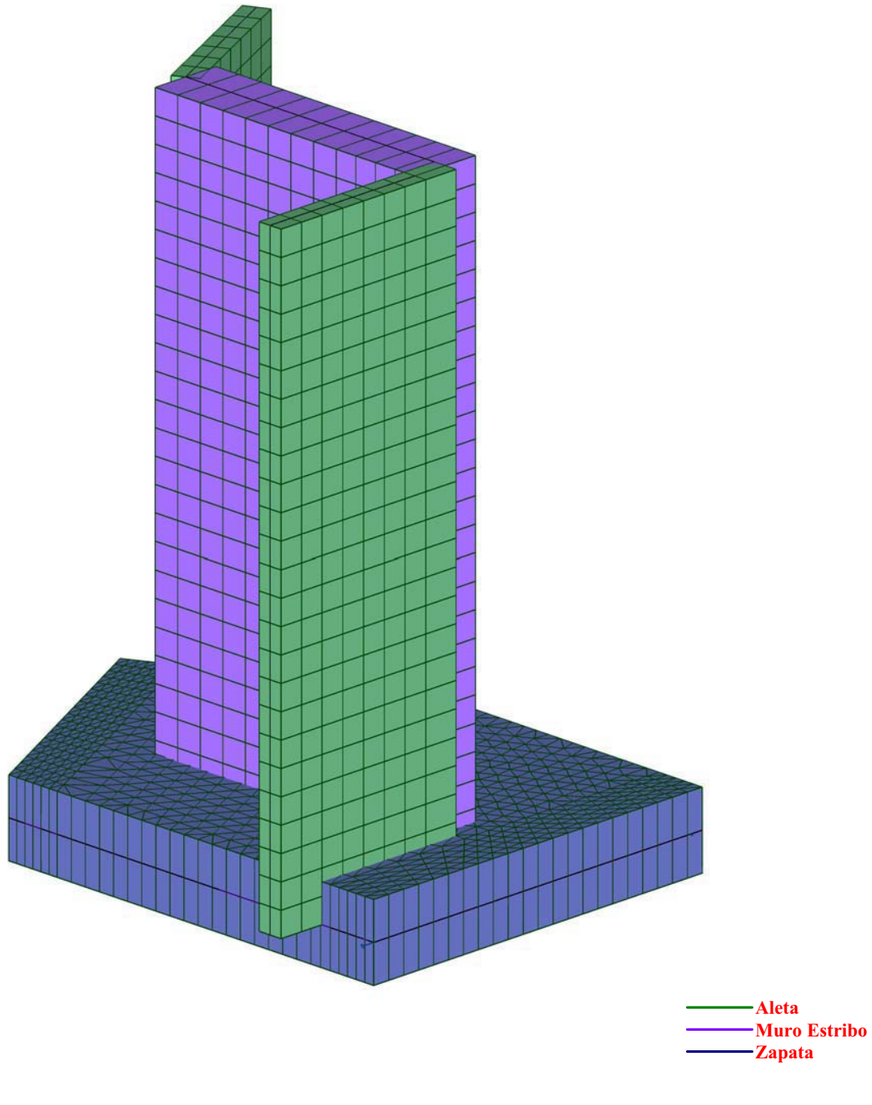
Apertura de fisura (wk_mm)

phi\sep	10.	12.5	15.	20.
12.				
16.				
20.				
25.	0.1314			
32.	0.0822	0.1159	0.1550	0.2491

CLASIFICACIÓN DEL ARMADO

		phi	Sep_cm/ml	As_cm2/ml
Longitudinal superior zapata,	1:	25.	10.0	39.66
Longitudinal inferior zapata,	2:	20.	12.5	24.36
Transversal superior zapata,	3:	20.	20.0	13.50
Transversal inferior zapata,	4:	20.	20.0	13.50
Laterales trasdós,	5:	20.	15.0	18.85
Laterales intradós,	6:	20.	15.0	18.85
Espera muro_intradós,	7:	20.	15.0	17.78
Vertical muro_intradós,	8:	20.	15.0	17.78
Espera muro_trasdós,	9:	32.	10.0	59.26
Vertical muro_trasdós,	10:	32.	10.0	59.26
Horizontal trasdós,	11:	16.	20.0	7.47
Horizontal intradós	12:	20.	20.0	14.93
Posición 13,hztal cargadero,	13:	16.	20.0	7.47
Posición 14,hztal reposo,	14:	32.	10.0	54.49
Posición 15,hztal murete,	15:	12.	20.0	5.65
Trasdós cargadero,	16:	20.	20.0	13.40
Posición 17,vert. reposo,	17:	20.	15.0	17.78
Vertical murete de guarda,	18:	12.	20.0	5.65

Modelo de Cálculo: Obtención Tensiones en Terreno



ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Estribo1 - Dcha.rtd**

Características de los Paneles que Componen la Estructura

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (m)	KZ (T/m3)
Zapata	1A5	HA - 25	constante	1.500	8000.00
Aleta	21 26A28	HA - 25	constante	0.500	0.0000
Muro Estribo	11A13	HA - 25	constante	1.400	0.0000

Apoyos Aplicados a la Estructura

Nombre del apoyo	Lista de nudos	Condiciones de apoyo
Atado Zapata	29 1510	UX UY

Cargas Aplicadas a la Estructura

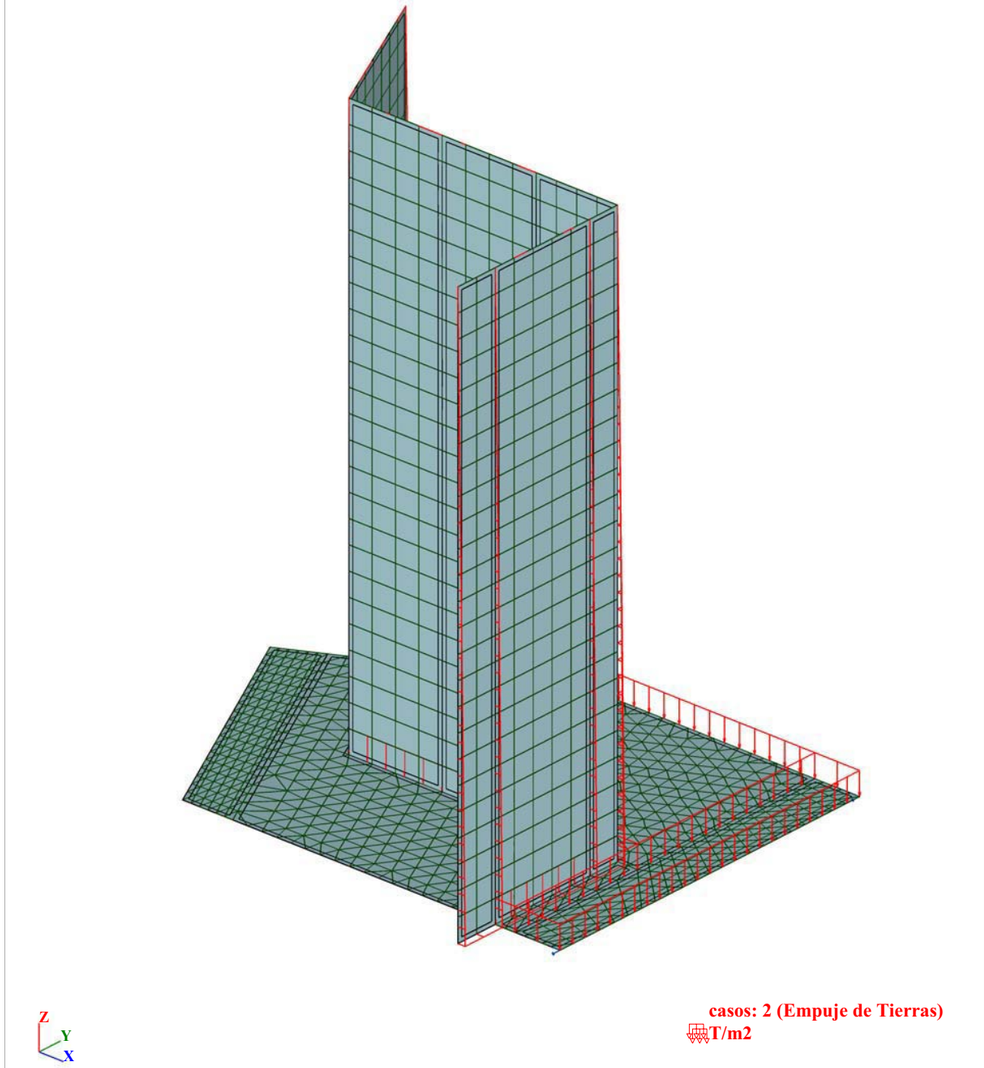
Caso	Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	Peso Propio	peso propio	1A5 11A13 21 26A28	PZ Menos Coef=1.00
2	Empuje de Tierras	(EF) superficial 3p	11A13	PZ3=-8.23(T/m2) local N1X=1.953(m) N1Y=3.100(m) N1Z=12.350(m) N2X=5.866(m) N2Y=3.100(m) N2Z=12.350(m) N3X=5.866(m) N3Y=3.100(m) N3Z=0.0000(m)
2	Empuje de Tierras	(EF) superficial 3p	26A28	PZ3=-8.23(T/m2) local N1X=5.866(m) N1Y=-0.945(m) N1Z=12.350(m) N2X=5.866(m) N2Y=3.100(m) N2Z=12.350(m) N3X=5.866(m) N3Y=3.100(m) N3Z=0.0000(m)
2	Empuje de Tierras	(EF) superficial 3p	21	PZ3=-8.23(T/m2) local N1X=-0.134(m) N1Y=3.100(m) N1Z=12.350(m) N2X=-1.674(m) N2Y=6.282(m) N2Z=12.350(m) N3X=-1.674(m) N3Y=6.282(m) N3Z=0.0000(m)
2	Empuje de Tierras	(EF) uniforme	1 2 4	PZ=-24.70(T/m2)
3	Sobrecarga Trasdós	(EF) uniforme	11A13 21 26A28	PZ=-1.00(T/m2) local
3	Sobrecarga Trasdós	(EF) uniforme	1 2 4	PZ=-3.00(T/m2)
4	Carga Tablero - ELS	fuerza nodal	11	FZ=-93.90(T)
4	Carga Tablero - ELS	fuerza nodal	13	FZ=-286.10(T)

Combinación de Acciones

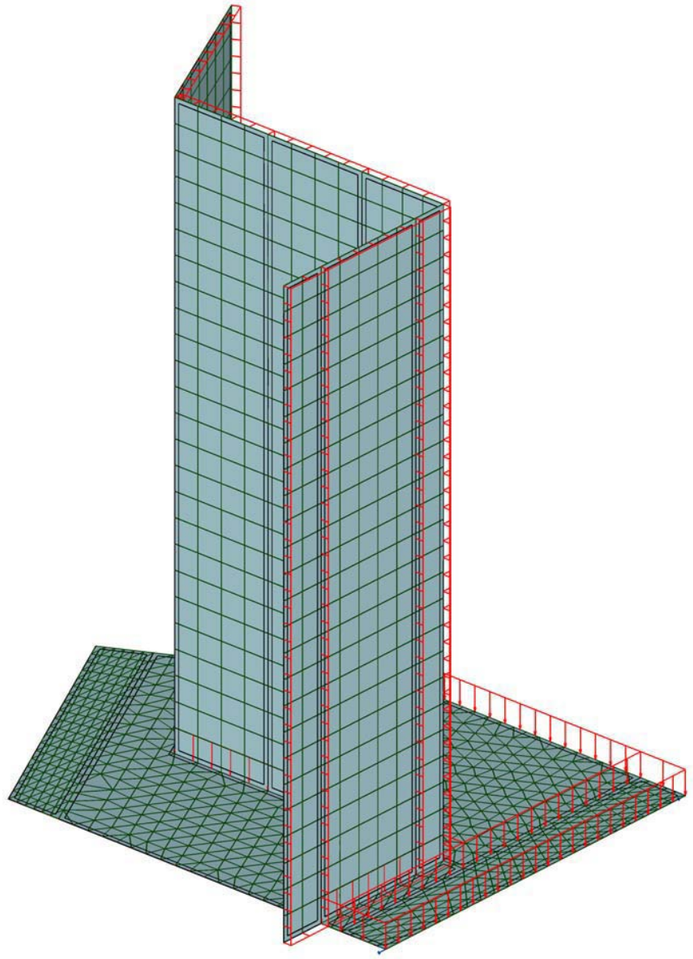
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de caso	Definición
11	ELS-1	Combinación N-L		(1+2+3+4)*1.00
21	ELU-1	Combinación N-L		1*1.35+(2+3)*1.50

ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Estribo1 - Dcha.rtd**

Cargas Aplicadas - Empuje del Terreno



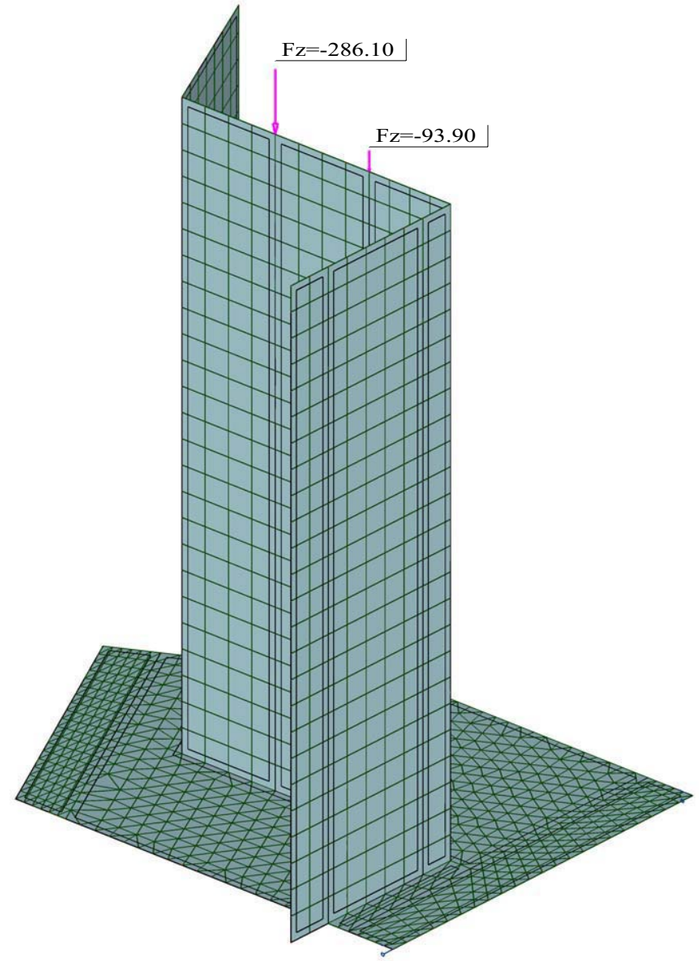
Cargas Aplicadas - Sobrecarga en Trasdós



casos: 3 (Sobrecarga Trasdós)
T/m2

ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Estribo1 - Dcha.rtd**

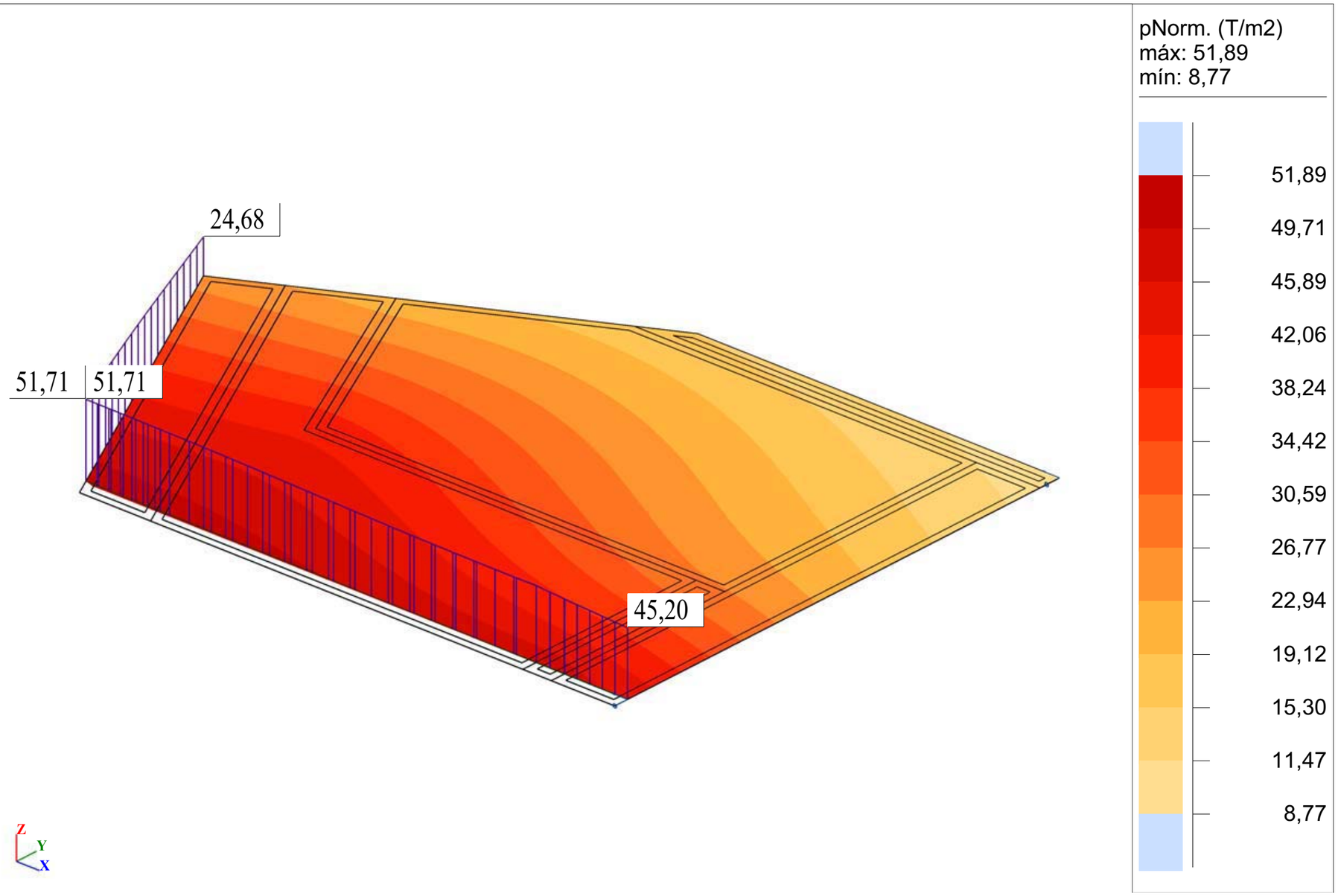
Cargas Aplicadas - Carga de Tablero



casos: 4 (Carga Tablero - ELS)
T

© RoboBAT 1996-2003

Tensiones en Terreno - ELS



PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

CÁLCULO DEL TACÓN

Tanto en el estribo derecho como en el estribo izquierdo, será necesario disponer un tacón para poder verificar la estabilidad al deslizamiento durante construcción.

El cálculo del tacón se realizará tomando la geometría del estribo 1 izquierdo, al ser éste el que tiene menor longitud de talón y, por tanto, menor coef. de seguridad frente al deslizamiento.

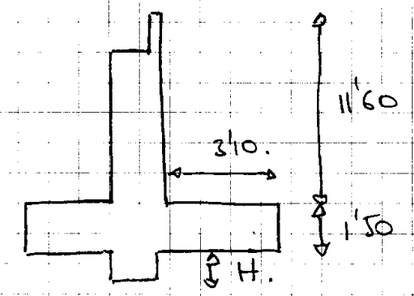
Los cálculos realizados son, por tanto, también válidos para el estribo derecho.

Como se puede observar en los resultados adjuntos, el estribo no cumple la condición de estabilidad frente al deslizamiento durante construcción.

Para solucionar este problema se dispondrá un tacón.

A continuación se detalla el cálculo y la obtención de armadura a disponer en el mismo.

OBTENCIÓN de la GEOMETRÍA del TACÓN:



* Empujes

· E. Activo Tierras:

$E_T = (11'6 + 1'50)^2 \cdot \frac{2'0}{2} \cdot k_a$

$E_T = 56'63$ T/m.

· E. Activo SC construcc.

$E_{scc} = 1'0 \cdot (11'6 + 1'50) \cdot k_a =$

$= 4'32$ T/m.

Luego, el empuje en el estribo durante construcción es:

$E_{constr} = 56'63 + 4'32 = 60'95$ T.

PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

Para contrarrestar el empuje tenemos la fuerza de rozamiento y el empuje pasivo que puede desarrollar el tacón:

Fuerza Rozamiento:

- Peso Estructura: $25'65 \cdot 2'50 = 64'125$ T/m.
- Peso Tierras sobre talón: $3'10 \cdot 11'60 \cdot 2'0 = 71'92$ T/m
- Peso SC sobre talón: $1'0 \cdot 3'10 = 3'10$ T/m.

Luego, Fuerza Rozamiento: $F_{roz} = F_v \cdot \mu_{rozamiento}$.

Siendo, $F_v = 64'125 + 71'92 + 3'10 =$
$= 139'145$ T.

$\mu = 0'55$

$F_{roz} = 0'55 \cdot 139'145 = 76'53$ T/m.

Si no dispusiesemos tacón, el coef. de seguridad en construcción sería:

$$C.S_{const} = \frac{76'53}{60'93} = 1'25.$$

Queremos, no obstante, un C.S de 1'50.

Por tanto, la fuerza horizontal que debe ~~[illegible]~~ desarrollar el tacón es:

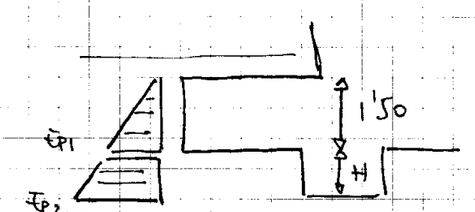
PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

$$\frac{F_{rac} + F_{roz}}{E_{constr}} \geq 1'50 \rightarrow$$

$$-F_{tac} \geq 1'50 \cdot E_{constr} - F_{roz} =$$
$$= 1'50 \cdot 60'93 - 76'53 = 14'90 \text{ T.}$$

La fuerza horizontal que desarrolla el tacón es a través del empuje pasivo:



$E_{p2} = 1'50 \cdot 2'0 \cdot k_p = 3'0 \cdot 3 = 9$ T/m².

$E_{p2} = (1'50 + H) \cdot 2 \cdot k_p = 9 + 6H$ T/m².

$$E_{p\,tacón} = \frac{E_{p1} + E_{p2}}{2} \cdot H = \frac{9 + 9 + 6H}{2} \cdot H$$

$E_{p\,tacón} = 9H + 3H^2$.

Luego; $9H + 3H^2 \geq 14'90$.

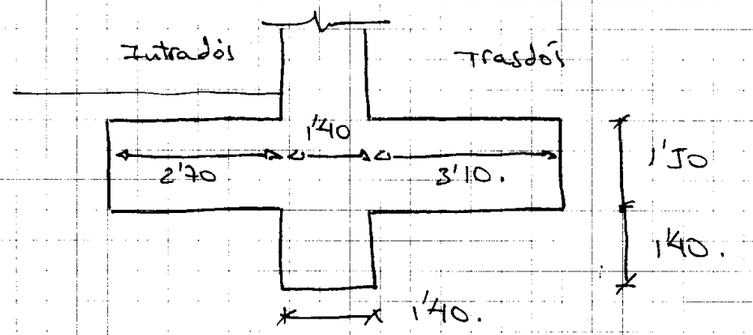
$\rightarrow H \geq 1'19$ m.

Dispondremos un tacón de 1'40 m.

PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

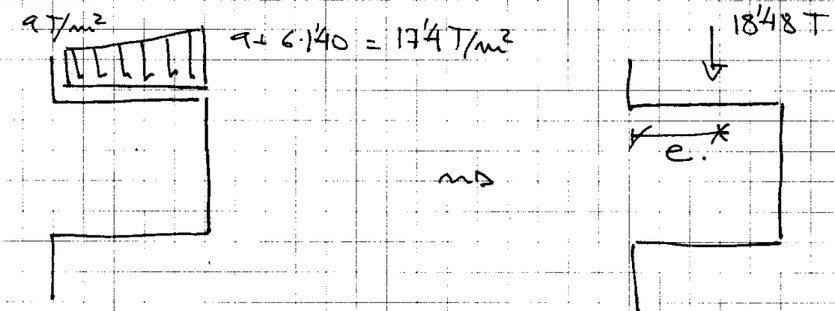
GEOMETRÍA TACÓN:



CÁLCULO del ARMADO:

El armado del tacón se calculará considerando este como una ménsula corta.

Fuerza sobre tacón:



Dónde:

$$e = \frac{(9 \cdot 1'40)\frac{1'40}{2} + (6 \cdot \frac{1'40 \cdot 1'40}{2}) \cdot \frac{2 \cdot 1'40}{3}}{18'48}$$

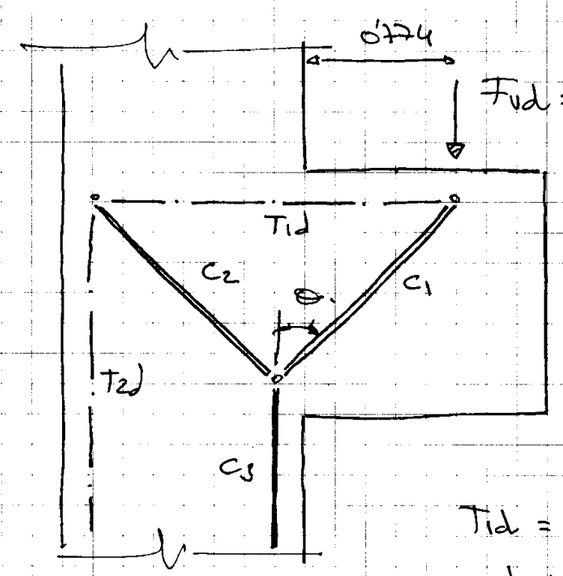
$$e = 0'774 \text{ m.}$$

PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

* CÁLCULO TACÓN *

FECHA HOJA

MODELO de BIELAS y TIRANTES.



$F_{vd} = 18'48 \cdot 1'50 = 27'72$ T/m

$\cot g\, \theta = 1'0$.

$T_{id} = F_{vd} \cdot tg\, \theta = F_{vd} = 27'72$ T/m

$A_{s1} \cdot f_{yd} \geq T_{id}$

$A_{s1} \geq \frac{27'72}{4} = 6'93 \text{ cm}^2/\text{m}$.

$T_{2d} = 0'20\, F_{vd} = 0'20 \cdot 27'72 = 5'54$ T/m.

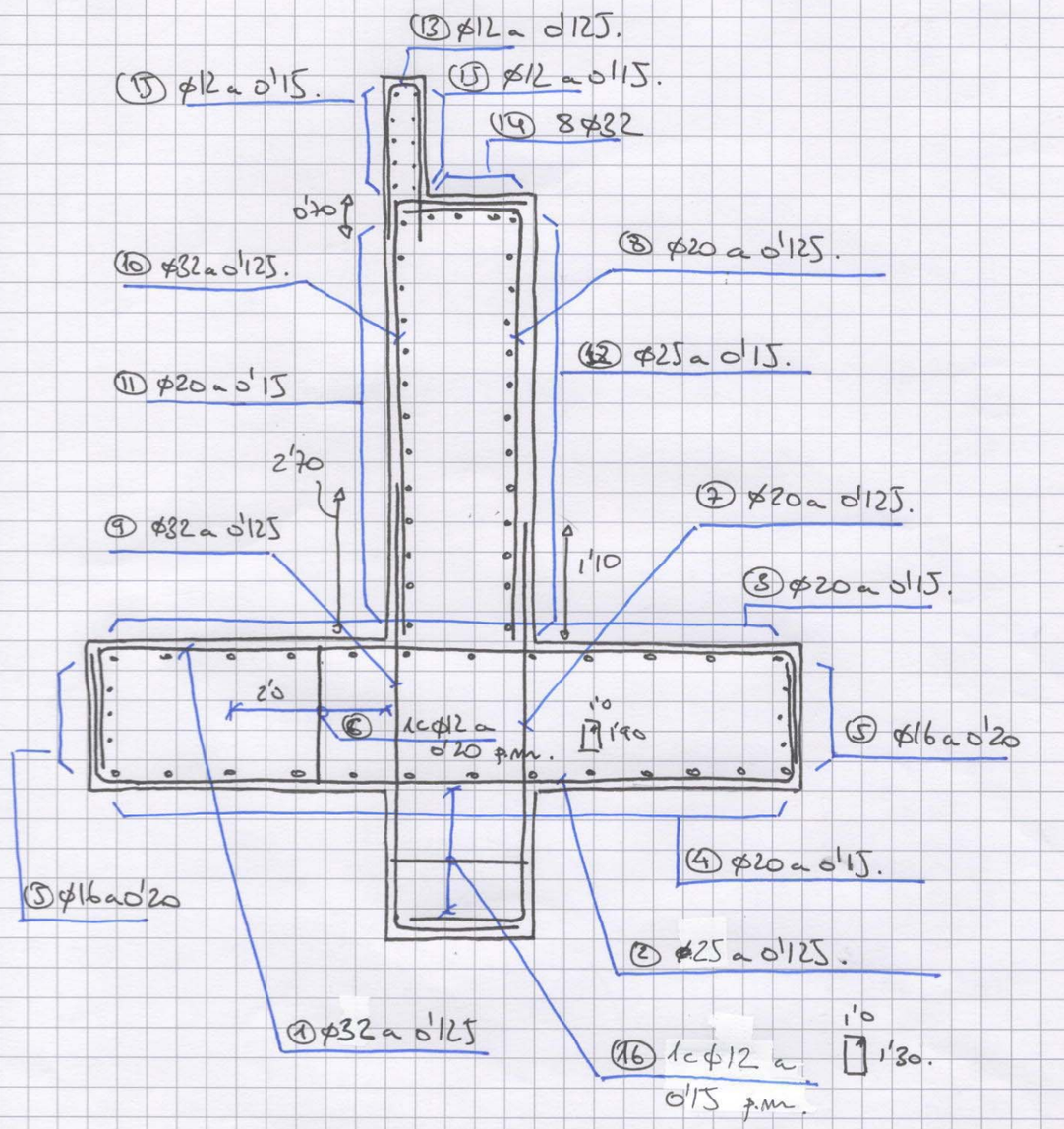
$A_{s2} \cdot f_{yd} \geq T_{2d} \rightarrow A_{s2} \geq \frac{5'54}{4} = 1'39 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$.

A raíz de las cuantías de armadura necesarias, podemos asegurar que, extendiendo la armadura del fuste al tacón, la cuantía de acero dispuesta será muy superior a la necesaria. Quedando de este modo, verificado el tacón.

PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

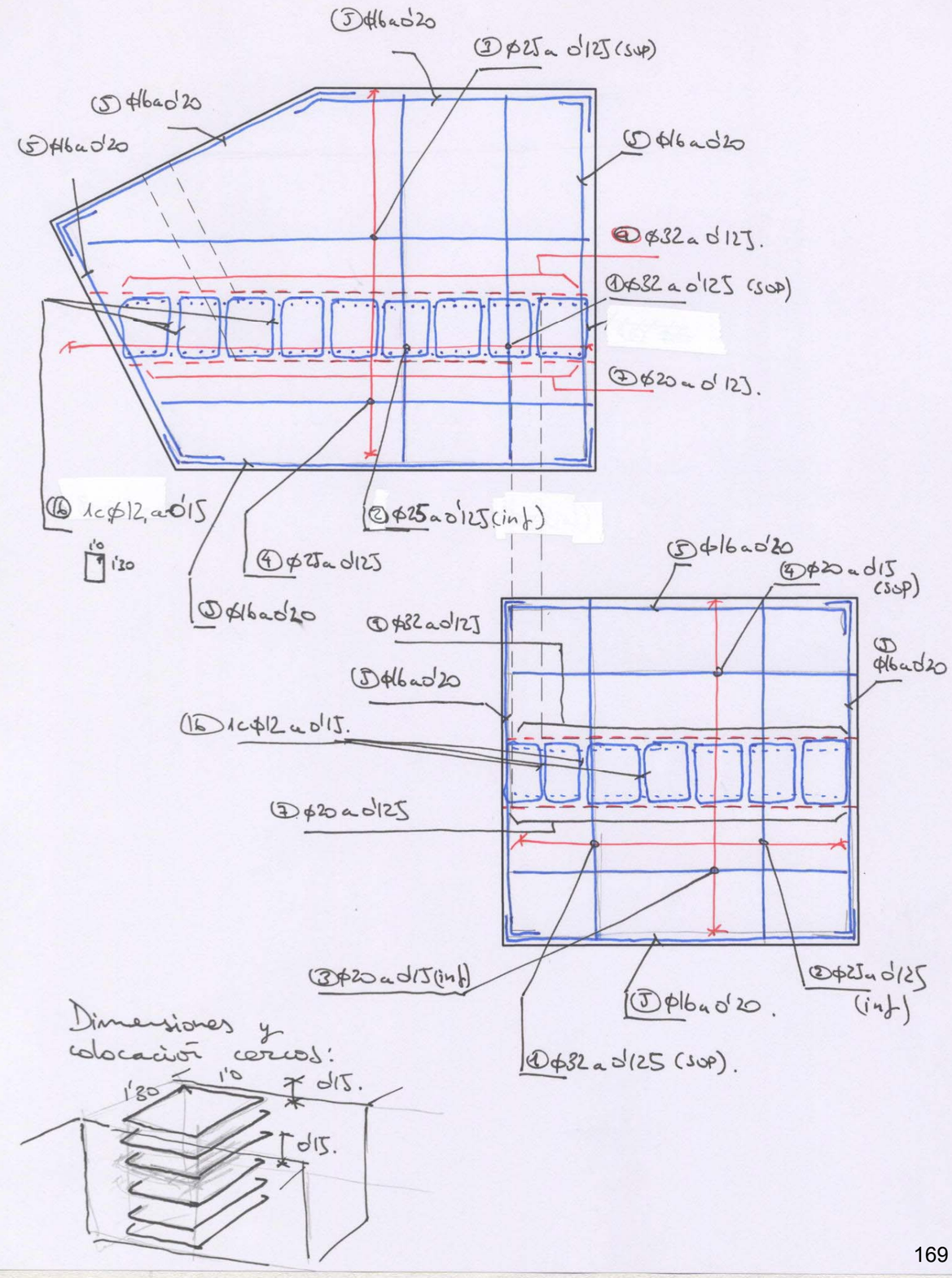
FECHA HOJA

CROQUIS ARMADO ESTRIBO.



Nota: El armado de la zapata solo es válido para el estribo 1 izquierdo. El armado del estribo 1 derecho se puede ver en la planta de zapata.

Armado Zapatas - Planta

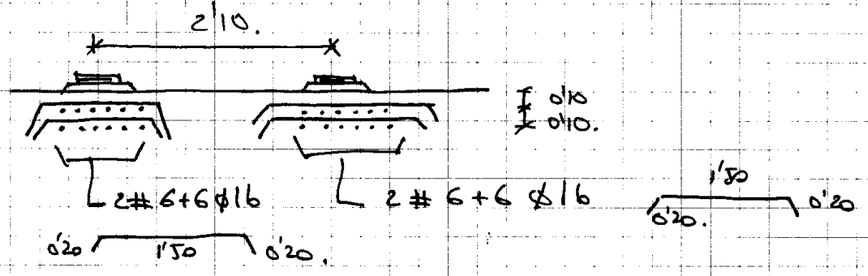


Dimensiones y colocación cercos:

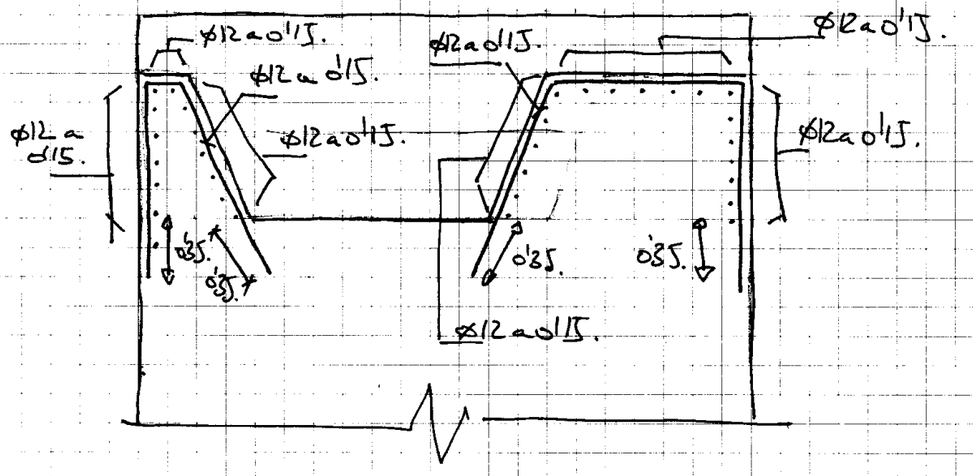
PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

ARMADURA BAJO APOYOS.



ARMADURA ORDINARIA:



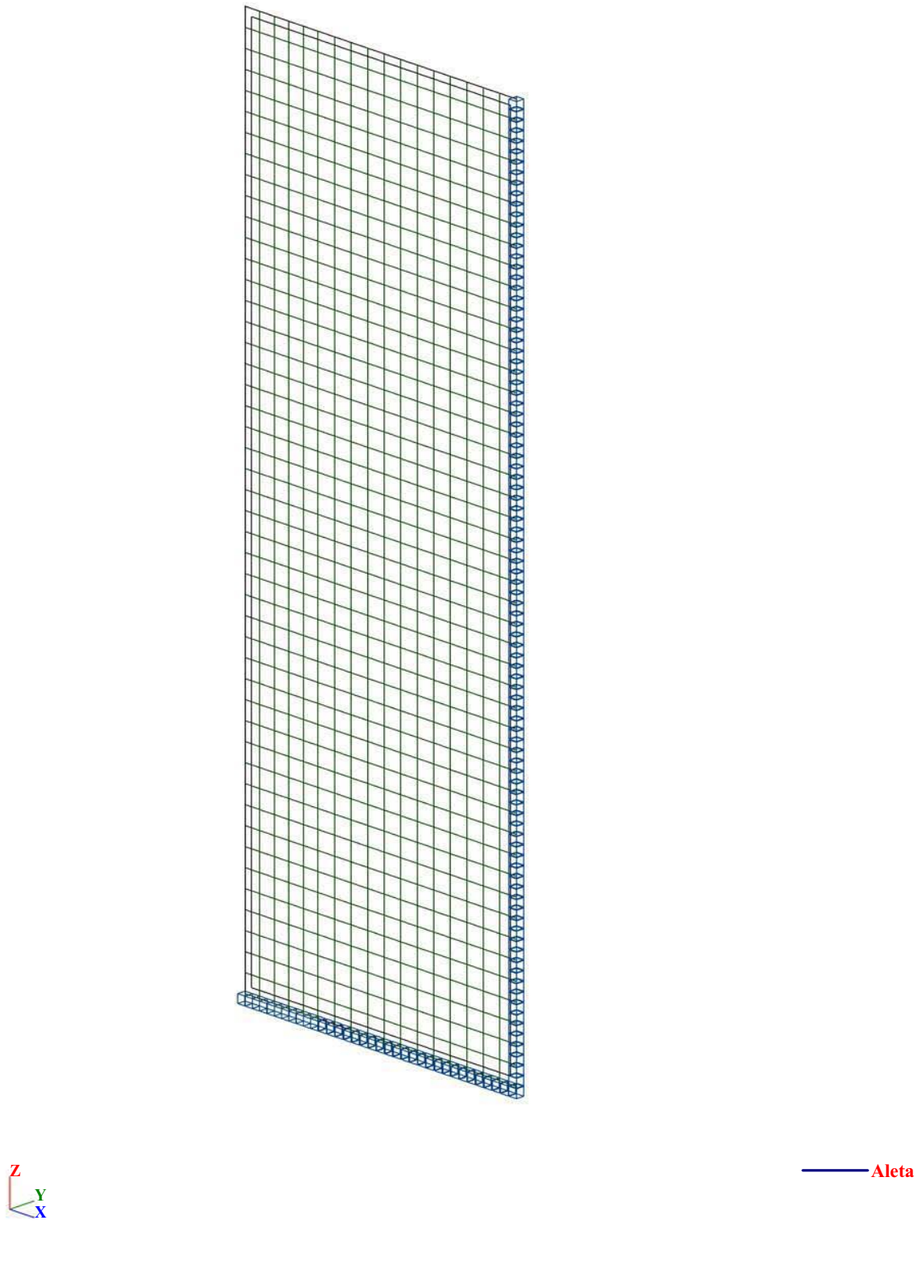
3.5 CÁLCULO DE LAS ALETAS

CALCULO DE LAS ALETAS CORRESPONDIENTES AL ESTRIBO 1 IZQUIERDO

El cálculo de la aleta del estribo 1 izquierdo se ha relizado con un modelo de elementos finitos tipo lámina.

En las páginas adjuntas se incluye una breve descripción del modelo de cálculo utilizado. También se muestran unos mapas en los que se han representado los esfuerzos flectores y cortantes que solicitan la aleta. Finalmente se adjuntan las verificaciones de los diferentes Estados Límite, así como un croquis de la armadura a disponer.

Modelo de Cálculo



ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Aleta Estr1 - Izq.rtd**

Características del Panel que Compone la Estructura

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (m)	KZ (T/m3)
Aleta	1	HA - 30	constante	0.600	0.0000

Apoyos Aplicados a la Estructura

Nombre del apoyo	Lista de nudos	Condiciones de apoyo
Empotrado	1A4 7A131	UX UY UZ RX RY RZ

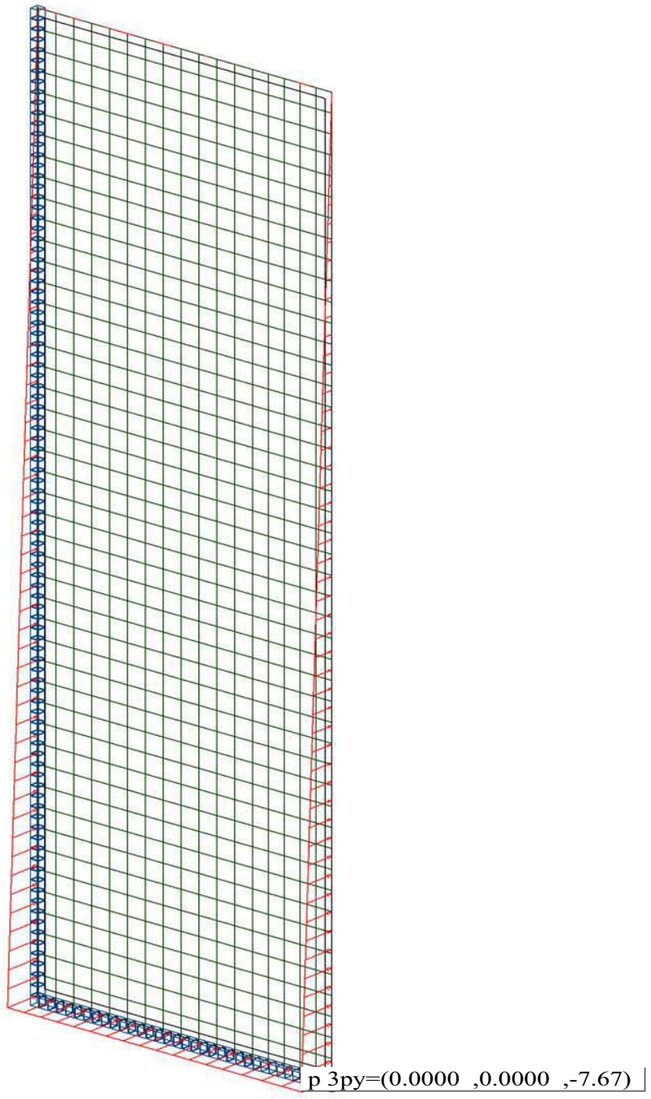
Cargas Aplicadas a la Estructura

Caso	Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	Peso Propio	peso propio	1	PZ Menos Coef=1.00
2	Empuje Terreno	(EF) superficial 3p	1	PY3=-7.67(T/m2) N1X=0.0000(m) N1Y=0.0000(m) N1Z=11.625(m) N2X=4.240(m) N2Y=0.0000(m) N2Z=11.625(m) N3X=4.240(m) N3Y=0.0000(m) N3Z=0.0000(m)
3	Sobrecarga Trasdós	(EF) uniforme	1	PY=-1.00(T/m2)

Combinación de Acciones

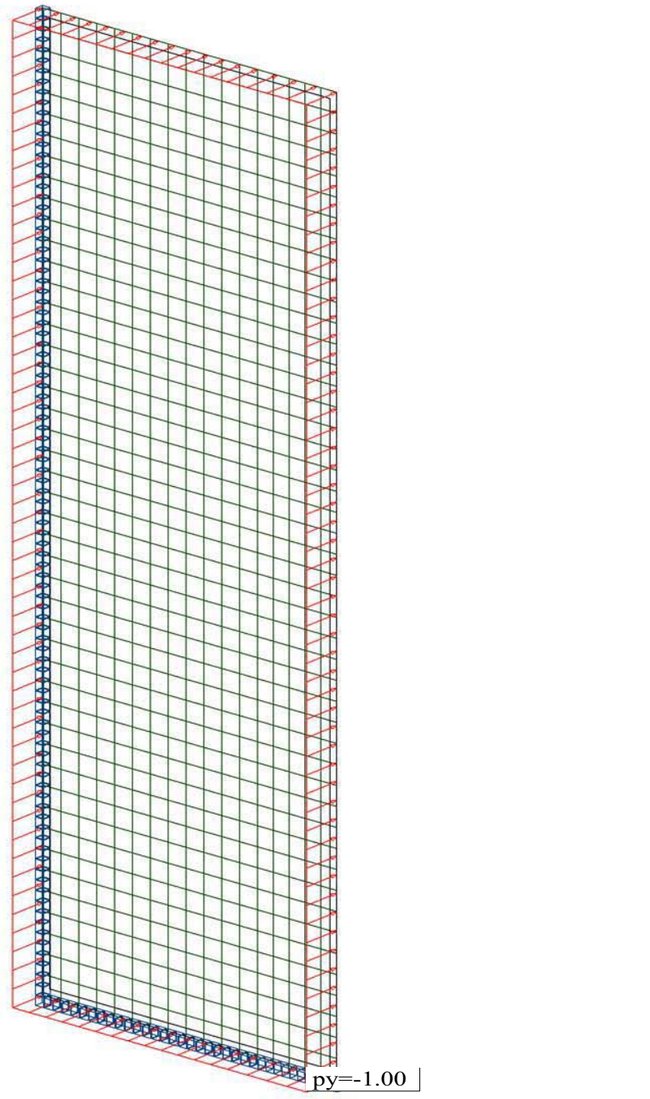
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de caso	Definición
11 (C)	ELU-1	Combinación lineal	permanente	1*1.35+(2+3)*1.50
21 (C)	ELS-1	Combinación lineal	permanente	(1+2+3)*1.00

Cargas Aplicadas: Empuje del Terreno

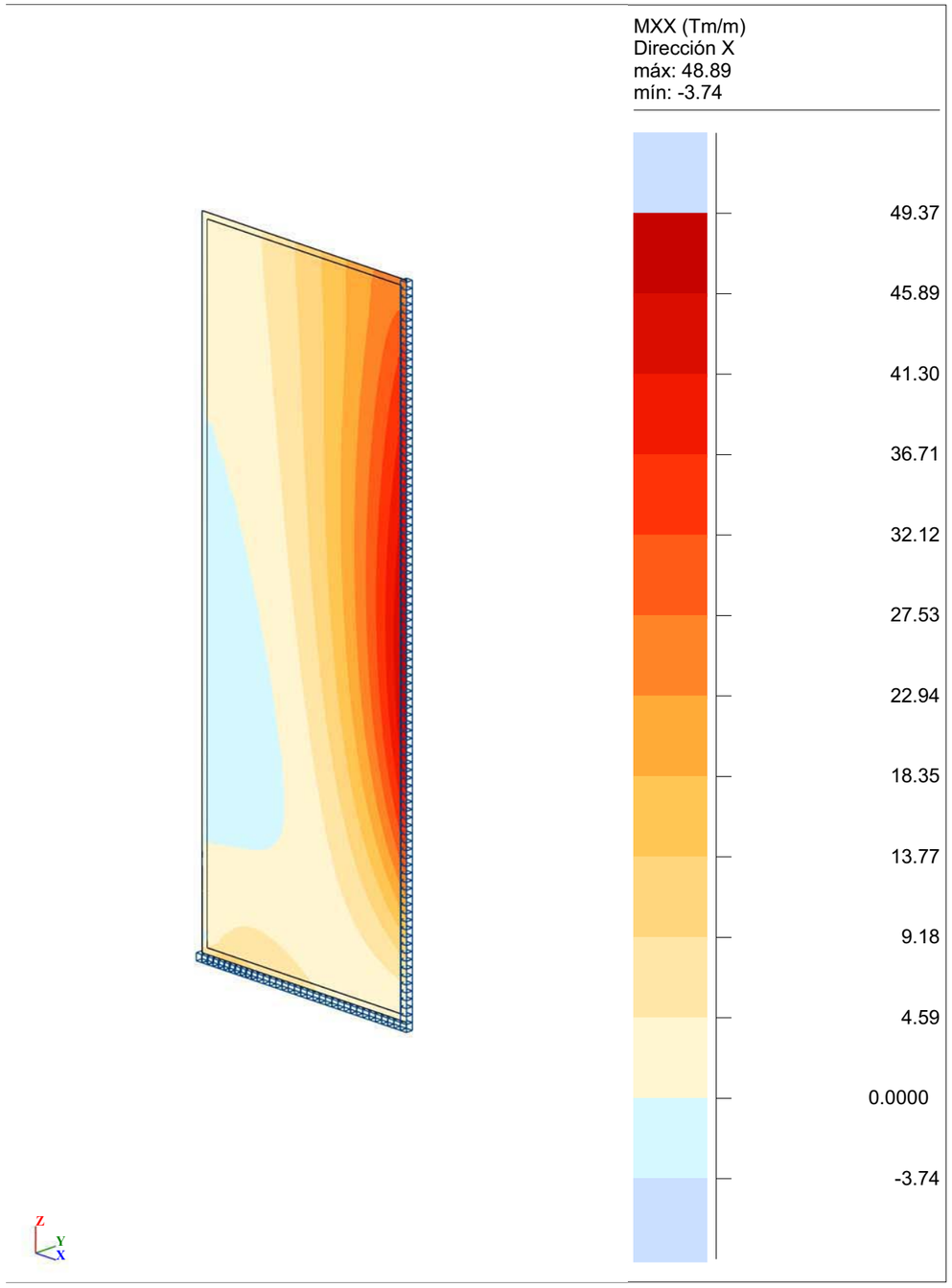


ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Aleta Estr1 - Izq.rtd**

Cargas Aplicadas: Sobrecarga en Trasdós

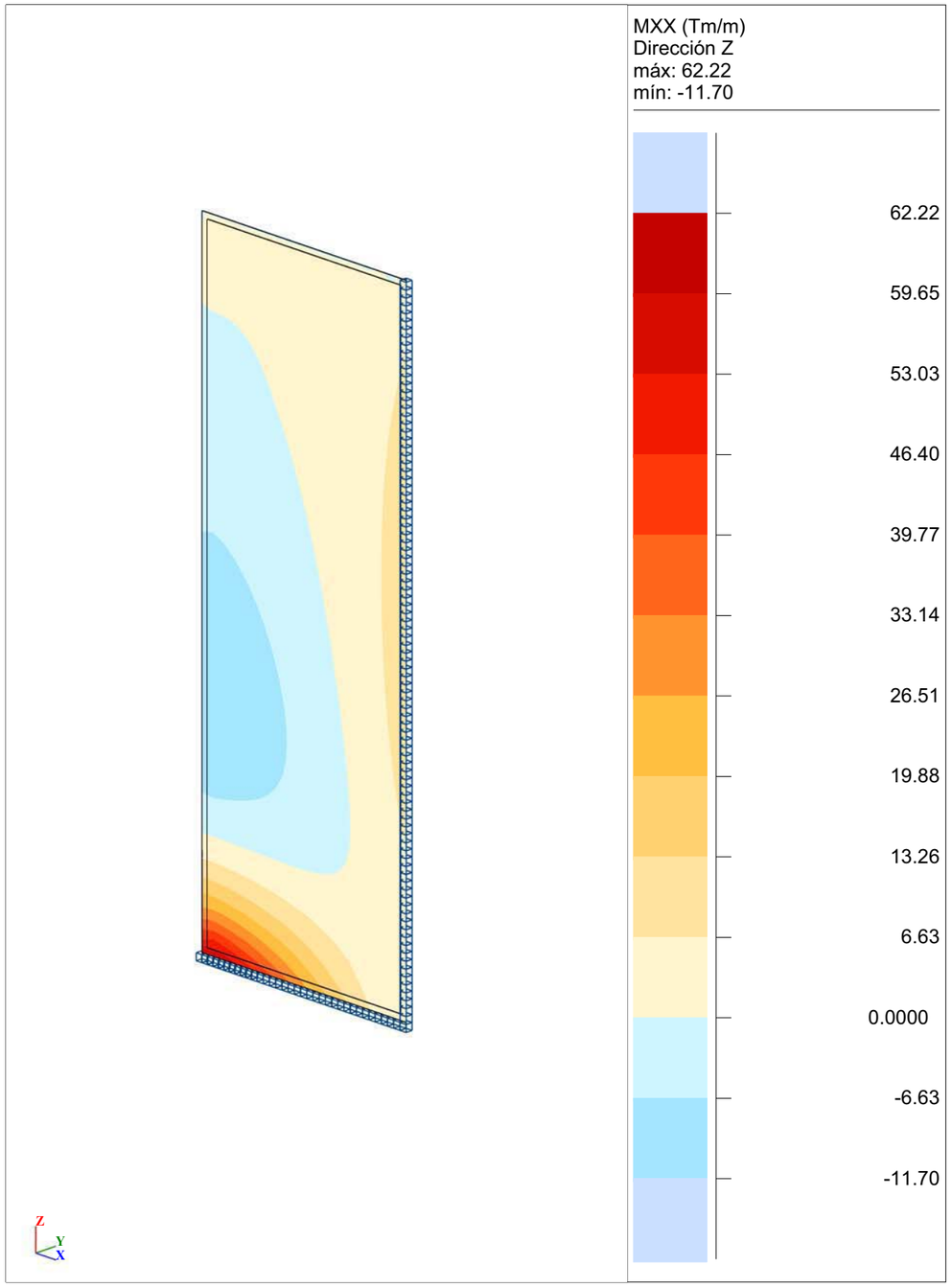


Flector Horizontal en Aleta Estribo 1 Izquierda

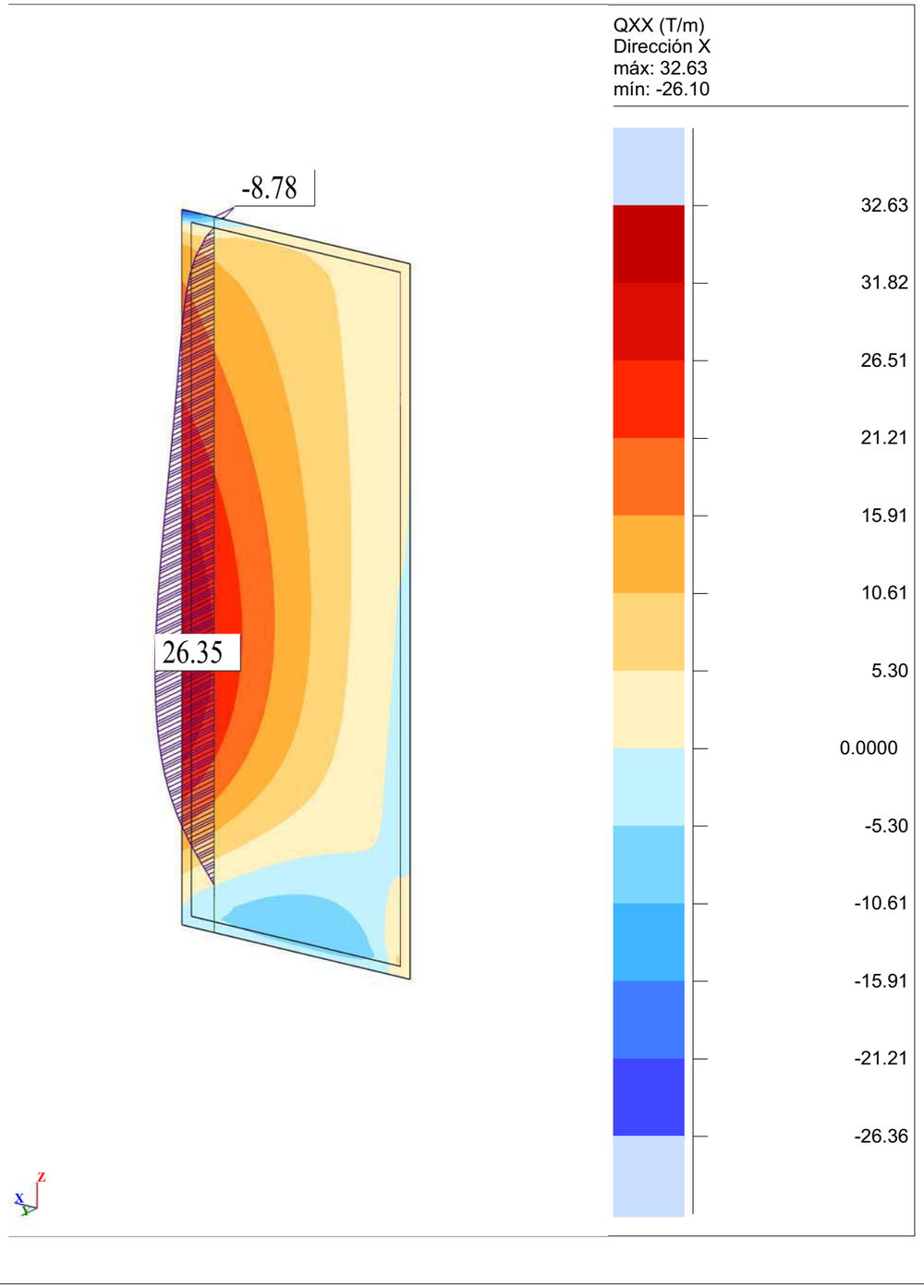


ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Aleta Estr1 - Izq.rtd**

Flector Vertical en Aleta Estribo 1 Izquierda

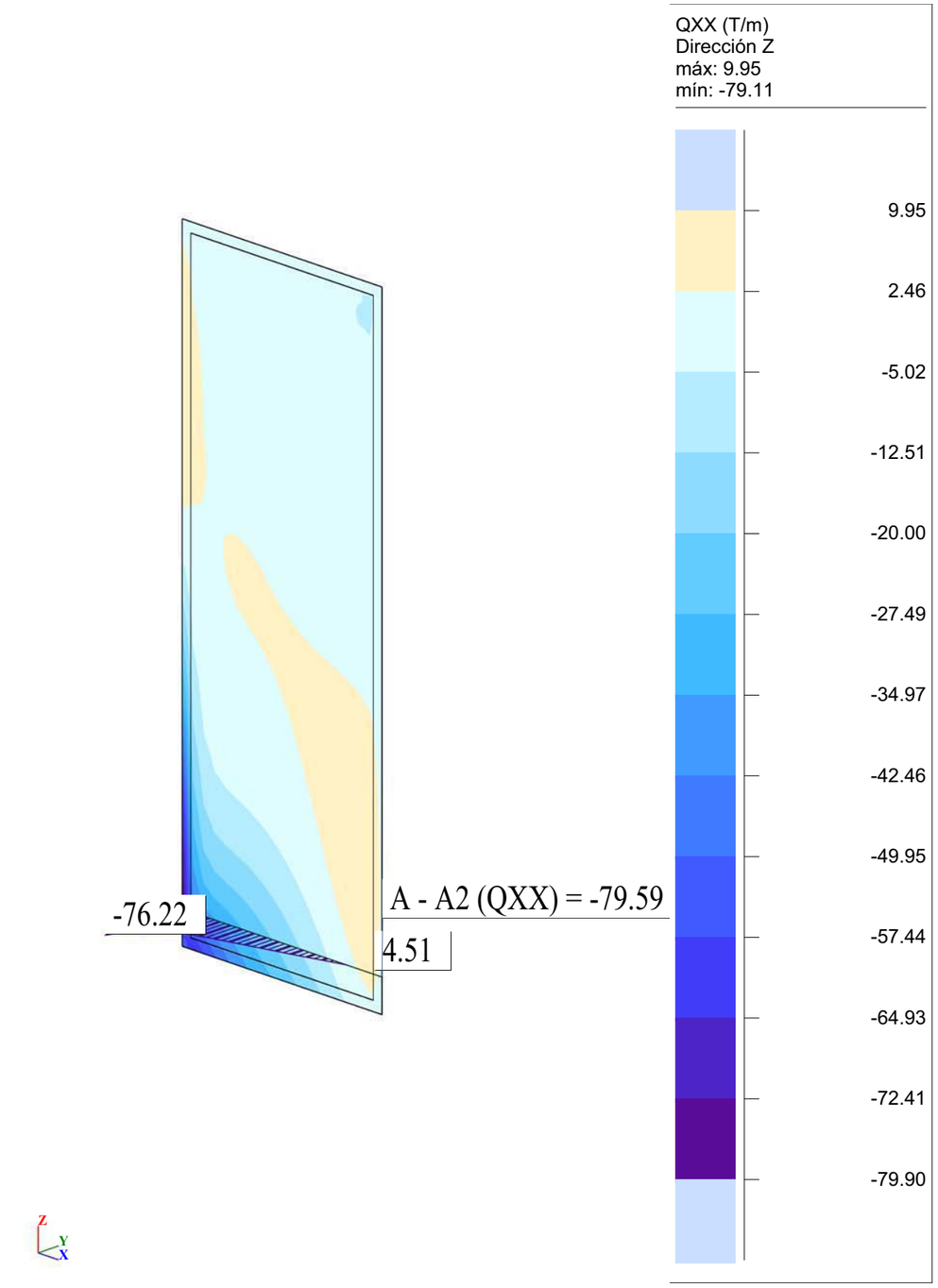


Cortante Horizontal en Aleta Estribo 1 Izquierda

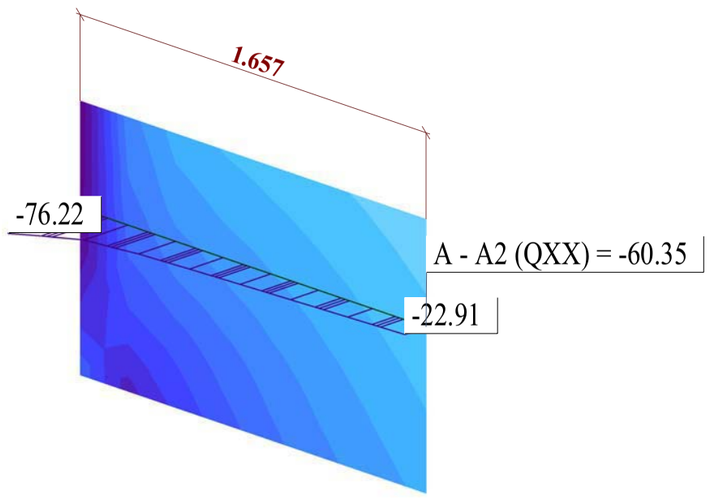


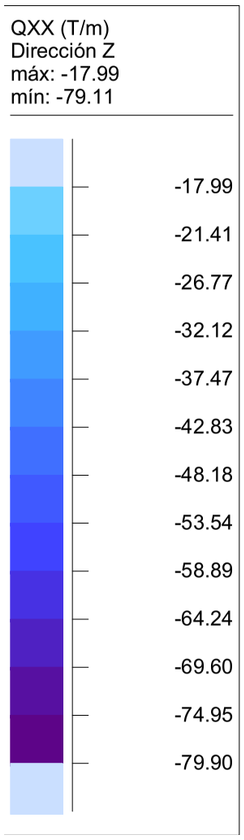
ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Aleta Estr1 - Izq.rtd**

Cortante Vertical en Aleta Estribo 1 Izquierda



Detalle Cortante Vertical en Aleta





Longitud Tramo Estudio = 1,66 m
Qxx = 60,35 T

El cortante a aplicar por metro es:

Vd = 60,35/1,66 = 36,36 T

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
Aleta Estribo 1 Izquierda

Dimensionamiento Armadura - Flexión Horizontal

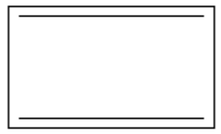
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

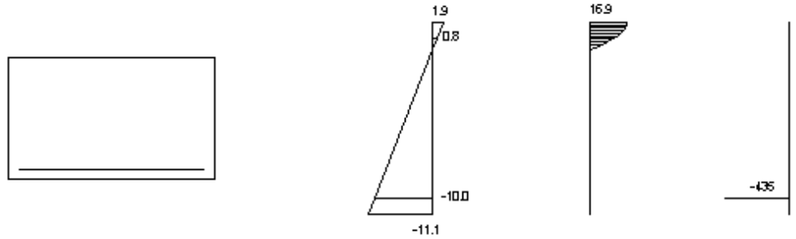
- Sección

Sección : ALETA
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 493.7



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.087
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.5
εs ·1.E-3 = 1.9
εi ·1.E-3 = -11.1

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	0.8	0.0
0.550	21.9	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 21.9

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nºϕ	21	15	11	7	5
nº capas	2	1	1	1	1
At [cm²]	23.8	23.1	22.1	22.0	24.5
wk [mm]	0.25	0.29	0.33	0.38	0.38

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
Aleta Estribo 1 - Izquierda

Dimensionamiento Armadura - Flexión Horizontal

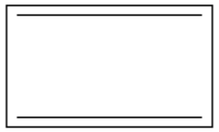
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

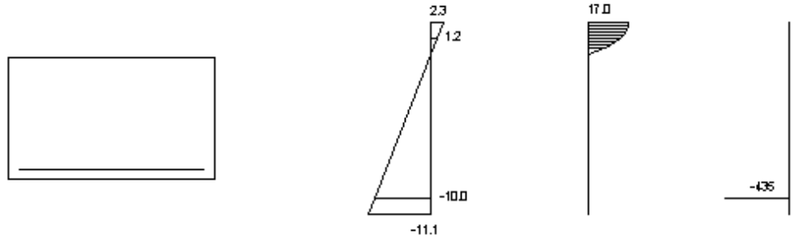
- Sección

Sección : ALETA
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 622.2



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.102
1/r [1/m]·1.E-3 = 22.2
εs ·1.E-3 = 2.3
εi ·1.E-3 = -11.1

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	1.2	0.0
0.550	28.0	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 28.0

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nºϕ	25	19	14	9	6
nº capas	2	1	1	1	1
At [cm²]	28.3	29.2	28.1	28.3	29.5
wk [mm]	0.28	0.29	0.32	0.36	0.40

CÁLCULO DE LA ARMADURA DE CORTANTE

Proyecto: LAV Castellbisbal-Papiol
Elemento: Aletas Estribo 1 - Viaducto 503+960

CORTANTE HORIZONTAL

D(mm)	550
fck(N/mm2)	30
Sigma_s(N/mm2)	400
Bo(mm)	1000
As(cm2)	32.74
Vrd(Tn)	26.35
N(Tn)	0.00

Limitación de tensión en armadura de cortante (art. 40.2 EHE)

*N<0 para compresión.

VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE ARMADURA DE CORTANTE

PSI	1.603
Roele	0.0060
Sigmaprima (N/mm2)	0.00
Vu2 (N)	276543.0

No necesita armadura de cortante

OBTENCIÓN DE LA ARMADURA DE CORTANTE NECESARIA

Theta	
Vu2	230452.51
Vsu,p	198000.00

As,c = ***0.0*** **cm²/m**
As,min= ***10.0*** **cm²/m**

VERIFICACIÓN DE LA COMPRESIÓN OBLICUA DEL ALMA

Ac (cm2)	6000
Sigmacd (N/mm2)	0
K	1.000
f1cd (N/mm2)	12
Vu1 (N)	3300000

Verificada la resistencia del alma a la compresión

CORTANTE VERTICAL

D(mm)	550
fck(N/mm2)	30
Sigma_s(N/mm2)	400
Bo(mm)	1000
As(cm2)	39.27
Vrd(Tn)	36.36
N(Tn)	0.00

Limitación de tensión en armadura de cortante (art. 40.2 EHE)

*N<0 para compresión.

VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE ARMADURA DE CORTANTE

PSI	1.603
Roele	0.0071
Sigmaprima (N/mm2)	0.00
Vu2 (N)	293825.9

Necesita armadura de cortante

OBTENCIÓN DE LA ARMADURA DE CORTANTE NECESARIA

Theta	
Vu2	244854.93
Vsu,p	198000.00

As,c = ***6.0*** **cm²/m**
As,min= ***10.0*** **cm²/m**

Se dispondrán 4 cercos Ø10 cada 0,20 m en los 4,0 metros inferiores de muro.

VERIFICACIÓN DE LA COMPRESIÓN OBLICUA DEL ALMA

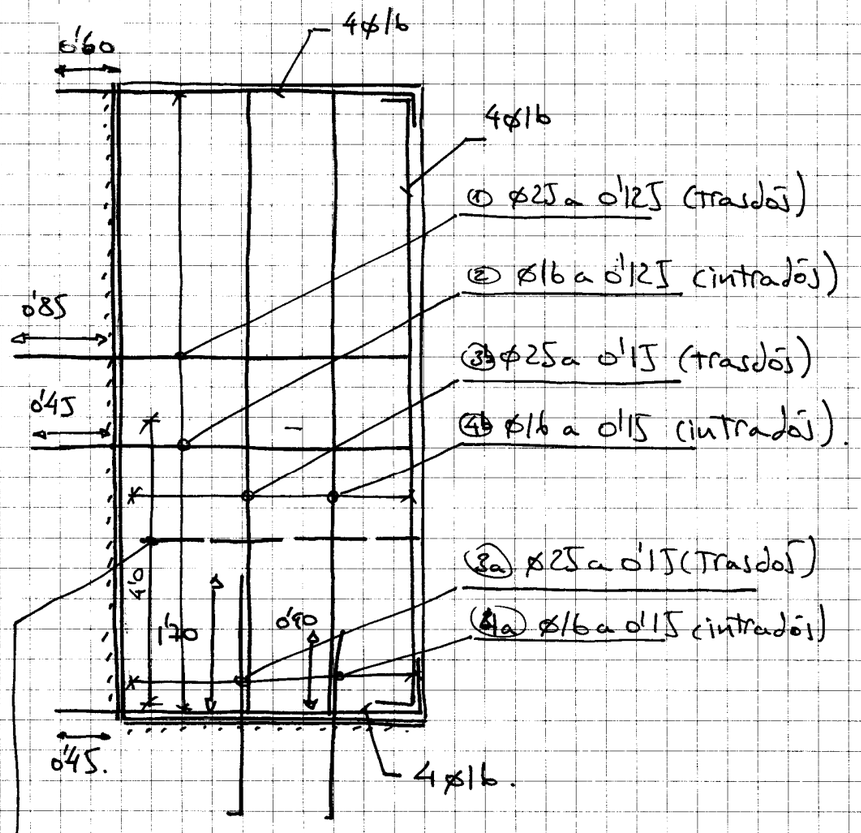
Ac (cm2)	6000
Sigmacd (N/mm2)	0
K	1.000
f1cd (N/mm2)	12
Vu1 (N)	3300000

Verificada la resistencia del alma a la compresión

PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

CROQUIS ARMADO ALETAS:



⑤ 4c ϕ10 a 0'20
dispuestos en 4'0m.

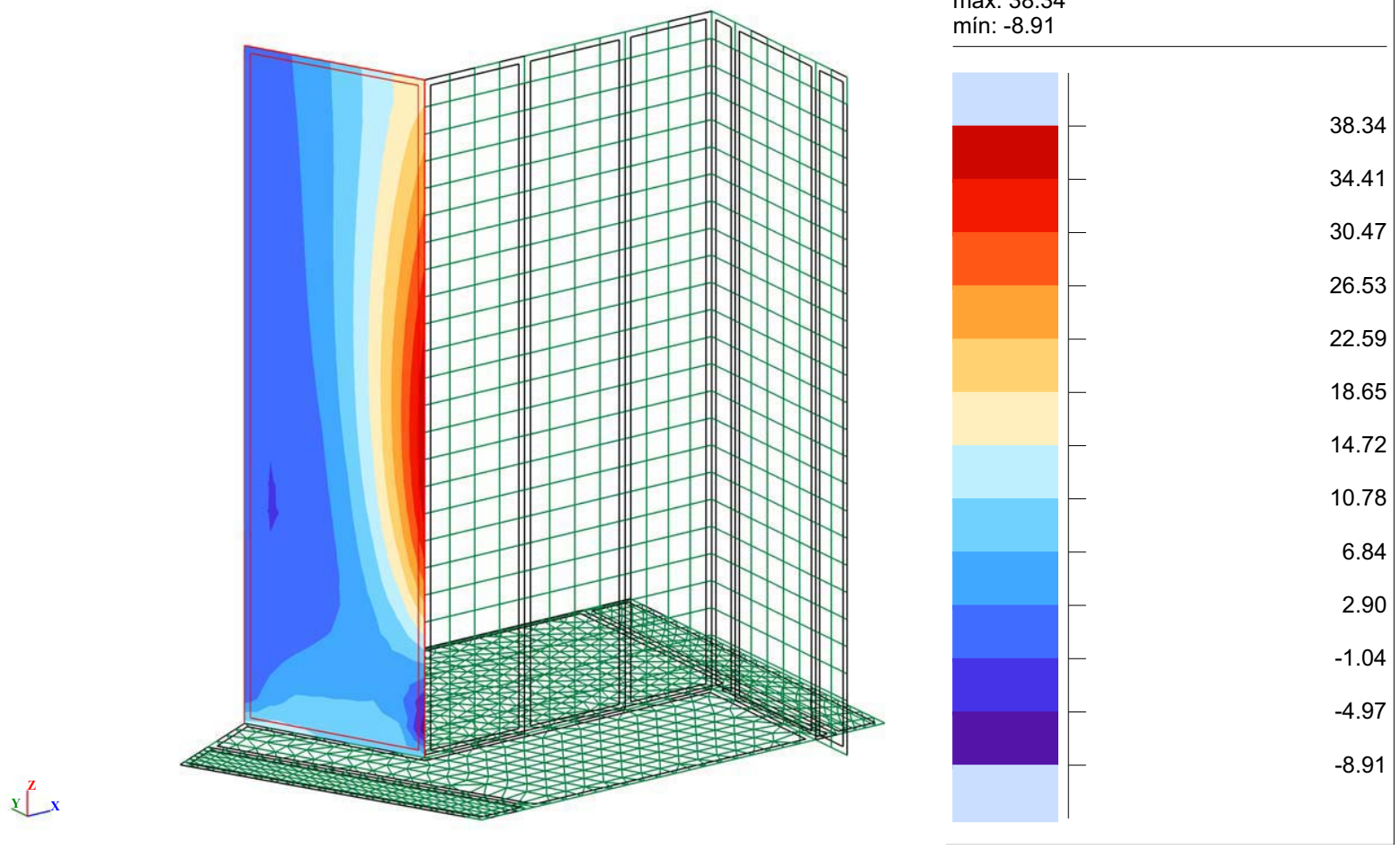
= Lado Empotrado.

CALCULO DE LAS ALETAS CORRESPONDIENTES AL ESTRIBO 1 DERECHO

El cálculo de la aletas del estribo 1 derecho se ha relizado con un modelo de elementos finitos tipo lámina. El modelo es el mismo que se ha utilizado para la verificación de la tensión bajo zapata, por lo que no se cree necesario adjuntar una descripción del mismo en el presente apartado.

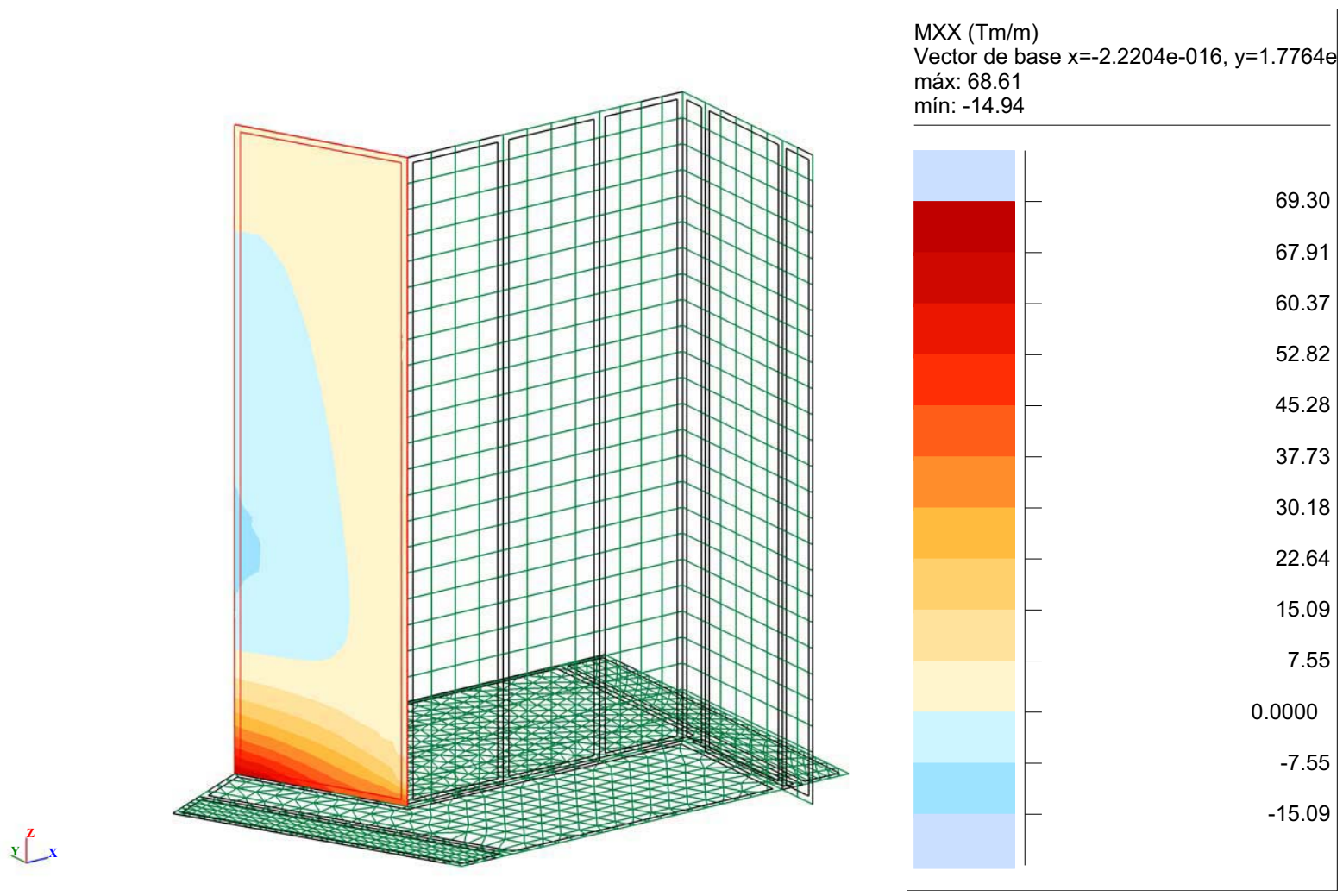
Si que se adjutan unos mapas en los que se han representado los esfuerzos que solicitan a las aletas así como las verificaciones de los diferentes Estados Límite.

Flector Horizontal en Aleta Derecha

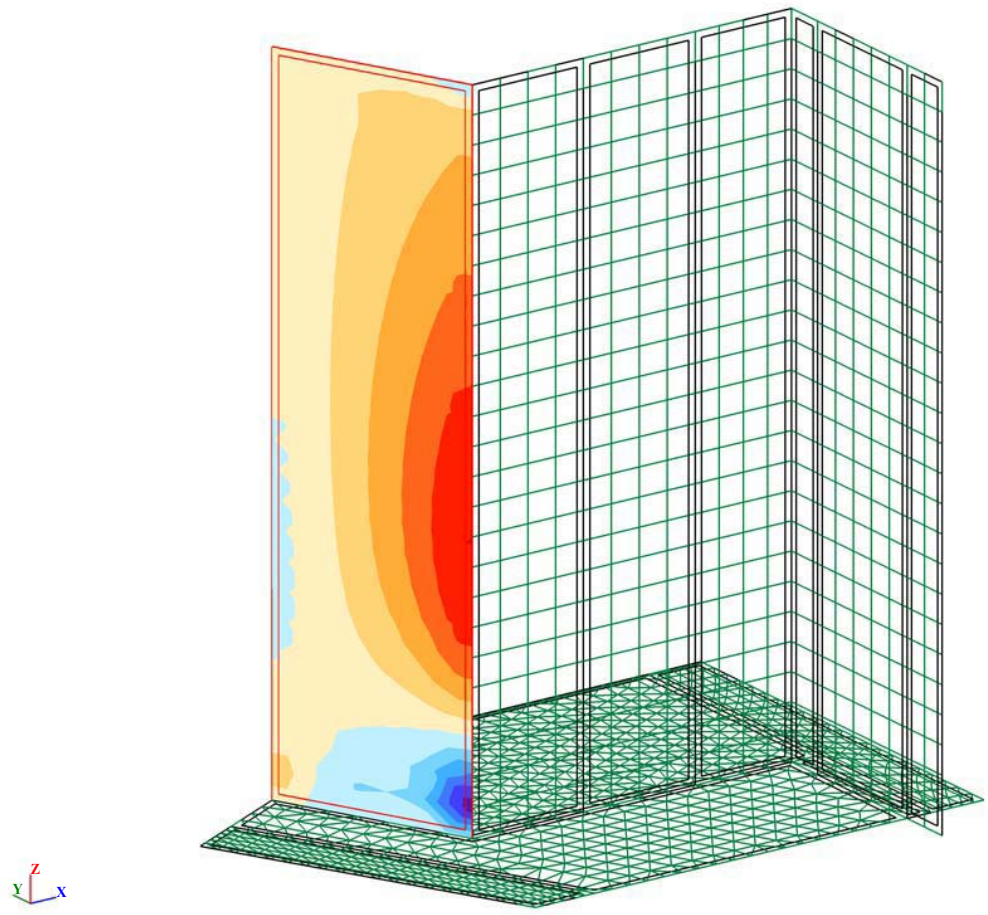


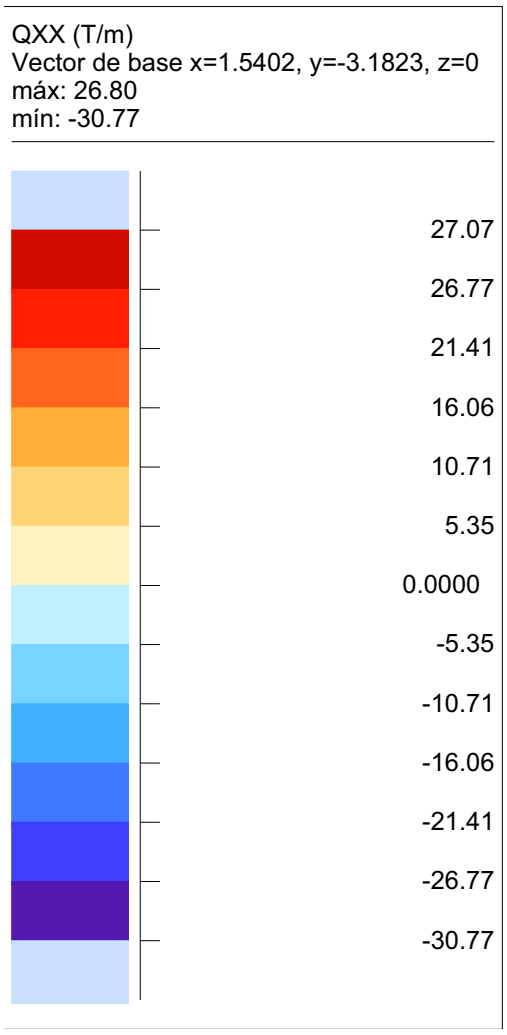
ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Aletas E1 - Dcha.rtd**

Flector Vertical en Aleta Derecha



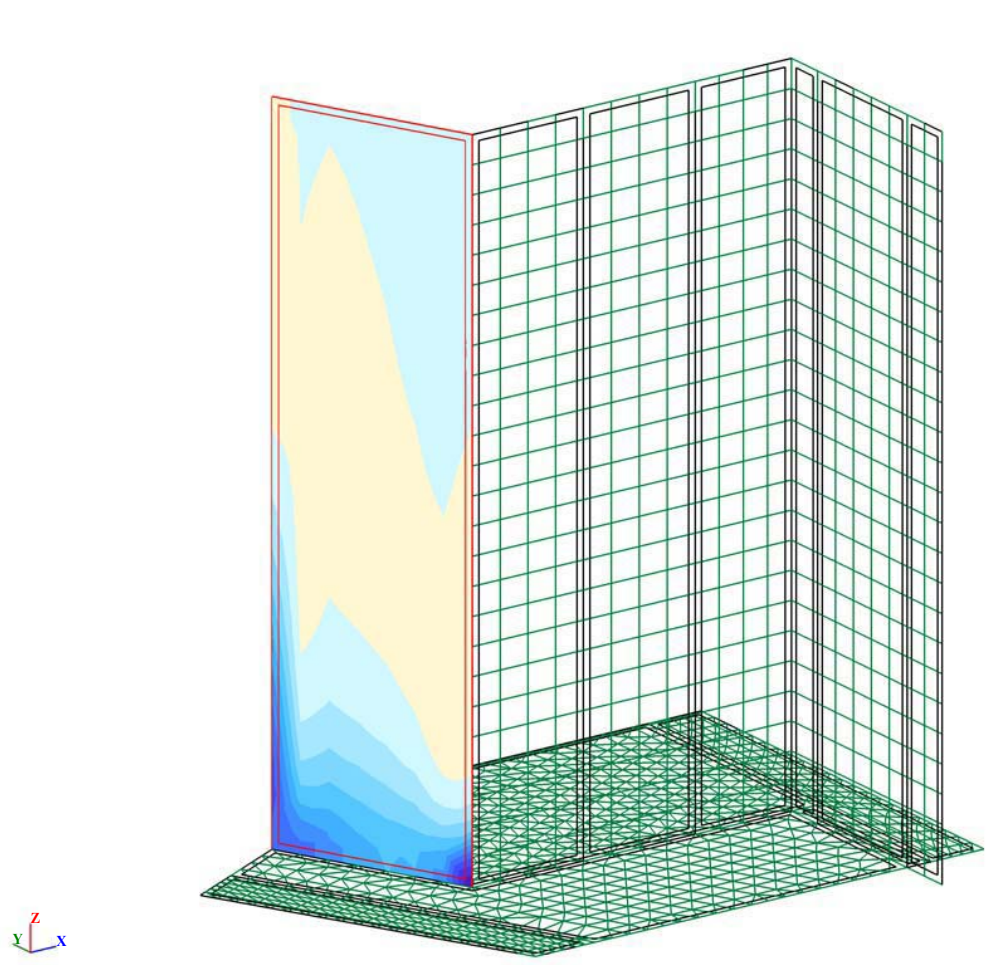
Cortante Horizontal en Aleta Derecha

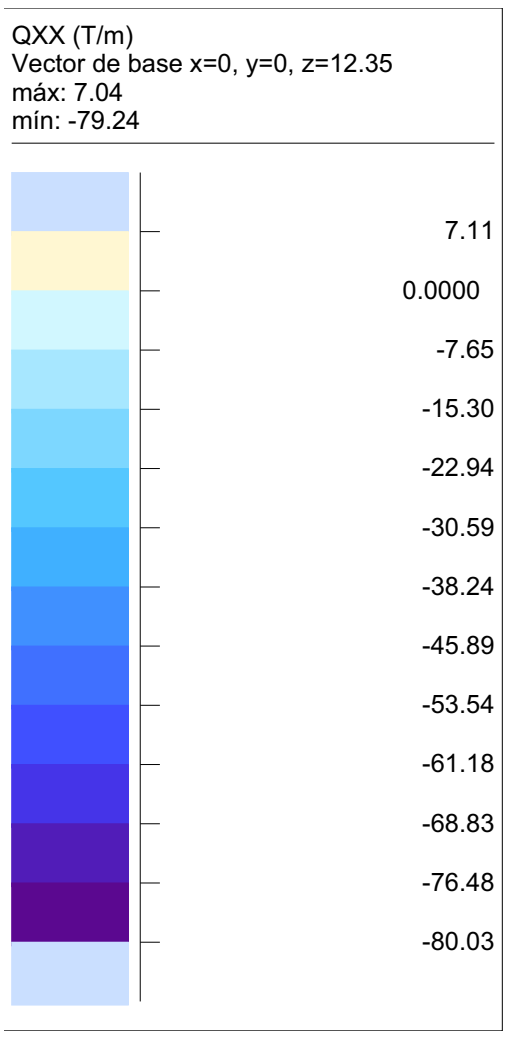




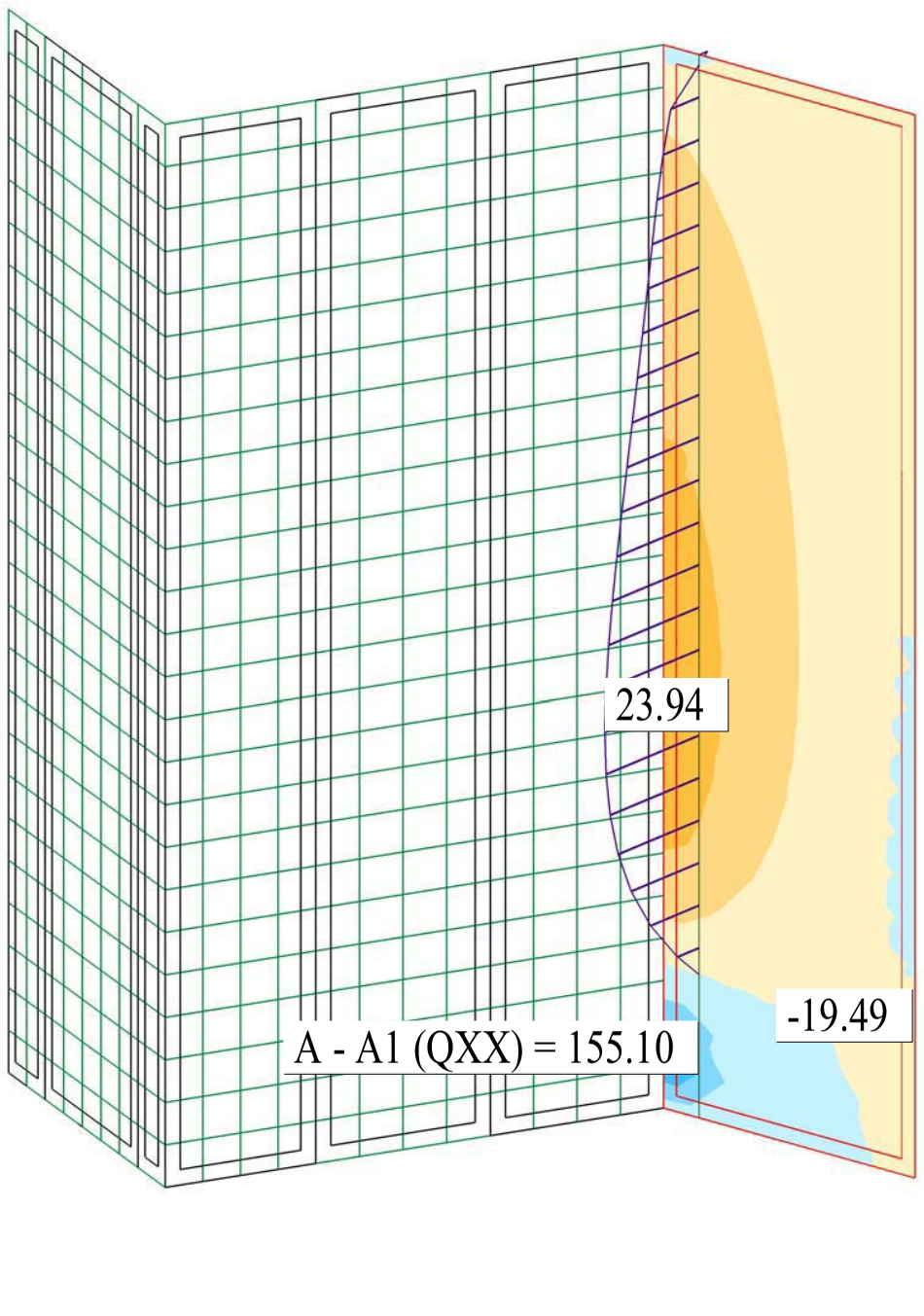
ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Aletas E1 - Dcha.rtd**

Cortante Vertical en Aleta Derecha



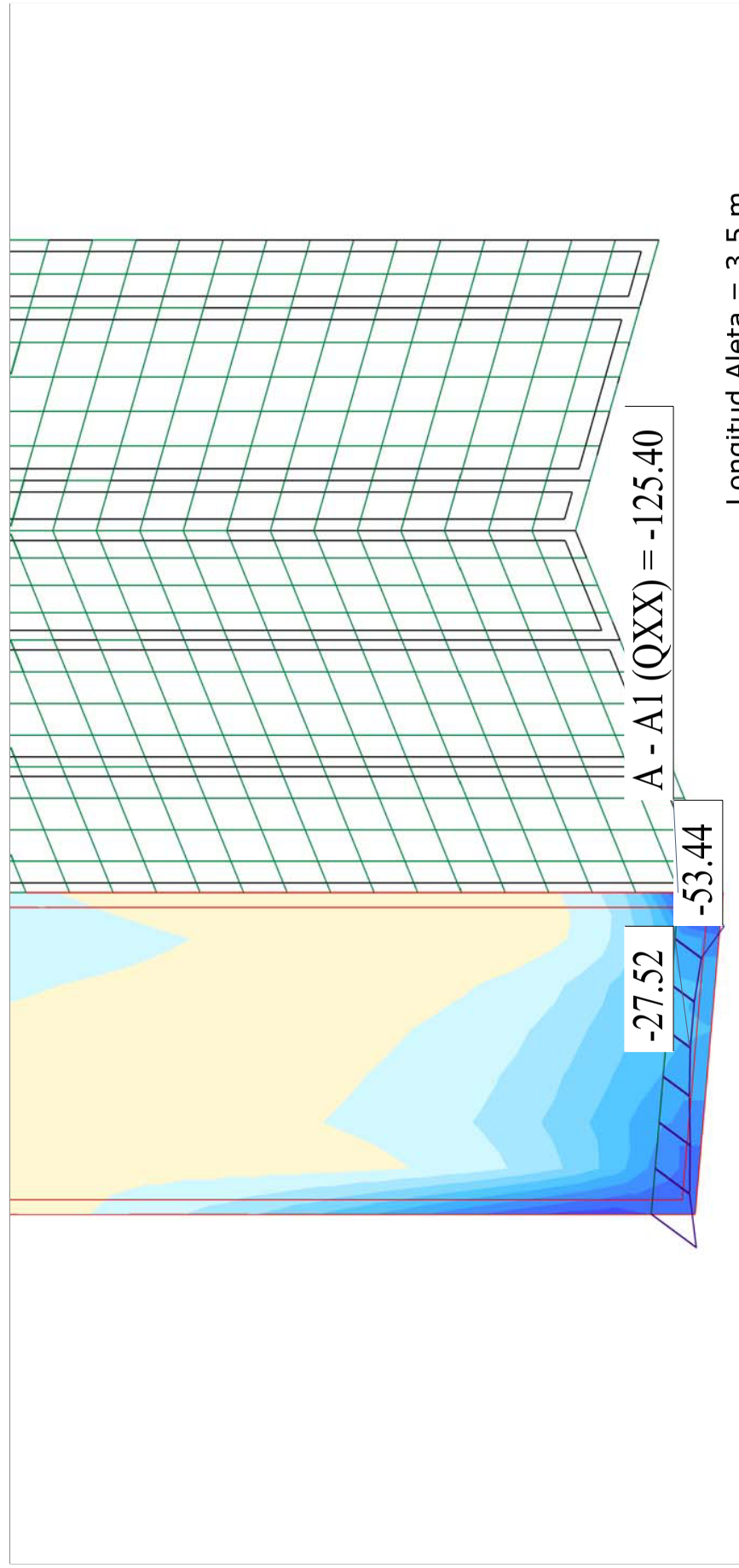


Cortante Horizontal en Aleta Derecha a un Canto Útil



ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Modelo Estr1 - Dcha.rtd**

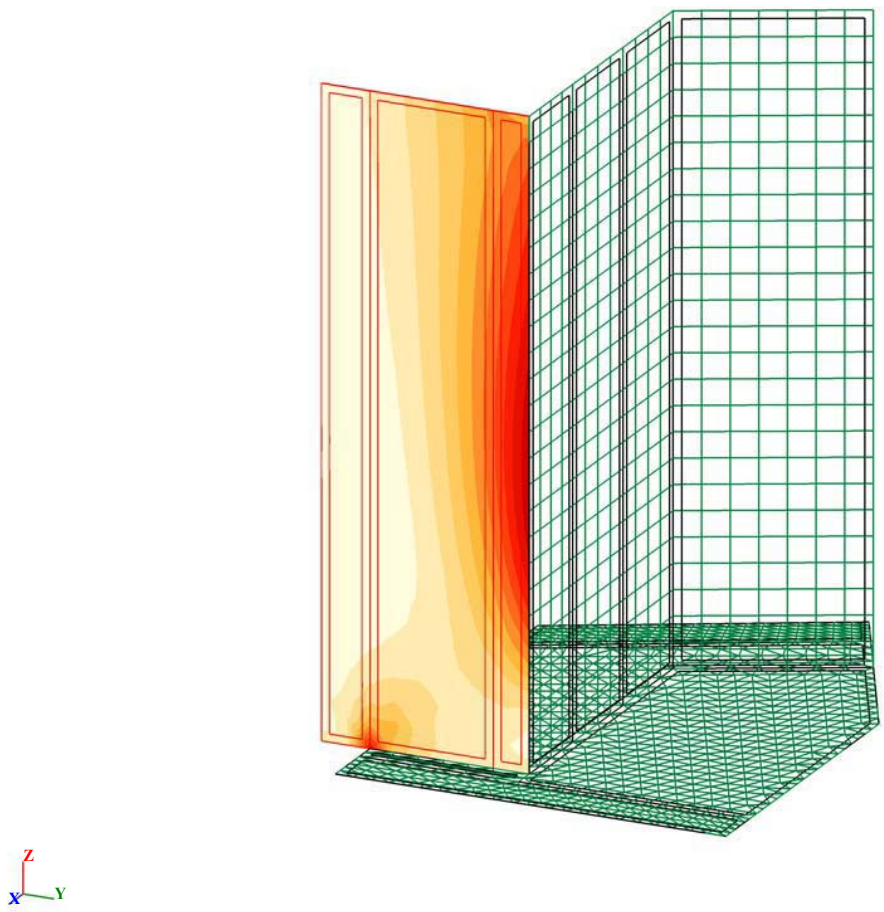
Cortante Vertical en Aleta Derecha a un Canto Útil

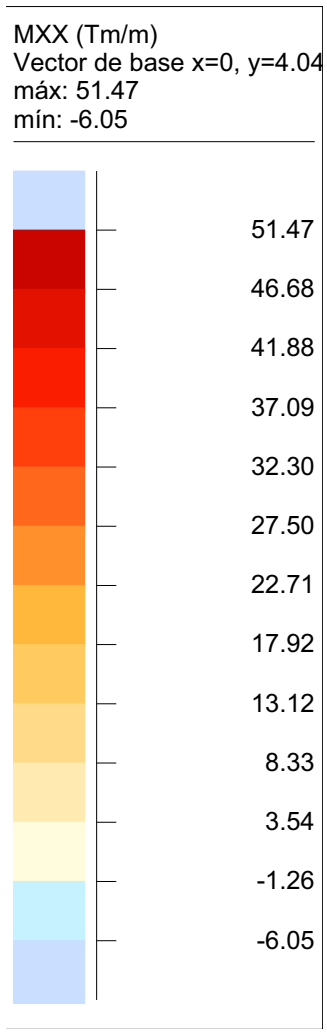


Longitud Aleta = 3,5 m
Qxx = 125,40 T

El cortante a aplicar por metro es:
Vd = 125,4/3,5 = 35,83 Ton

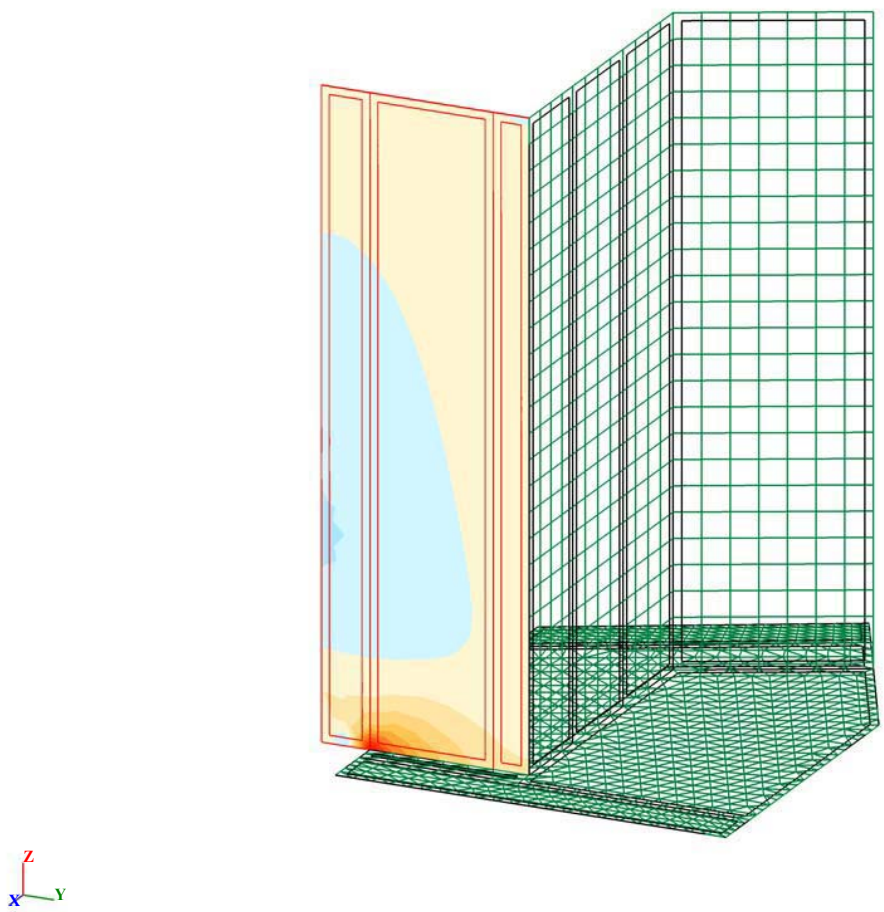
Flector Horizontal en Aleta Izquierda

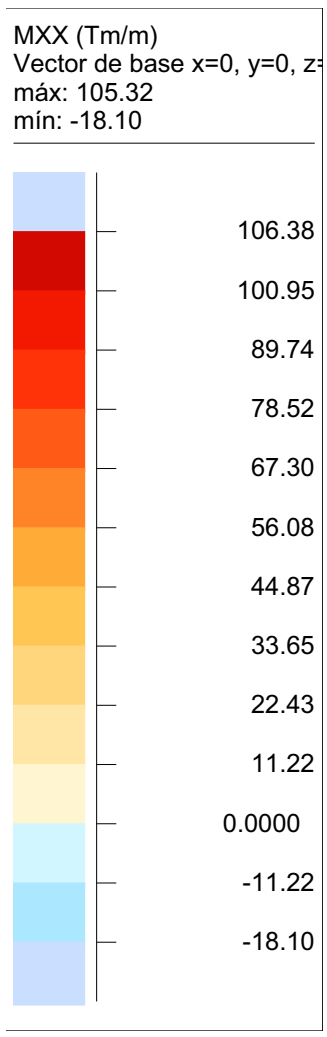




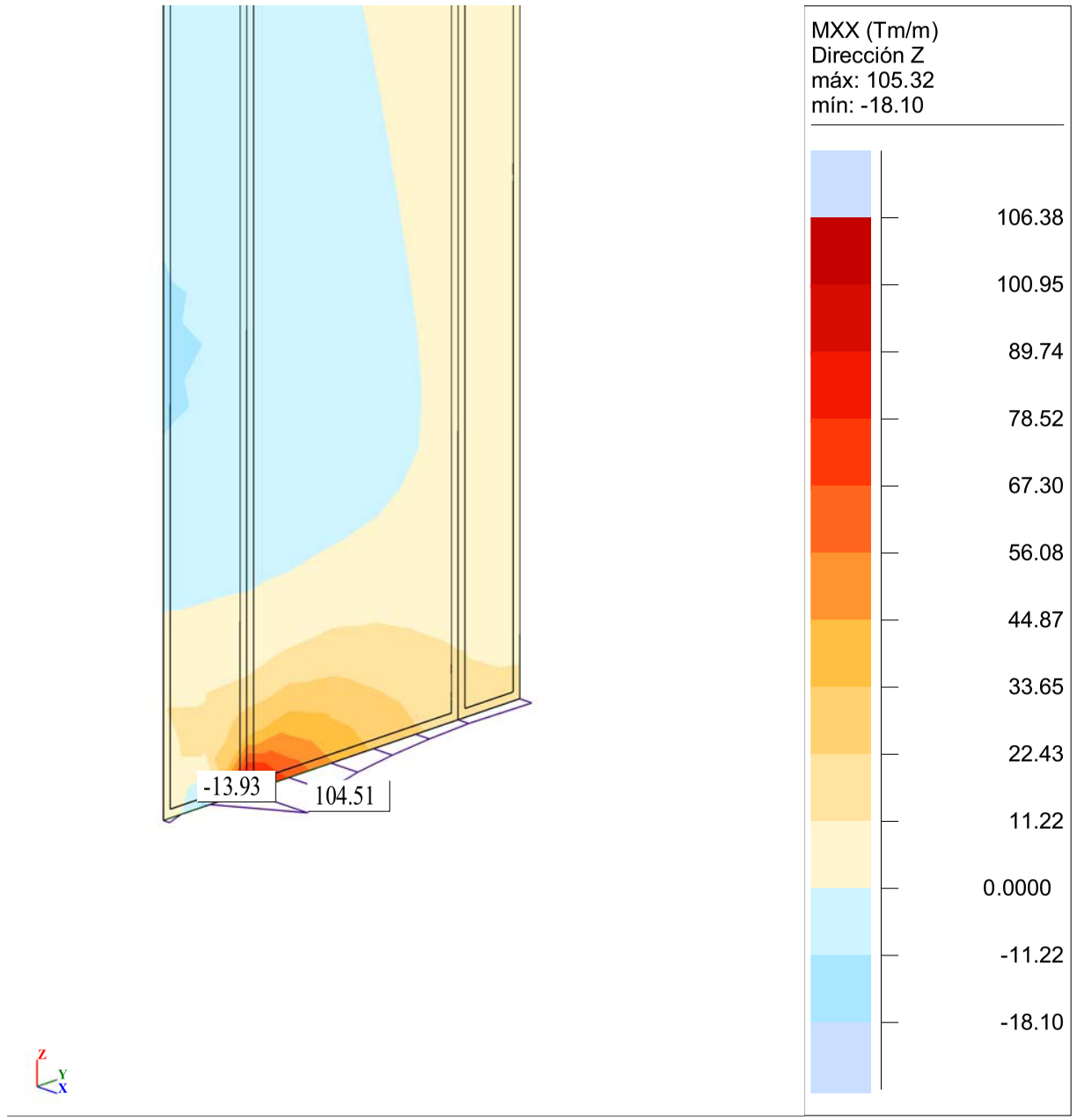
ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Modelo Estr1 - Dcha.rtd**

Flector Vertical en Aleta Izquierda

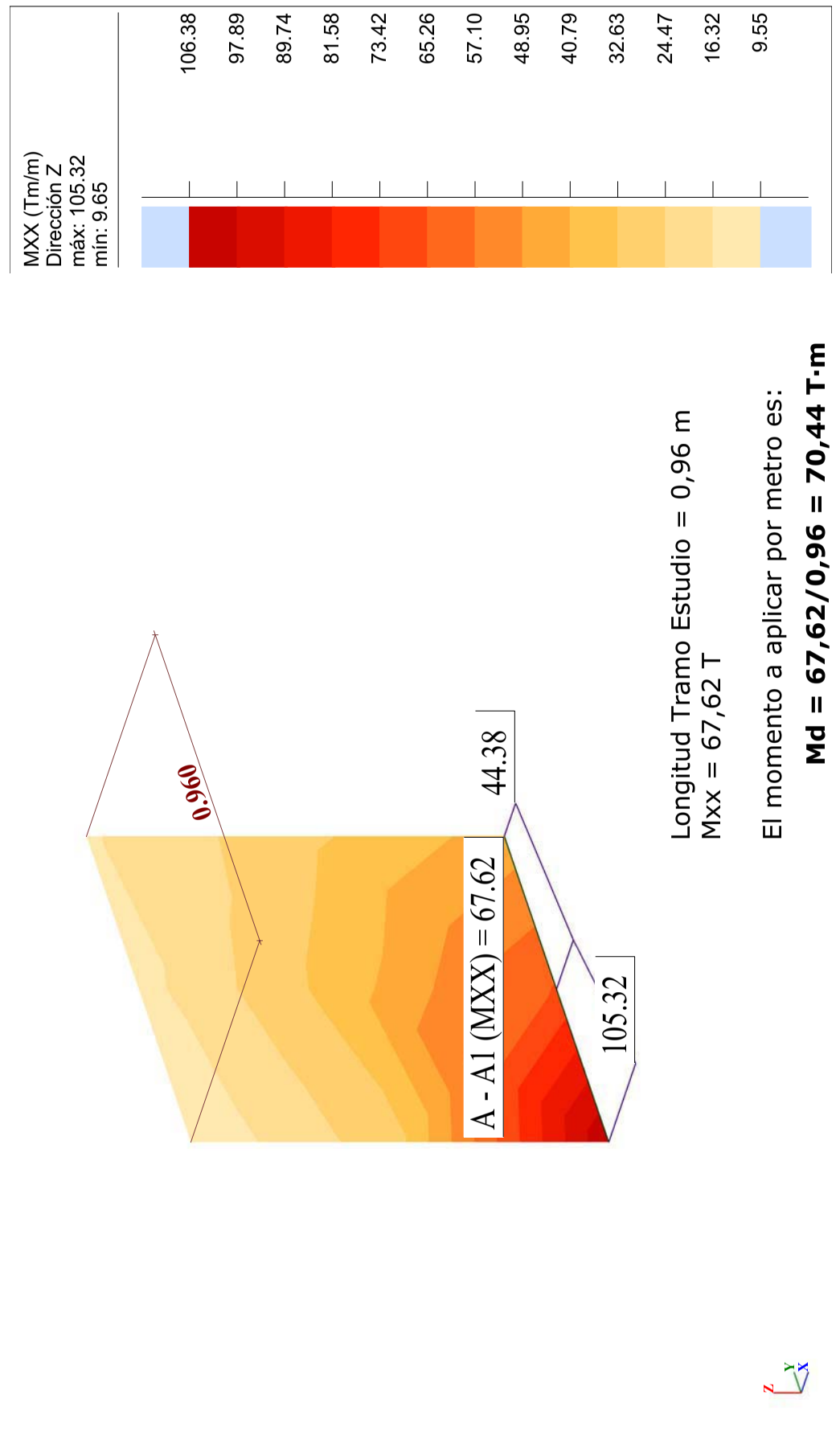




Detalle 1 - Flector Vertical Aleta Izquierda

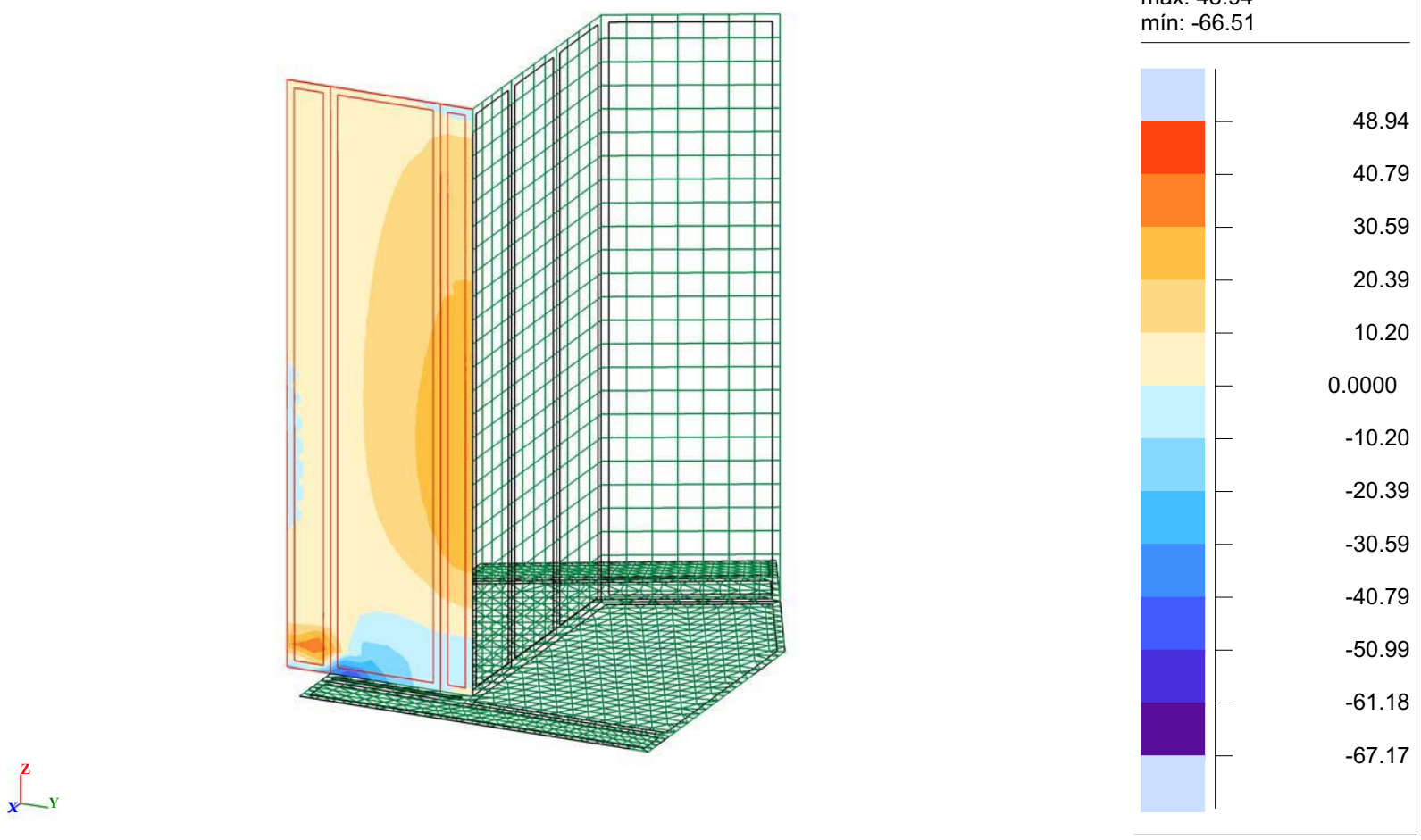


ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Modelo Estr1 - Dcha.rtd**



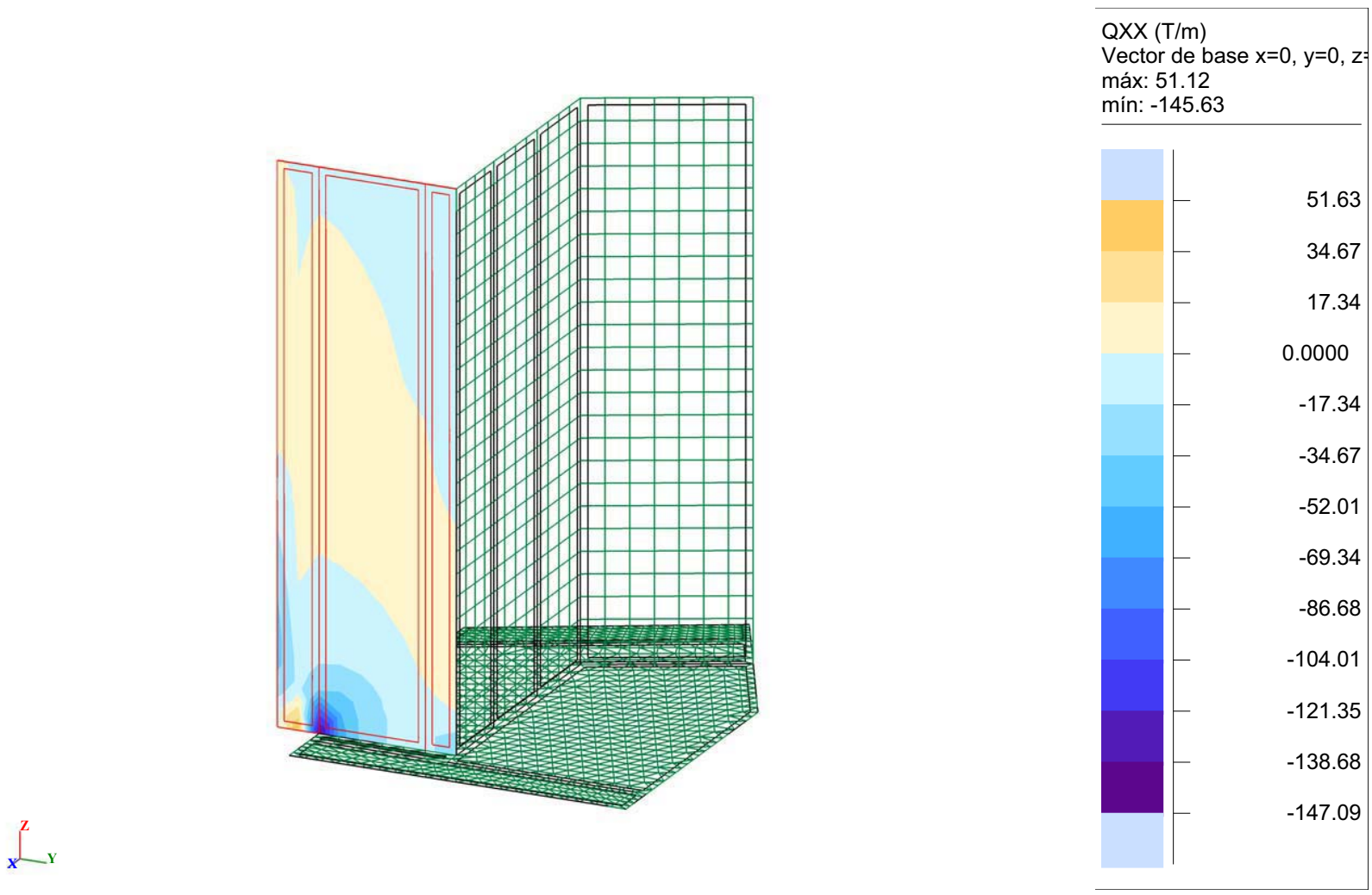
Detalle 2 - Flector Vertical Aleta Izquierda

Cortante Horizontal en Aleta Izquierda

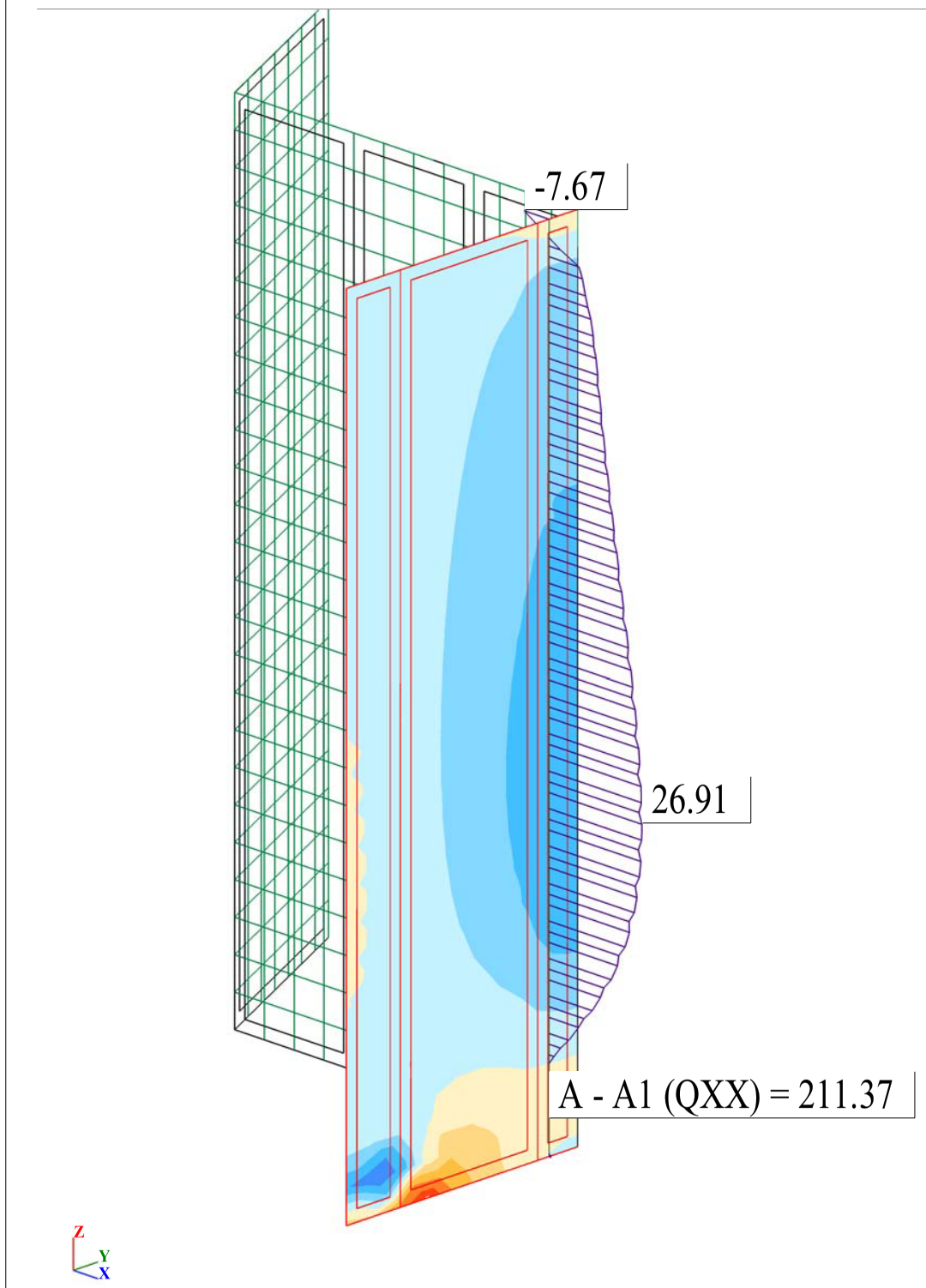


ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Modelo Estr1 - Dcha.rtd**

Cortante Vertical en Aleta Izquierda

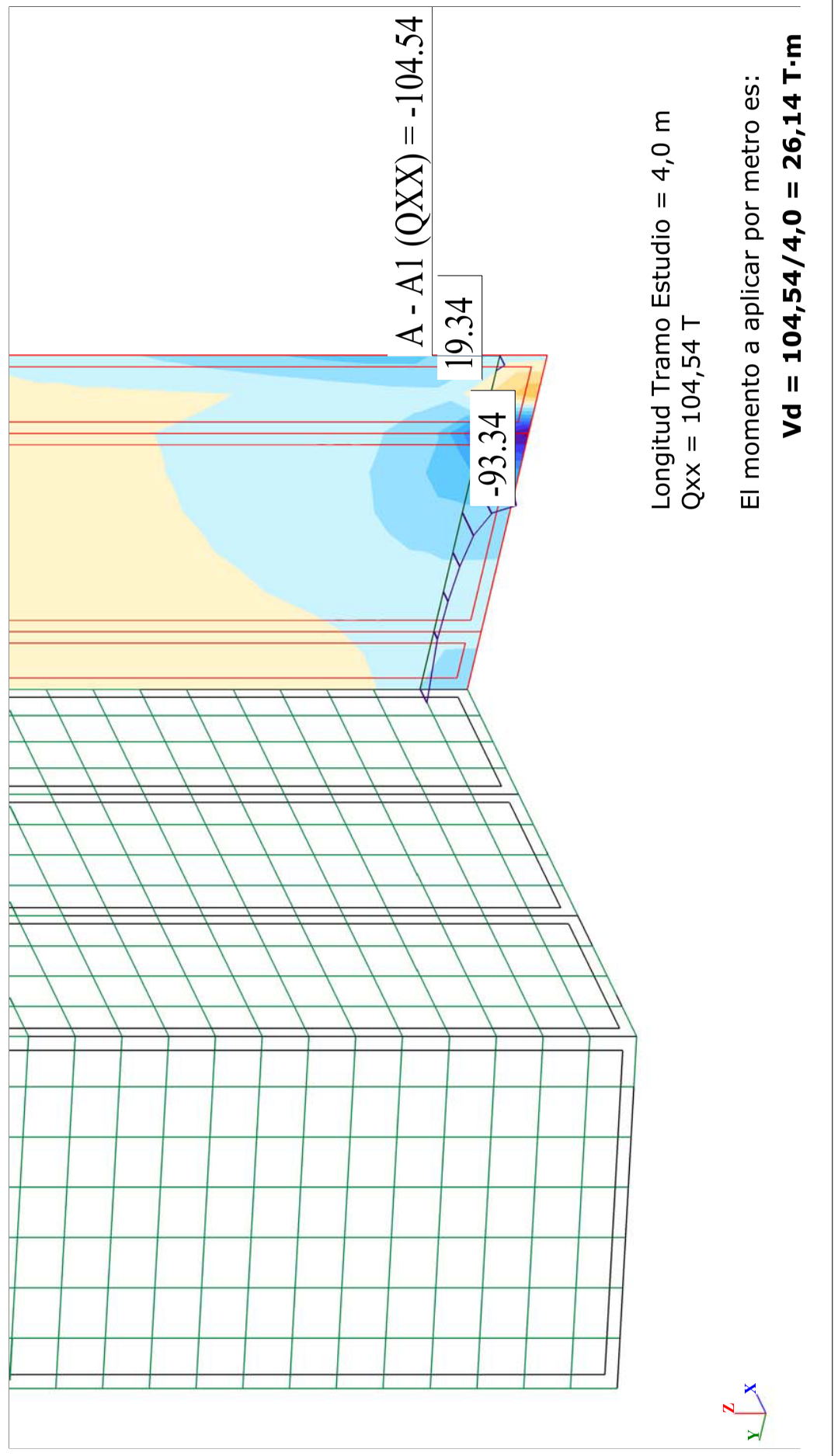


Cortante Horizontal en Aleta Izquierda a un Canto Útil



© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Modelo Estr1 - Dcha.rtd**
ROBOT v 17.0.1
Autor :

Cortante Vertical en Aleta Izquierda a un Canto Útil



Longitud Tramo Estudio = 4,0 m
Qxx = 104,54 T

El momento a aplicar por metro es:
Vd = 104,54/4,0 = 26,14 T·m

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
Aleta Estribo 1 Derecha

Dimensionamiento Armado - Flexión Horizontal

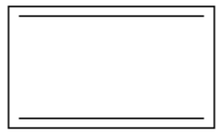
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

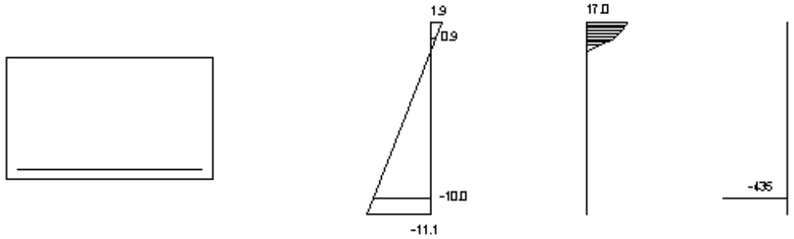
- Sección

Sección : ALETA
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 514.7



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.090
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.7
εs ·1.E-3 = 1.9
εi ·1.E-3 = -11.1

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	0.9	0.0
0.550	22.9	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 22.9

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nºϕ	21	15	12	8	5
nº capas	2	1	1	1	1
At [cm²]	23.8	23.1	24.1	25.1	24.5
wk [mm]	0.27	0.30	0.31	0.33	0.41

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
Aleta Estribo 1 Derecha

Dimensionamiento Armado - Flexión Vertical

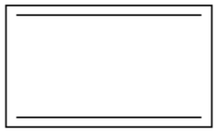
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

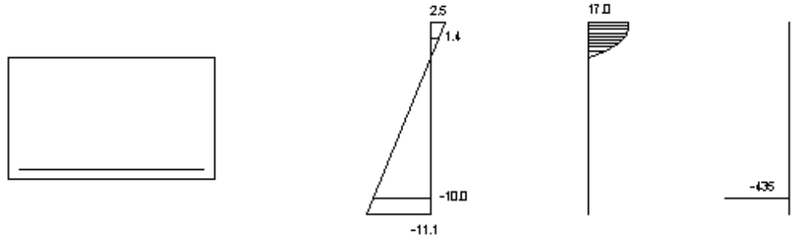
- Sección

```
Sección : ALETA
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.60
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050
```



2 Dimensionamiento

```
Md [kN·m]  = 704.4
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.111
1/r [1/m]·1.E-3 = 22.7
εs ·1.E-3         = 2.5
εi ·1.E-3         = -11.1
```

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	1.4	0.0
0.550	32.0	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 32.0

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nºϕ	29	21	16	11	7
nº capas	2	2	1	1	1
At [cm²]	32.8	32.3	32.2	34.6	34.4
wk [mm]	0.28	0.29	0.31	0.32	0.37

CÁLCULO DE LA ARMADURA DE CORTANTE

Proyecto: LAV Castellbisbal-Papiol
Elemento: Aletas Estribo 1 - Viaducto 503+960

CORTANTE HORIZONTAL

D(mm)	550
fck(N/mm2)	30
Sigma_s(N/mm2)	400
Bo(mm)	1000
As(cm2)	32.74
Vrd(Tn)	26.91
N(Tn)	0.00

Limitación de tensión en armadura de cortante (art. 40.2 EHE)

*N<0 para compresión.

VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE ARMADURA DE CORTANTE

PSI	1.603
Roele	0.0060
Sigmaprima (N/mm2)	0.00
Vu2 (N)	276543.0

No necesita armadura de cortante

OBTENCIÓN DE LA ARMADURA DE CORTANTE NECESARIA

Theta	
Vu2	230452.51
Vsu,p	198000.00

As,c = ***0.0*** **cm²/m**
As,min= ***10.0*** **cm²/m**

VERIFICACIÓN DE LA COMPRESIÓN OBLICUA DEL ALMA

Ac (cm2)	6000
Sigmacd (N/mm2)	0
K	1.000
f1cd (N/mm2)	12
Vu1 (N)	3300000

Verificada la resistencia del alma a la compresión

CORTANTE VERTICAL

D(mm)	550
fck(N/mm2)	30
Sigma_s(N/mm2)	400
Bo(mm)	1000
As(cm2)	39.27
Vrd(Tn)	35.83
N(Tn)	0.00

Limitación de tensión en armadura de cortante (art. 40.2 EHE)

*N<0 para compresión.

VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE ARMADURA DE CORTANTE

PSI	1.603
Roele	0.0071
Sigmaprima (N/mm2)	0.00
Vu2 (N)	293825.9

Necesita armadura de cortante

OBTENCIÓN DE LA ARMADURA DE CORTANTE NECESARIA

Theta	
Vu2	244854.93
Vsu,p	198000.00

As,c = ***5.7*** **cm²/m**
As,min= ***10.0*** **cm²/m**

Se dispondrán 4 cercos Ø10 cada 0,20 m en los 4,0 metros inferiores de muro.

VERIFICACIÓN DE LA COMPRESIÓN OBLICUA DEL ALMA

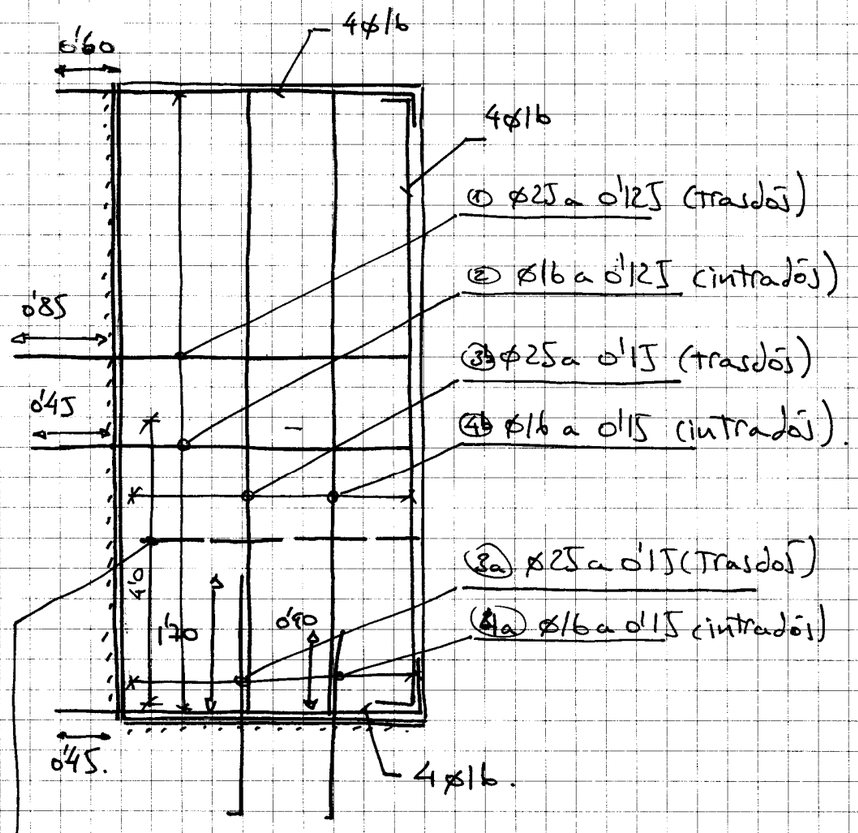
Ac (cm2)	6000
Sigmacd (N/mm2)	0
K	1.000
f1cd (N/mm2)	12
Vu1 (N)	3300000

Verificada la resistencia del alma a la compresión

PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

CROQUIS ARMADO ALETAS:



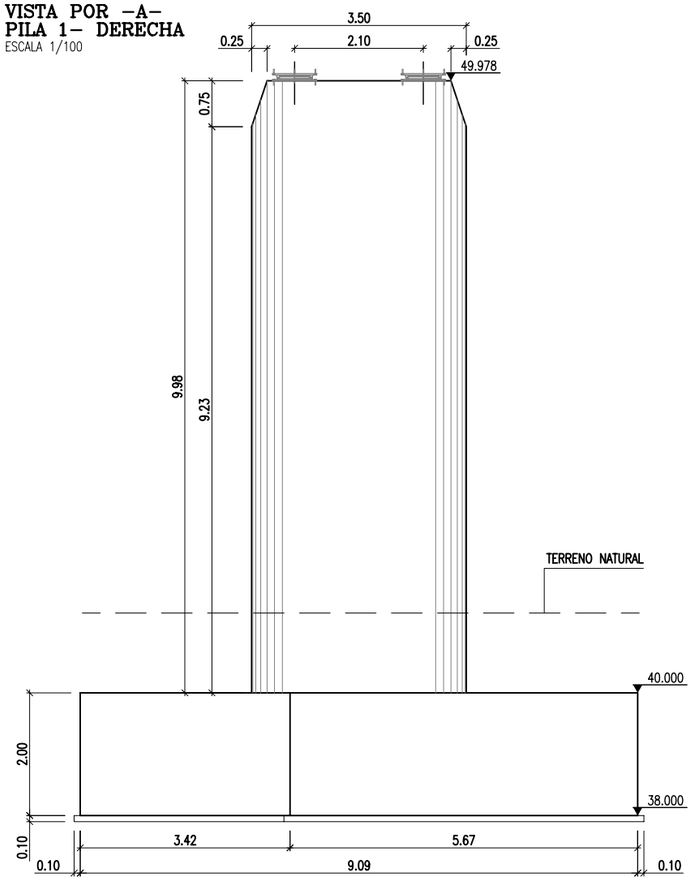
≡ Lado Empotrado.

4 CÁLCULO DE LA PILA 1

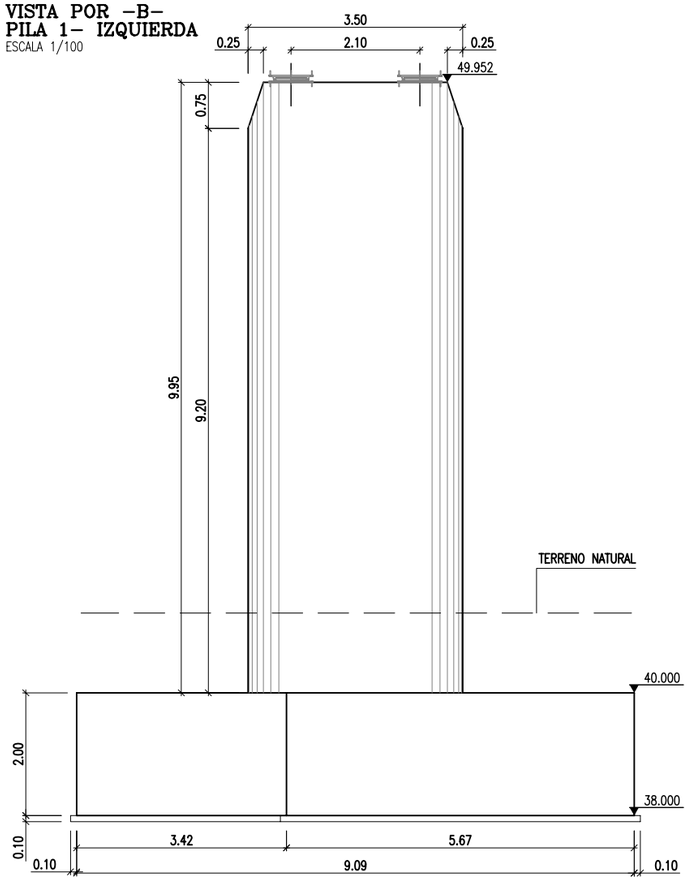
4.1 GEOMETRÍA

Geometría Pila 1

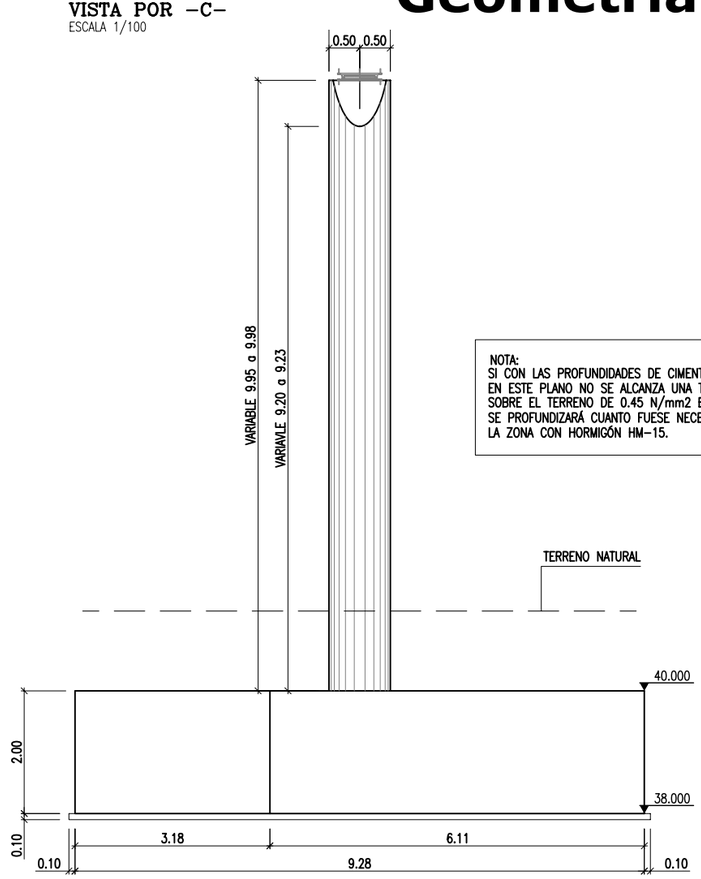
VISTA POR –A–
PILA 1– DERECHA
ESCALA 1/100



VISTA POR –B–
PILA 1– IZQUIERDA
ESCALA 1/100

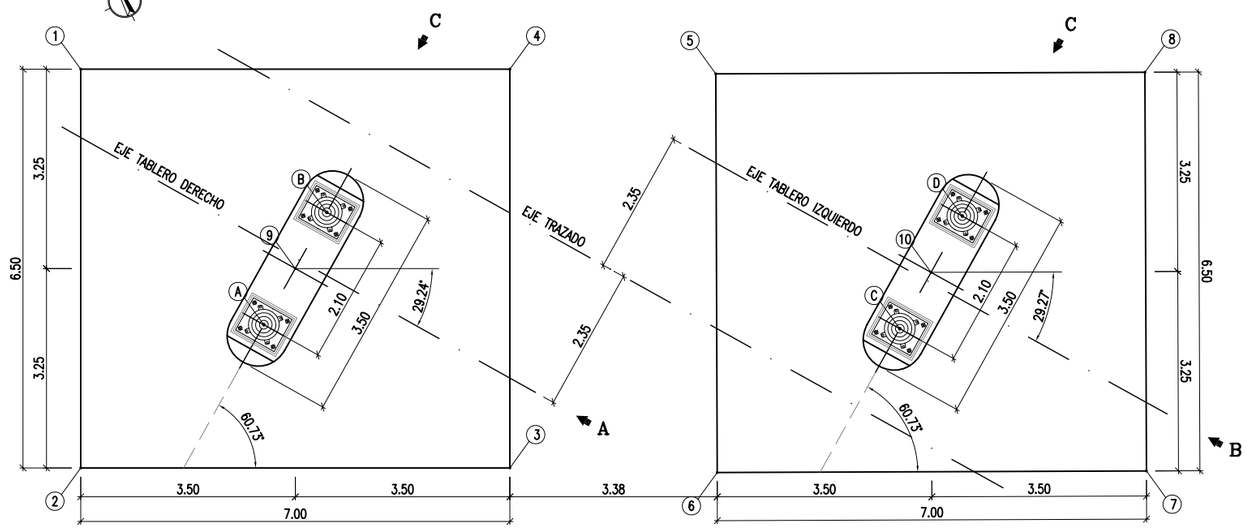


VISTA POR –C–
ESCALA 1/100

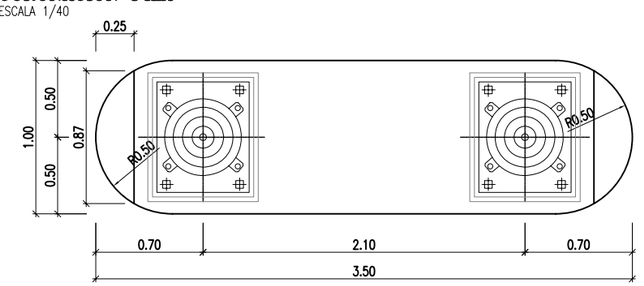


NOTA:
SI CON LAS PROFUNDIDADES DE CIMENTACIÓN INDICADAS EN ESTE PLANO NO SE ALCANZA UNA TENSIÓN ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO DE 0.45 N/mm2 EN ZAPATAS DE PILAS, SE PROFUNDIZARÁ CUANTO FUESE NECESARIO, RELLENANDOSE LA ZONA CON HORMIGÓN HM–15.

PLANTA
ESCALA 1/100



CORONACIÓN PILA
ESCALA 1/40



CUADRO COORDENADAS		
PUNTO	X	Y
1	415520.623	4589215.686
2	415517.741	4589209.86
3	415524.015	4589206.757
4	415526.897	4589212.583
5	415529.873	4589211.026
6	415527.013	4589205.19
7	415533.298	4589202.109
8	415536.159	4589207.946
9	415522.319	4589211.222
10	415531.586	4589206.568

COORDENADAS POTS		
PUNTO	X	Y
A	415521.453	4589210.628
B	415523.186	4589211.815
C	415530.722	4589205.971
D	415532.45	4589207.164

NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	γ
TABLERO	HA–30/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS	HA–30/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACION	HA–25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1.50
VIGAS PREFABRICADAS	HP–45/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM–15	–	1.50

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	γ
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15

PARA ANCLAJES Y SOLAPES, SE SEGUIRAN LAS PRESCRIPCIONES CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 66 DE LA INSTRUCCIÓN EHE.

LOS RECUBRIMIENTOS NOMINALES DE DETERMINARAN SEGÚN EL ARTÍCULO 37 DE LA INSTRUCIÓN EHE PARA UN AMBIENTE IIb Y IIa.

EJECUCIÓN DE LA OBRA

TODOS LOS ELEMENTOS CONTROL INTENSO.
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN IAP–98.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS:
–TABLERO: 35mm.
–CARGADEROS: 40mm.
–VIGAS PREFABRICADAS: 35mm.

TÍTULO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
LINEA DE ALTA VELOCIDAD
ORID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO: CASTELLBISBAL - PAPIOL

ESCALA 1/100 Numérica
0 1.25 2.50 Gráfica

FECHA JUNIO 2004

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO SOBRE VIAS DE ANCHO IBÉRICO (L.A.V.)
PILA 1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Nº DE PLANO 2.9.1.1
Hoja 5 de X

Geometría Pila 1

4.2 ACCIONES EN CORONACIÓN

REACCIONES EN CORONACIÓN DE PILA 1

Separación Apoyos 2.1 m

Caso de Carga	Pila 1					
	Fx	Fy	Fz	Mx	Fz Ap. 1	Fz Ap. 2
Peso Propio Viga			90.5	0.0	45.3	45.3
Peso Propio Losa			150.7	76.9	112.0	38.8
Cargas Muertas Max			219.2	77.8	146.6	72.5
Cargas Muertas Min			145.7	85.9	113.8	31.9
Total Perm Inicial (max)	7.8			**154.6**	**303.8**	**156.6**
Total Perm Infinito (max)	7.2			**154.6**	**291.7**	**144.4**
Total Perm Inicial (min)	5.8			**162.8**	**271.0**	**115.9**
Total Perm Infinito (min)	5.3			**162.8**	**261.8**	**106.7**
Hip 1 - SC max			26.7	74.6	48.9	-22.2
Hip 2 - SC min			0.0	0.0	0.0	0.0
Hip 1 - Tren máximo 1		10.0	314.3	25.3	169.2	145.1
Hip 2 - Tren máximo 2		10.0	319.5	-179.7	74.2	245.3
Hip 3 - Tren mínimo 3		10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hip 4 - Tren mínimo 4		10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenado y Arranque max						
Fuerza Centrífuga max v150		14.3		37.6	17.9	-17.9
Fuerza Centrífuga max v350		37.8		99.7	47.5	-47.5
Gradiente Térmico				0.0	-16.6	-16.0
Interacción longitudinal						
Viento Transversal c.p.		21.5		46.9	22.4	-22.4
Viento Transversal c.p. + s.c.		15.4		61.3	29.2	-29.2

COMBINACIÓN DE ACCIONES - ELU

ELU-01	Gt0-max 1.35	SC-max 1.50	Tren1-max 1.50					
ELU-02	Gt0-max 1.35	SC-max 1.50	Tren2-max 1.50					
ELU-03	Gt0-max 1.35	SC-max 1.50	Tren1-max 1.50	Centrífuga 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90		
ELU-04	Gt0-max 1.35	SC-max 1.50	Tren2-max 1.50	Centrífuga 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90		
ELU-05	Gt0-max 1.35	SC-max 1.50	Tren1-max 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50			
ELU-06	Gt0-max 1.35	SC-max 1.50	Tren2-max 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50			
ELU-07	Gt0-max 1.35	SC-max 1.50	Tren1-max 1.50	Centrífuga 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90
ELU-08	Gt0-max 1.35	SC-max 1.50	Tren2-max 1.50	Centrífuga 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90
ELU-09	Gt0-max 1.00	W 1.50	Grad Term 0.90					
ELU-10	Gtinf-max 1.35	SC-max 1.50	Tren1-max 1.50					
ELU-11	Gtinf-max 1.35	SC-max 1.50	Tren2-max 1.50					
ELU-12	Gtinf-max 1.35	SC-max 1.50	Tren1-max 1.50	Centrífuga 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90		
ELU-13	Gtinf-max 1.35	SC-max 1.50	Tren2-max 1.50	Centrífuga 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90		
ELU-14	Gtinf-max 1.35	SC-max 1.50	Tren1-max 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50			
ELU-15	Gtinf-max 1.35	SC-max 1.50	Tren2-max 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50			
ELU-16	Gtinf-max 1.35	SC-max 1.50	Tren1-max 1.50	Centrífuga 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90
ELU-17	Gtinf-max 1.35	SC-max 1.50	Tren2-max 1.50	Centrífuga 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90
ELU-18	Gtinf-max 1.00	W 1.50	Grad Term 0.90					
ELU-19	Gt0-min 1.35	SC-min 1.50	Tren1-min 1.50					
ELU-20	Gt0-min 1.35	SC-min 1.50	Tren2-min 1.50					
ELU-21	Gt0-min 1.35	SC-min 1.50	Tren1-min 1.50	Centrífuga 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90		
ELU-22	Gt0-min 1.35	SC-min 1.50	Tren2-min 1.50	Centrífuga 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90		
ELU-23	Gt0-min 1.35	SC-min 1.50	Tren1-min 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50			
ELU-24	Gt0-min 1.35	SC-min 1.50	Tren2-min 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50			
ELU-25	Gt0-min 1.35	SC-min 1.50	Tren1-min 1.50	Centrífuga 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90
ELU-26	Gt0-min 1.35	SC-min 1.50	Tren2-min 1.50	Centrífuga 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90
ELU-27	Gt0-min 1.00	W 1.50	Grad Term 0.90					
ELU-28	Gtinf-min 1.35	SC-min 1.50	Tren1-min 1.50					
ELU-29	Gtinf-min 1.35	SC-min 1.50	Tren2-min 1.50					
ELU-30	Gtinf-min 1.35	SC-min 1.50	Tren1-min 1.50	Centrífuga 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90		
ELU-31	Gtinf-min 1.35	SC-min 1.50	Tren2-min 1.50	Centrífuga 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90		
ELU-32	Gtinf-min 1.35	SC-min 1.50	Tren1-min 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50			
ELU-33	Gtinf-min 1.35	SC-min 1.50	Tren2-min 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50			
ELU-34	Gtinf-min 1.35	SC-min 1.50	Tren1-min 1.50	Centrífuga 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90
ELU-35	Gtinf-min 1.35	SC-min 1.50	Tren2-min 1.50	Centrífuga 1.50	Frenado 1.50	Interacc. 1.50	Grad Term 0.90	Wconc 0.90
ELU-36	Gtinf-min 1.00	W 1.50	Grad Term 0.90					

COMBINACIÓN DE ACCIONES - ELS · Comb Característica -

ELS-C01	Gt0-max 1.00	SC-max 1.00	Tren1-max 1.00					
ELS-C02	Gt0-max 1.00	SC-max 1.00	Tren2-max 1.00					
ELS-C03	Gt0-max 1.00	SC-max 1.00	Tren1-max 1.00	Centrífuga 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60		
ELS-C04	Gt0-max 1.00	SC-max 1.00	Tren2-max 1.00	Centrífuga 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60		
ELS-C05	Gt0-max 1.00	SC-max 1.00	Tren1-max 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00			
ELS-C06	Gt0-max 1.00	SC-max 1.00	Tren2-max 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00			
ELS-C07	Gt0-max 1.00	SC-max 1.00	Tren1-max 1.00	Centrífuga 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60
ELS-C08	Gt0-max 1.00	SC-max 1.00	Tren2-max 1.00	Centrífuga 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60
ELS-C09	Gt0-max 1.00	W 1.00	Grad Term 0.60					
ELS-C10	Gtinf-max 1.00	SC-max 1.00	Tren1-max 1.00					
ELS-C11	Gtinf-max 1.00	SC-max 1.00	Tren2-max 1.00					
ELS-C12	Gtinf-max 1.00	SC-max 1.00	Tren1-max 1.00	Centrífuga 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60		
ELS-C13	Gtinf-max 1.00	SC-max 1.00	Tren2-max 1.00	Centrífuga 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60		
ELS-C14	Gtinf-max 1.00	SC-max 1.00	Tren1-max 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00			
ELS-C15	Gtinf-max 1.00	SC-max 1.00	Tren2-max 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00			
ELS-C16	Gtinf-max 1.00	SC-max 1.00	Tren1-max 1.00	Centrífuga 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60
ELS-C17	Gtinf-max 1.00	SC-max 1.00	Tren2-max 1.00	Centrífuga 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60
ELS-C18	Gtinf-max 1.00	W 1.00	Grad Term 0.60					
ELS-C19	Gt0-min 1.00	SC-min 1.00	Tren1-min 1.00					
ELS-C20	Gt0-min 1.00	SC-min 1.00	Tren2-min 1.00					
ELS-C21	Gt0-min 1.00	SC-min 1.00	Tren1-min 1.00	Centrífuga 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60		
ELS-C22	Gt0-min 1.00	SC-min 1.00	Tren2-min 1.00	Centrífuga 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60		
ELS-C23	Gt0-min 1.00	SC-min 1.00	Tren1-min 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00			
ELS-C24	Gt0-min 1.00	SC-min 1.00	Tren2-min 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00			
ELS-C25	Gt0-min 1.00	SC-min 1.00	Tren1-min 1.00	Centrífuga 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60
ELS-C26	Gt0-min 1.00	SC-min 1.00	Tren2-min 1.00	Centrífuga 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60
ELS-C27	Gt0-min 1.00	W 1.00	Grad Term 0.60					
ELS-C28	Gtinf-min 1.00	SC-min 1.00	Tren1-min 1.00					
ELS-C29	Gtinf-min 1.00	SC-min 1.00	Tren2-min 1.00					
ELS-C30	Gtinf-min 1.00	SC-min 1.00	Tren1-min 1.00	Centrífuga 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60		
ELS-C31	Gtinf-min 1.00	SC-min 1.00	Tren2-min 1.00	Centrífuga 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60		
ELS-C32	Gtinf-min 1.00	SC-min 1.00	Tren1-min 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00			
ELS-C33	Gtinf-min 1.00	SC-min 1.00	Tren2-min 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00			
ELS-C34	Gtinf-min 1.00	SC-min 1.00	Tren1-min 1.00	Centrífuga 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60
ELS-C35	Gtinf-min 1.00	SC-min 1.00	Tren2-min 1.00	Centrífuga 1.00	Frenado 1.00	Interacc. 1.00	Grad Term 0.60	Wconc 0.60
ELS-C36	Gtinf-min 1.00	W 1.00	Grad Term 0.60					

COMBINACIÓN DE ACCIONES - ELS · Comb Frecuente -

ELS-F01	Gt0-max 1.00	SC-max 0.80	Tren1-max 0.80					
ELS-F02	Gt0-max 1.00	SC-max 0.80	Tren2-max 0.80					
ELS-F03	Gt0-max 1.00	SC-max 0.80	Tren1-max 0.80	Centrífuga 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20		
ELS-F04	Gt0-max 1.00	SC-max 0.80	Tren2-max 0.80	Centrífuga 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20		
ELS-F05	Gt0-max 1.00	SC-max 0.80	Tren1-max 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80			
ELS-F06	Gt0-max 1.00	SC-max 0.80	Tren2-max 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80			
ELS-F07	Gt0-max 1.00	SC-max 0.80	Tren1-max 0.80	Centrífuga 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20
ELS-F08	Gt0-max 1.00	SC-max 0.80	Tren2-max 0.80	Centrífuga 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20
ELS-F09	Gt0-max 1.00	W 0.50	Grad Term 0.20					
ELS-F10	Gtinf-max 1.00	SC-max 0.80	Tren1-max 0.80					
ELS-F11	Gtinf-max 1.00	SC-max 0.80	Tren2-max 0.80					
ELS-F12	Gtinf-max 1.00	SC-max 0.80	Tren1-max 0.80	Centrífuga 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20		
ELS-F13	Gtinf-max 1.00	SC-max 0.80	Tren2-max 0.80	Centrífuga 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20		
ELS-F14	Gtinf-max 1.00	SC-max 0.80	Tren1-max 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80			
ELS-F15	Gtinf-max 1.00	SC-max 0.80	Tren2-max 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80			
ELS-F16	Gtinf-max 1.00	SC-max 0.80	Tren1-max 0.80	Centrífuga 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20
ELS-F17	Gtinf-max 1.00	SC-max 0.80	Tren2-max 0.80	Centrífuga 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20
ELS-F18	Gtinf-max 1.00	W 0.50	Grad Term 0.20					
ELS-F19	Gt0-min 1.00	SC-min 0.80	Tren1-min 0.80					
ELS-F20	Gt0-min 1.00	SC-min 0.80	Tren2-min 0.80					
ELS-F21	Gt0-min 1.00	SC-min 0.80	Tren1-min 0.80	Centrífuga 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20		
ELS-F22	Gt0-min 1.00	SC-min 0.80	Tren2-min 0.80	Centrífuga 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20		
ELS-F23	Gt0-min 1.00	SC-min 0.80	Tren1-min 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80			
ELS-F24	Gt0-min 1.00	SC-min 0.80	Tren2-min 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80			
ELS-F25	Gt0-min 1.00	SC-min 0.80	Tren1-min 0.80	Centrífuga 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20
ELS-F26	Gt0-min 1.00	SC-min 0.80	Tren2-min 0.80	Centrífuga 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20
ELS-F27	Gt0-min 1.00	W 0.50	Grad Term 0.20					
ELS-F28	Gtinf-min 1.00	SC-min 0.80	Tren1-min 0.80					
ELS-F29	Gtinf-min 1.00	SC-min 0.80	Tren2-min 0.80					
ELS-F30	Gtinf-min 1.00	SC-min 0.80	Tren1-min 0.80	Centrífuga 0.80	Grad Term 0.90	Wconc 0.20		
ELS-F31	Gtinf-min 1.00	SC-min 0.80	Tren2-min 0.80	Centrífuga 0.80	Grad Term 0.90	Wconc 0.20		
ELS-F32	Gtinf-min 1.00	SC-min 0.80	Tren1-min 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 1.50			
ELS-F33	Gtinf-min 1.00	SC-min 0.80	Tren2-min 0.80	Frenado 0.80	Interacc. 1.50			
ELS-F34	Gtinf-min 1.00	SC-min 0.80	Tren1-min 0.80	Centrífuga 0.80	Frenado 1.50	Interacc. 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20
ELS-F35	Gtinf-min 1.00	SC-min 0.80	Tren2-min 0.80	Centrífuga 0.80	Frenado 1.50	Interacc. 0.80	Grad Term 0.20	Wconc 0.20
ELS-F36	Gtinf-min 1.00	W 0.50	Grad Term 0.20					

COMBINACIÓN DE ACCIONES - Cabeza Fuste

ESFUERZOS - ELU

Combinaciones	PILA 1					
	Fx	Fy	Fz	Mx	Fz	
					Ap. 1	Ap. 2
ELU-01	34.1	15.0	1133.0	358.6	737.3	395.8
ELU-02	34.5	15.0	1140.8	51.1	594.8	546.1
ELU-03	37.3	85.6	1133.0	563.3	819.9	283.8
ELU-04	37.6	85.6	1140.8	255.8	677.4	434.1
ELU-05	34.1	15.0	1133.0	358.6	737.3	395.8
ELU-06	34.5	15.0	1140.8	51.1	594.8	546.1
ELU-07	37.3	85.6	1133.0	563.3	819.9	283.8
ELU-08	37.6	85.6	1140.8	255.8	677.4	434.1
ELU-09	13.1	32.3	460.4	225.0	322.5	108.6
ELU-10	33.3	15.0	1100.2	358.6	720.9	379.3
ELU-11	33.7	15.0	1108.0	51.1	578.4	529.6
ELU-12	36.4	85.6	1100.2	563.3	803.5	267.4
ELU-13	36.8	85.6	1108.0	255.8	661.0	417.7
ELU-14	33.3	15.0	1100.2	358.6	720.9	379.3
ELU-15	33.7	15.0	1108.0	51.1	578.4	529.6
ELU-16	36.4	85.6	1100.2	563.3	803.5	267.4
ELU-17	36.8	85.6	1108.0	255.8	661.0	417.7
ELU-18	12.5	32.3	436.1	225.0	310.4	96.4
ELU-19	7.8	15.0	522.3	219.8	365.9	156.5
ELU-20	7.8	15.0	522.3	219.8	365.9	156.5
ELU-21	11.0	85.6	522.3	424.5	448.4	44.5
ELU-22	11.0	85.6	522.3	424.5	448.4	44.5
ELU-23	7.8	15.0	522.3	219.8	365.9	156.5
ELU-24	7.8	15.0	522.3	219.8	365.9	156.5
ELU-25	11.0	85.6	522.3	424.5	448.4	44.5
ELU-26	11.0	85.6	522.3	424.5	448.4	44.5
ELU-27	11.1	32.3	386.9	233.2	289.7	67.9
ELU-28	7.2	15.0	497.5	219.8	353.4	144.0
ELU-29	7.2	15.0	497.5	219.8	353.4	144.0
ELU-30	10.3	85.6	497.5	424.5	436.0	32.1
ELU-31	10.3	85.6	497.5	424.5	436.0	32.1
ELU-32	7.2	15.0	497.5	219.8	353.4	144.0
ELU-33	7.2	15.0	497.5	219.8	353.4	144.0
ELU-34	10.3	85.6	497.5	424.5	436.0	32.1
ELU-35	10.3	85.6	497.5	424.5	436.0	32.1
ELU-36	10.6	32.3	368.5	233.2	280.5	58.7

COMBINACIÓN DE ACCIONES - Cabeza de Fuste

ESFUERZOS - ELS · Comb Característica -

Combinaciones	PILA 1					
	Fx	Fy	Fz	Mx	Fz	
					Ap. 1	Ap. 2
ELS-C01	23.5	10.0	801.4	254.5	521.9	279.5
ELS-C02	23.8	10.0	806.6	49.5	426.9	379.7
ELS-C03	25.6	57.0	801.4	391.0	577.0	204.9
ELS-C04	25.9	57.0	806.6	186.0	482.0	305.1
ELS-C05	23.5	10.0	801.4	254.5	521.9	279.5
ELS-C06	23.8	10.0	806.6	49.5	426.9	379.7
ELS-C07	25.6	57.0	801.4	391.0	577.0	204.9
ELS-C08	25.9	57.0	806.6	186.0	482.0	305.1
ELS-C09	11.3	21.5	460.4	201.5	316.2	124.6
ELS-C10	22.9	10.0	777.1	254.5	509.8	267.3
ELS-C11	23.2	10.0	782.3	49.5	414.8	367.5
ELS-C12	25.0	57.0	777.1	391.0	564.9	192.7
ELS-C13	25.3	57.0	782.3	186.0	469.9	292.9
ELS-C14	22.9	10.0	777.1	254.5	509.8	267.3
ELS-C15	23.2	10.0	782.3	49.5	414.8	367.5
ELS-C16	25.0	57.0	777.1	391.0	564.9	192.7
ELS-C17	25.3	57.0	782.3	186.0	469.9	292.9
ELS-C18	10.7	21.5	436.1	201.5	304.1	112.4
ELS-C19	5.8	10.0	386.9	162.8	271.0	115.9
ELS-C20	5.8	10.0	386.9	162.8	271.0	115.9
ELS-C21	7.9	57.0	386.9	299.3	326.1	41.3
ELS-C22	7.9	57.0	386.9	299.3	326.1	41.3
ELS-C23	5.8	10.0	386.9	162.8	271.0	115.9
ELS-C24	5.8	10.0	386.9	162.8	271.0	115.9
ELS-C25	7.9	57.0	386.9	299.3	326.1	41.3
ELS-C26	7.9	57.0	386.9	299.3	326.1	41.3
ELS-C27	9.3	21.5	386.9	209.7	283.4	83.9
ELS-C28	5.3	10.0	368.5	162.8	261.8	106.7
ELS-C29	5.3	10.0	368.5	162.8	261.8	106.7
ELS-C30	7.4	57.0	368.5	299.3	316.9	32.1
ELS-C31	7.4	57.0	368.5	299.3	316.9	32.1
ELS-C32	5.3	10.0	368.5	162.8	261.8	106.7
ELS-C33	5.3	10.0	368.5	162.8	261.8	106.7
ELS-C34	7.4	57.0	368.5	299.3	316.9	32.1
ELS-C35	7.4	57.0	368.5	299.3	316.9	32.1
ELS-C36	8.8	21.5	368.5	209.7	274.2	74.7

ESFUERZOS - ELS · Comb Frecuente -

Combinaciones	PILA 1					
	Fx	Fy	Fz	Mx	Fz	
					Ap. 1	Ap. 2
ELS-F01	20.4	8.0	733.2	234.5	478.3	254.9
ELS-F02	20.6	8.0	737.4	70.5	402.3	335.1
ELS-F03	21.1	41.3	733.2	326.5	518.8	207.9
ELS-F04	21.3	41.3	737.4	162.5	442.8	288.0
ELS-F05	20.4	8.0	733.2	234.5	478.3	254.9
ELS-F06	20.6	8.0	737.4	70.5	402.3	335.1
ELS-F07	21.1	41.3	733.2	326.5	518.8	207.9
ELS-F08	21.3	41.3	737.4	162.5	442.8	288.0
ELS-F09	9.6	10.8	460.4	178.1	311.7	142.2
ELS-F10	19.8	8.0	708.9	234.5	466.2	242.7
ELS-F11	20.0	8.0	713.1	70.5	390.2	322.9
ELS-F12	20.5	41.3	708.9	326.5	506.7	195.7
ELS-F13	20.7	41.3	713.1	162.5	430.7	275.8
ELS-F14	19.8	8.0	708.9	234.5	466.2	242.7
ELS-F15	20.0	8.0	713.1	70.5	390.2	322.9
ELS-F16	20.5	41.3	708.9	326.5	506.7	195.7
ELS-F17	20.7	41.3	713.1	162.5	430.7	275.8
ELS-F18	9.0	10.8	436.1	178.1	299.6	130.0
ELS-F19	5.8	8.0	386.9	162.8	271.0	115.9
ELS-F20	5.8	8.0	386.9	162.8	271.0	115.9
ELS-F21	6.5	41.3	386.9	254.8	311.5	68.9
ELS-F22	6.5	41.3	386.9	254.8	311.5	68.9
ELS-F23	5.8	8.0	386.9	162.8	271.0	115.9
ELS-F24	5.8	8.0	386.9	162.8	271.0	115.9
ELS-F25	6.5	41.3	386.9	254.8	311.5	68.9
ELS-F26	6.5	41.3	386.9	254.8	311.5	68.9
ELS-F27	7.6	10.8	386.9	186.3	278.9	101.5
ELS-F28	5.3	8.0	368.5	162.8	261.8	106.7
ELS-F29	5.3	8.0	368.5	162.8	261.8	106.7
ELS-F30	6.0	41.3	368.5	254.8	290.7	48.5
ELS-F31	6.0	41.3	368.5	254.8	290.7	48.5
ELS-F32	5.3	8.0	368.5	162.8	261.8	106.7
ELS-F33	5.3	8.0	368.5	162.8	261.8	106.7
ELS-F34	6.0	41.3	368.5	254.8	302.3	59.7
ELS-F35	6.0	41.3	368.5	254.8	302.3	59.7
ELS-F36	7.1	10.8	368.5	186.3	269.7	92.3

4.3 CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO

Cálculo de Esfuerzos y Dimensionamiento

De las dos pilas que componen la pila 1, únicamente se ha realizado el cálculo de una de ellas. Esto se ha podido hacer al ser idénticas las cargas que las solicitan y la similitud entre sus geometrías.

El cálculo y dimensionamiento de las pilas se detalla en las páginas siguientes. Las hipótesis de cálculo se exponen a continuación:

1. El cálculo se ha realizado según especificaciones de la EHE a partir de las reacciones en coronación que se detallan.

2. Se ha comprobado que no se supera la tensión admisible del terreno de 45 Kp/cm^2. La Dirección facultativa deberá verificar si el terreno que aparece en la excavación cumple dicho criterio de dimensionamiento. En caso contrario, se deberá recalcular la cimentación.

3. El dimensionamiento de las armaduras de flexión y cortante del fuste y encepado se realiza con los criterios de la Normativa vigente para estructuras de hormigón (EHE). Los coeficientes de seguridad de las acciones corresponden con un **nivel de control intenso γ_{fg} =1,35 y γ_{fq} =1,50.**

COMBINACIÓN DE ACCIONES - Base Fuste

ESFUERZOS - ELU

Combinaciones	PILA 1				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
ELU-01	34.1	15.0	1244.1	508.6	341.0
ELU-02	34.5	15.0	1251.9	201.1	344.9
ELU-03	37.3	85.6	1244.1	1418.9	372.5
ELU-04	37.6	85.6	1251.9	1111.4	376.4
ELU-05	34.1	15.0	1244.1	508.6	341.0
ELU-06	34.5	15.0	1251.9	201.1	344.9
ELU-07	37.3	85.6	1244.1	1418.9	372.5
ELU-08	37.6	85.6	1251.9	1111.4	376.4
ELU-09	13.1	32.3	571.4	547.5	130.5
ELU-10	33.3	15.0	1211.3	508.6	332.9
ELU-11	33.7	15.0	1219.1	201.1	336.8
ELU-12	36.4	85.6	1211.3	1418.9	364.4
ELU-13	36.8	85.6	1219.1	1111.4	368.3
ELU-14	33.3	15.0	1211.3	508.6	332.9
ELU-15	33.7	15.0	1219.1	201.1	336.8
ELU-16	36.4	85.6	1211.3	1418.9	364.4
ELU-17	36.8	85.6	1219.1	1111.4	368.3
ELU-18	12.5	32.3	547.1	547.5	124.5
ELU-19	7.8	15.0	604.6	369.8	78.3
ELU-20	7.8	15.0	604.6	369.8	78.3
ELU-21	11.0	85.6	604.6	1280.1	109.8
ELU-22	11.0	85.6	604.6	1280.1	109.8
ELU-23	7.8	15.0	604.6	369.8	78.3
ELU-24	7.8	15.0	604.6	369.8	78.3
ELU-25	11.0	85.6	604.6	1280.1	109.8
ELU-26	11.0	85.6	604.6	1280.1	109.8
ELU-27	11.1	32.3	469.2	555.7	110.5
ELU-28	7.2	15.0	579.7	369.8	71.6
ELU-29	7.2	15.0	579.7	369.8	71.6
ELU-30	10.3	85.6	579.7	1280.1	103.1
ELU-31	10.3	85.6	579.7	1280.1	103.1
ELU-32	7.2	15.0	579.7	369.8	71.6
ELU-33	7.2	15.0	579.7	369.8	71.6
ELU-34	10.3	85.6	579.7	1280.1	103.1
ELU-35	10.3	85.6	579.7	1280.1	103.1
ELU-36	10.6	32.3	450.8	555.7	105.5

COMBINACIÓN DE ACCIONES - Base de Fuste

ESFUERZOS - ELS · Comb Característica -

Combinaciones	PILA 1				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
ELS-C01	23.5	10.0	883.7	354.5	235.2
ELS-C02	23.8	10.0	888.9	149.5	237.8
ELS-C03	25.6	57.0	883.7	961.4	256.2
ELS-C04	25.9	57.0	888.9	756.4	258.8
ELS-C05	23.5	10.0	883.7	354.5	235.2
ELS-C06	23.8	10.0	888.9	149.5	237.8
ELS-C07	25.6	57.0	883.7	961.4	256.2
ELS-C08	25.9	57.0	888.9	756.4	258.8
ELS-C09	11.3	21.5	542.7	416.5	113.0
ELS-C10	22.9	10.0	859.4	354.5	229.2
ELS-C11	23.2	10.0	864.6	149.5	231.8
ELS-C12	25.0	57.0	859.4	961.4	250.2
ELS-C13	25.3	57.0	864.6	756.4	252.8
ELS-C14	22.9	10.0	859.4	354.5	229.2
ELS-C15	23.2	10.0	864.6	149.5	231.8
ELS-C16	25.0	57.0	859.4	961.4	250.2
ELS-C17	25.3	57.0	864.6	756.4	252.8
ELS-C18	10.7	21.5	518.4	416.5	107.0
ELS-C19	5.8	10.0	469.2	262.8	58.0
ELS-C20	5.8	10.0	469.2	262.8	58.0
ELS-C21	7.9	57.0	469.2	869.7	79.0
ELS-C22	7.9	57.0	469.2	869.7	79.0
ELS-C23	5.8	10.0	469.2	262.8	58.0
ELS-C24	5.8	10.0	469.2	262.8	58.0
ELS-C25	7.9	57.0	469.2	869.7	79.0
ELS-C26	7.9	57.0	469.2	869.7	79.0
ELS-C27	9.3	21.5	469.2	424.7	93.0
ELS-C28	5.3	10.0	450.8	262.8	53.0
ELS-C29	5.3	10.0	450.8	262.8	53.0
ELS-C30	7.4	57.0	450.8	869.7	74.0
ELS-C31	7.4	57.0	450.8	869.7	74.0
ELS-C32	5.3	10.0	450.8	262.8	53.0
ELS-C33	5.3	10.0	450.8	262.8	53.0
ELS-C34	7.4	57.0	450.8	869.7	74.0
ELS-C35	7.4	57.0	450.8	869.7	74.0
ELS-C36	8.8	21.5	450.8	424.7	88.0

ESFUERZOS - ELS · Comb Frecuente -

Combinaciones	PILA 1				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
ELS-F01	20.4	8.0	844.2	314.5	203.7
ELS-F02	20.6	8.0	848.4	150.5	205.8
ELS-F03	21.1	41.3	844.2	739.7	210.7
ELS-F04	21.3	41.3	848.4	575.7	212.8
ELS-F05	20.4	8.0	844.2	314.5	203.7
ELS-F06	20.6	8.0	848.4	150.5	205.8
ELS-F07	21.1	41.3	844.2	739.7	210.7
ELS-F08	21.3	41.3	848.4	575.7	212.8
ELS-F09	9.6	10.8	571.4	285.6	95.5
ELS-F10	19.8	8.0	819.9	314.5	197.7
ELS-F11	20.0	8.0	824.1	150.5	199.8
ELS-F12	20.5	41.3	819.9	739.7	204.7
ELS-F13	20.7	41.3	824.1	575.7	206.8
ELS-F14	19.8	8.0	819.9	314.5	197.7
ELS-F15	20.0	8.0	824.1	150.5	199.8
ELS-F16	20.5	41.3	819.9	739.7	204.7
ELS-F17	20.7	41.3	824.1	575.7	206.8
ELS-F18	9.0	10.8	547.1	285.6	89.5
ELS-F19	5.8	8.0	469.2	242.8	58.0
ELS-F20	5.8	8.0	469.2	242.8	58.0
ELS-F21	6.5	41.3	469.2	668.0	65.0
ELS-F22	6.5	41.3	469.2	668.0	65.0
ELS-F23	5.8	8.0	469.2	242.8	58.0
ELS-F24	5.8	8.0	469.2	242.8	58.0
ELS-F25	6.5	41.3	469.2	668.0	65.0
ELS-F26	6.5	41.3	469.2	668.0	65.0
ELS-F27	7.6	10.8	469.2	293.8	75.5
ELS-F28	5.3	8.0	450.8	242.8	53.0
ELS-F29	5.3	8.0	450.8	242.8	53.0
ELS-F30	6.0	41.3	450.8	668.0	60.0
ELS-F31	6.0	41.3	450.8	668.0	60.0
ELS-F32	5.3	8.0	450.8	242.8	53.0
ELS-F33	5.3	8.0	450.8	242.8	53.0
ELS-F34	6.0	41.3	450.8	668.0	60.0
ELS-F35	6.0	41.3	450.8	668.0	60.0
ELS-F36	7.1	10.8	450.8	293.8	70.5

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS - Base Fuste

- ELU -

Combinaciones	ESTRIBO 1				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
ELU-04	37.6	85.6	1251.9	1111.4	376.4
ELU-28	7.2	15.0	579.7	369.8	71.6
ELU-03	37.3	85.6	1244.1	1418.9	372.5
ELU-01	34.1	15.0	1244.1	508.6	341.0
ELU-02	34.5	15.0	1251.9	201.1	344.9
ELU-36	10.6	32.3	450.8	555.7	105.5
ELU-03	37.3	85.6	1244.1	1418.9	372.5
ELU-02	34.5	15.0	1251.9	201.1	344.9
ELU-04	37.6	85.6	1251.9	1111.4	376.4
ELU-28	7.2	15.0	579.7	369.8	71.6

- ELS · Comb Característica -

Combinaciones	PILA 1				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
ELS-C04	25.9	57.0	888.9	756.4	258.8
ELS-C28	5.3	10.0	450.8	262.8	53.0
ELS-C03	25.6	57.0	883.7	961.4	256.2
ELS-C01	23.5	10.0	883.7	354.5	235.2
ELS-C02	23.8	10.0	888.9	149.5	237.8
ELS-C28	5.3	10.0	450.8	262.8	53.0
ELS-C03	25.6	57.0	883.7	961.4	256.2
ELS-C02	23.8	10.0	888.9	149.5	237.8
ELS-C04	25.9	57.0	888.9	756.4	258.8
ELS-C28	5.3	10.0	450.8	262.8	53.0

- ELS · Comb Frecuente -

Combinaciones	ESTRIBO 1				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
ELS-F04	21.3	41.3	848.4	575.7	212.8
ELS-F28	5.3	8.0	450.8	242.8	53.0
ELS-F03	21.1	41.3	844.2	739.7	210.7
ELS-F01	20.4	8.0	844.2	314.5	203.7
ELS-F02	20.6	8.0	848.4	150.5	205.8
ELS-F28	5.3	8.0	450.8	242.8	53.0
ELS-F03	21.1	41.3	844.2	739.7	210.7
ELS-F02	20.6	8.0	848.4	150.5	205.8
ELS-F04	21.3	41.3	848.4	575.7	212.8
ELS-F28	5.3	8.0	450.8	242.8	53.0

Esfuerzos considerando los efectos de 2º orden

Calculados usando el método general definido en EHE, Art. 43.5.1

Esbeltez mecánica en cada una de las direcciones

λx	35.64
λy	121.55

Datos de pandeo

βx	1.7	lo [m]	10.00
βy	1.7	ix [m]	0.954
ε_y	0.00207	iy [m]	0.280
ε	0.004	Ac [m^2]	3.290
"h_x" [m]	3.50	Fcd [kp/cm^2]	200
"h_y" [m]	1.00	Ec [kp/cm^2]	285767.9
φ	1.80	Ix [m^4]	2.995
N_{sg} [T]	300.00	Iy [m^4]	0.257

Excentricidad de pandeo e incremento de momento para los diferentes estados de carga (ELU)

Caso de carga	Axil [T]	Mx [T·m]	My [T·m]	υ	ee_x	ee_y	α_x	α_y	$1/r_x$	$1/r_y$	υ_{gx}	υ_{gy}	$1/r_{tx}$	$1/r_{ty}$	ψ_x	ψ_y	$e_{tot\,x}$	$e_{tot\,y}$	ΔMx	ΔMy
ELU-01	1244.10	508.60	341.00	-0.19	0.409	0.274	0.842	2.388	0.001	0.002	0.000	0.004	2.1E-05	0.00016	1.30125	1.33542	0.0077	0.02554	162.80	146.15
ELU-02	1251.90	201.10	344.90	-0.19	0.161	0.276	0.339	2.399	0.001	0.002	0.000	0.004	8.1E-06	0.00016	1.28518	1.33791	0.00786	0.02542	67.19	148.37
ELU-03	1244.10	1418.90	372.50	-0.19	1.141	0.299	2.328	2.590	0.000	0.002	0.000	0.004	5.8E-05	0.00018	1.38251	1.35154	0.00702	0.02496	551.47	162.01
ELU-04	1251.90	1111.40	376.40	-0.19	0.888	0.301	1.815	2.600	0.000	0.002	0.000	0.004	4.5E-05	0.00018	1.34777	1.35438	0.00727	0.02484	395.62	164.49
ELU-28	579.70	369.80	71.60	-0.09	0.638	0.124	1.307	1.183	0.001	0.003	0.000	0.004	3.2E-05	7.3E-05	1.2614	1.22495	0.00871	0.03286	101.72	35.16
ELU-36	450.80	555.70	105.50	-0.07	1.233	0.234	2.515	2.067	0.001	0.003	0.000	0.004	6.2E-05	0.00014	1.26324	1.224	0.00905	0.03377	150.36	38.86

Excentricidad de pandeo e incremento de momento para los diferentes estados de carga (ELS - Comb Característica)

Caso de carga	Axil	Mx	My	υ	ee_x	ee_y	α_x	α_y	$1/r_x$	$1/r_y$	υ_{gx}	υ_{gy}	$1/r_{tx}$	$1/r_{ty}$	ψ_x	ψ_y	$e_{tot\,x}$	$e_{tot\,y}$	ΔMx	ΔMy
ELS-C01	883.70	354.50	235.20	-0.13	0.401	0.266	0.827	2.324	0.001	0.002	0.000	0.004	2E-05	0.00016	1.27531	1.2727	0.00823	0.0294	104.87	90.12
ELS-C02	888.90	149.50	237.80	-0.14	0.168	0.268	0.354	2.335	0.001	0.002	0.000	0.004	8.5E-06	0.00016	1.2665	1.27372	0.00829	0.02933	47.21	91.16
ELS-C03	883.70	961.40	256.20	-0.13	1.088	0.290	2.221	2.514	0.001	0.002	0.000	0.004	5.5E-05	0.00017	1.31161	1.27857	0.00797	0.02914	306.62	97.12
ELS-C04	888.90	756.40	258.80	-0.14	0.851	0.291	1.740	2.524	0.001	0.002	0.000	0.004	4.3E-05	0.00017	1.29765	1.27965	0.00806	0.02907	232.31	98.21
ELS-C28	450.80	262.80	53.00	-0.07	0.583	0.118	1.196	1.135	0.001	0.003	0.000	0.004	2.9E-05	6.9E-05	1.25103	1.21684	0.00895	0.03379	70.00	26.73

Excentricidad de pandeo e incremento de momento para los diferentes estados de carga (ELS - Comb Frecuente)

Caso de carga	Axil	Mx	My	υ	ee_x	ee_y	α_x	α_y	$1/r_x$	$1/r_y$	υ_{gx}	υ_{gy}	$1/r_{tx}$	$1/r_{ty}$	ψ_x	ψ_y	$e_{tot\,x}$	$e_{tot\,y}$	ΔMx	ΔMy
ELS-F01	844.20	314.50	203.70	-0.13	0.373	0.241	0.769	2.125	0.001	0.002	0.000	0.004	1.9E-05	0.00014	1.27158	1.26246	0.0083	0.03004	92.42	78.82
ELS-F02	848.40	150.50	205.80	-0.13	0.177	0.243	0.373	2.135	0.001	0.002	0.000	0.004	9E-06	0.00014	1.26473	1.26319	0.00834	0.02999	46.91	79.61
ELS-F03	844.20	739.70	210.70	-0.13	0.876	0.250	1.791	2.192	0.001	0.002	0.000	0.004	4.4E-05	0.00015	1.29411	1.26414	0.00815	0.02996	224.43	80.95
ELS-F04	848.40	575.70	212.80	-0.13	0.679	0.251	1.390	2.201	0.001	0.002	0.000	0.004	3.4E-05	0.00015	1.28479	1.26489	0.00821	0.02991	170.91	81.74
ELS-F28	450.80	242.80	53.00	-0.07	0.539	0.118	1.106	1.135	0.001	0.003	0.000	0.004	2.7E-05	6.9E-05	1.25029	1.21684	0.00894	0.03379	64.80	26.73

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS - Base Fuste

Esfuerzos considerando los efectos de 2º orden

Calculados usando el método general definido en EHE, Art. 43.5.1

- ELU -

Combinaciones	PILA 1		
	Fx	Mx	My
ELU-01	1244.1	671.4	487.1
ELU-02	1251.9	268.3	493.3
ELU-03	1244.1	1970.4	534.5
ELU-04	1251.9	1507.0	540.9
ELU-28	579.7	471.5	106.8
ELU-36	450.8	706.1	144.4

- ELS · Comb Característica -

Combinaciones	ESTRIBO 1		
	Fx	Mx	My
ELS-C01	883.7	459.4	325.3
ELS-C02	888.9	196.7	329.0
ELS-C03	883.7	1268.0	353.3
ELS-C04	888.9	988.7	357.0
ELS-C28	450.8	332.8	79.7

- ELS · Comb Frecuente -

Combinaciones	ESTRIBO 1		
	Fx	Mx	My
ELS-F01	844.2	406.9	282.5
ELS-F02	848.4	197.4	285.4
ELS-F03	844.2	964.1	291.6
ELS-F04	848.4	746.6	294.5
ELS-F28	450.8	307.6	79.7

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 503+960 - FUSTE PILA 1

Verificación Flexocompresión en Fuste - ELU-03

1 Datos

- Materiales

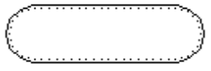
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

```
Sección : FUSTE
```

Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.500	1-2	3
2	0.067	0.250	2-3	3
3	0.250	0.067	3-4	3
4	0.500	0.000	4-5	20
5	3.000	0.000	5-6	3
6	3.250	0.067	6-7	3
7	3.433	0.250	7-8	3
8	3.500	0.500	8-9	3
9	3.433	0.750	9-10	3
10	3.250	0.933	10-11	3
11	3.000	1.000	11-12	20
12	0.500	1.000	12-13	3
13	0.250	0.933	13-14	3
14	0.067	0.750	14-1	3

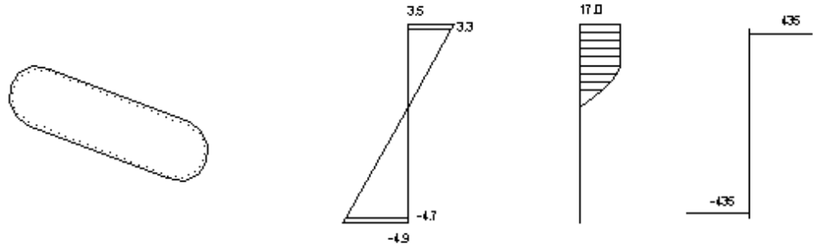
```
Recubrimiento exterior [m] : 0.050
```



2 Comprobación

```
ϕ [mm]   = 25
Nd [kN]     = 12441
Mxd [kN·m] = 5345
Myd [kN·m] = 19704

Nu [kN]     = 12441
Mxu [kN·m] = 5871.4
Myu [kN·m] = 21645.0
γ          = 1.10
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.79
ß    [°]          = 21.2
1/r [1/m]·1.E-3 = 4.4
εs ·1.E-3        = 3.5
εi ·1.E-3        = -4.9
```

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.05	3.3	435
1.84	-4.7	-435

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 503+960 - FUSTE PILA 1

Verificación Flexocompresión en Fuste - ELU-04

1 Datos

- Materiales

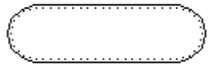
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

```
Sección : FUSTE
```

Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.500	1-2	3
2	0.067	0.250	2-3	3
3	0.250	0.067	3-4	3
4	0.500	0.000	4-5	20
5	3.000	0.000	5-6	3
6	3.250	0.067	6-7	3
7	3.433	0.250	7-8	3
8	3.500	0.500	8-9	3
9	3.433	0.750	9-10	3
10	3.250	0.933	10-11	3
11	3.000	1.000	11-12	20
12	0.500	1.000	12-13	3
13	0.250	0.933	13-14	3
14	0.067	0.750	14-1	3

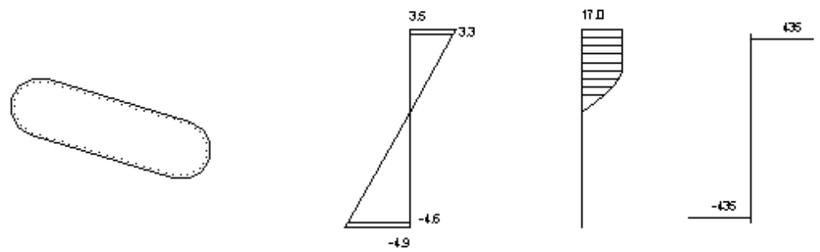
```
Recubrimiento exterior [m] : 0.050
```



2 Comprobación

```
ϕ [mm]   = 25
Nd [kN]     = 12519
Mxd [kN·m] = 5409
Myd [kN·m] = 15070

Nu [kN]     = 12519
Mxu [kN·m] = 6830.6
Myu [kN·m] = 19033.0
γ          = 1.26
```




```
Plano de deformación de agotamiento

x    [m]          = 0.71
ß    [°]          = 16.7
1/r [1/m]·1.E-3 = 4.9
εs ·1.E-3        = 3.5
εi ·1.E-3        = -4.9

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad    Deformación     Tensión
   [m]           ·1.E-3         [MPa]
  0.05            3.3            435
  1.64           -4.6           -435
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 503+960 - FUSTE PILA 1

Verificación Flexocompresión en Fuste - ELU-36

1 Datos

- Materiales

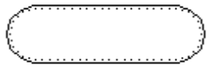
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

```
Sección : FUSTE
```

Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.500	1-2	3
2	0.067	0.250	2-3	3
3	0.250	0.067	3-4	3
4	0.500	0.000	4-5	20
5	3.000	0.000	5-6	3
6	3.250	0.067	6-7	3
7	3.433	0.250	7-8	3
8	3.500	0.500	8-9	3
9	3.433	0.750	9-10	3
10	3.250	0.933	10-11	3
11	3.000	1.000	11-12	20
12	0.500	1.000	12-13	3
13	0.250	0.933	13-14	3
14	0.067	0.750	14-1	3

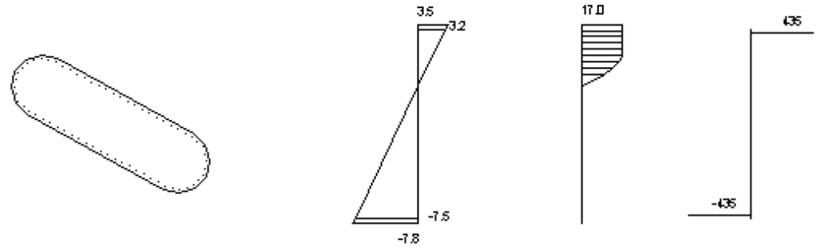
```
Recubrimiento exterior [m] : 0.050
```



2 Comprobación

```
ϕ [mm]   = 25
Nd [kN]     = 4508
Mxd [kN·m] = 1444
Myd [kN·m] = 7061

Nu [kN]     = 4508
Mxu [kN·m] = 4051.0
Myu [kN·m] = 19811.0
γ          = 2.81
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.68
ß    [°]          = 28.8
1/r [1/m]·1.E-3 = 5.1
εs ·1.E-3         = 3.5
εi ·1.E-3         = -7.8
```

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.05	3.2	435
2.15	-7.5	-435

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 6390 - FUSTE PILA 1

Verificación Fuste a Cortante

La verificación a cortante se realiza para una sección rectangular equivalente.

El axil concomitante dispuesto corresponde al mínimo axil que se puede dar en la sección.

Como se puede ver en los resultados adjuntos, el cortante resistente es mucho mayor a todos los esfuerzos cortantes que solicitan la sección.

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : SIMUL-FUSTE
b0  [m] = 2.50
h   [m] = 1.00
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 3.93
Nd [kN]     = 4508.0
Vu [kN]     = 1587.5
```

VERIFICACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

FISURACIÓN debida a Mx

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA SECCIÓN.

Canto (cm)= 300,00
Ancho (cm)= 100,00

Sección completa:	Sección fisurada:
A (cm2)= 30937,83	A (cm2) = 11863,73
Xg (cm)= 150,00	Xg (cm) = 62,17
I (cm4)= 244717890,21	I (cm4) = 38442674,93

ARMADURAS.

As' (cm2)= 63,81	d' (cm) = 5,00
As (cm2)= 63,81	d (cm) = 295,00
Diámetro (mm)= 25,00	
Separación (cm)= 12,50	
Recubrimiento (cm)= 3,40	

MATERIALES.

Hormigón:	Acero:
fck (kp/cm2)= 300	fyk (kp/cm2)= 5100
fctm (kp/cm2)= -28,96	Es (kp/cm2)= 2100000
Ec (kp/cm2)= 285768	

ACCIONES.

Nk (t) = -844,20	Xn (cm) = 150,00
Mk (tm)= 964,10	
Mfis (tm)= 917,71	

DATOS RELATIVOS AL ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

Beta = 1,70
k2 = 0,50

CÁLCULOS INTERMEDIOS.

k1 = 0,125
Ac,efectiva (cm2) = 2900,00
Tens_sr (kp/cm2) = 663,65
Tens_s (kp/cm2) = 790,34

RESULTADOS.

Wk = Beta · Esm · Sm

Esm = 0,000244
Sm (mm) = 165,72
Wk (mm) = 0,07

La apertura de fisura es menor a 0,30mm ---> Queda Verificado el ELS

VERIFICACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

FISURACIÓN debida a My

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA SECCIÓN.

Canto (cm)= 100,00
Ancho (cm)= 250,00

Sección completa:	Sección fisurada:
A (cm2)= 26442,83	A (cm2) = 13136,82
Xg (cm)= 50,00	Xg (cm) = 26,31
I (cm4)= 23755059,52	I (cm4) = 5963507,21

ARMADURAS.

As' (cm2)= 98,17	d' (cm) = 5,00
As (cm2)= 98,17	d (cm) = 95,00
Diámetro (mm)= 25,00	
Separación (cm)= 12,50	
Recubrimiento (cm)= 3,75	

MATERIALES.

Hormigón:	Acero:
fck (kp/cm2)= 300	fyk (kp/cm2)= 5100
fctm (kp/cm2)= -28,96	Es (kp/cm2)= 2100000
Ec (kp/cm2)= 285768	

ACCIONES.

Nk (t) = -848,40	Xn (cm) = 50,00
Mk (tm)= 294,50	
Mfis (tm)= 290,04	

DATOS RELATIVOS AL ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

Beta = 1,70
k2 = 0,50

CÁLCULOS INTERMEDIOS.

k1 = 0,125
Ac,efectiva (cm2) = 6250,00
Tens_sr (kp/cm2) = 528,07
Tens_s (kp/cm2) = 555,82

RESULTADOS.

Wk = Beta · Esm · Sm

Esm = 0,000145
Sm (mm) = 179,58
Wk (mm) = 0,04

La apertura de fisura es menor a 0,30mm ---> Queda Verificado el ELS

PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

ARMADURA BAJO APOYOS; Pila 1.

La fuerza máxima que se da bajo apoyos en la pila 1 es; en E.L.U:

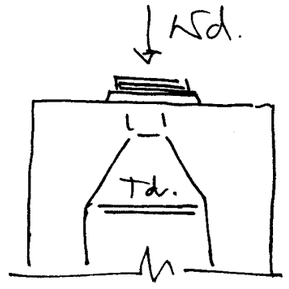
$N_d = 819'7$ Ton.

El armado a disponer bajo apoyos se hará siguiendo los modelos de bielas y tirantes definidos en la normativa vigente, EHE.

La armadura que se dispondrá combina 2 efectos: (1) Reparto de carga puntual sobre un macizo de hormigón y (2) paso de dos cargas puntuales a una carga uniforme. Los modelos de bielas y tirantes que representan estos efectos se pueden ver en las figuras adjuntas.

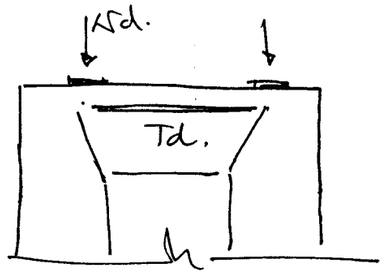
PEDELTA

(1)



Dónde $T_d = 0'25\ N_d$.

(2)



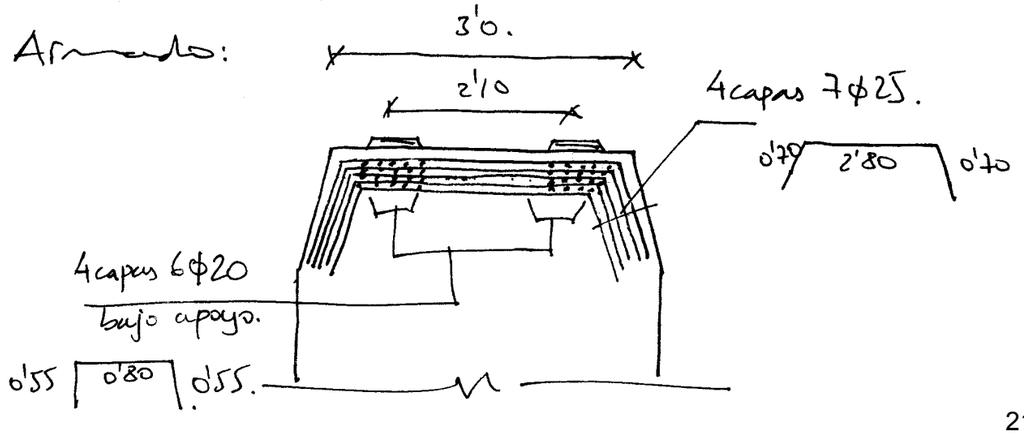
Dónde $T_d = 0'40\ N_d$.

A partir de estos modelos obtenemos:

$$A_{s_1} \geq \frac{0'25 \cdot N_d}{4} = \frac{0'25 \cdot 819'9}{4} = 51'24\ cm^2.$$

$$A_{s_2} \geq \frac{0'40 \cdot N_d}{4} = \frac{0'40 \cdot 819'9}{4} = 81'99\ cm^2.$$

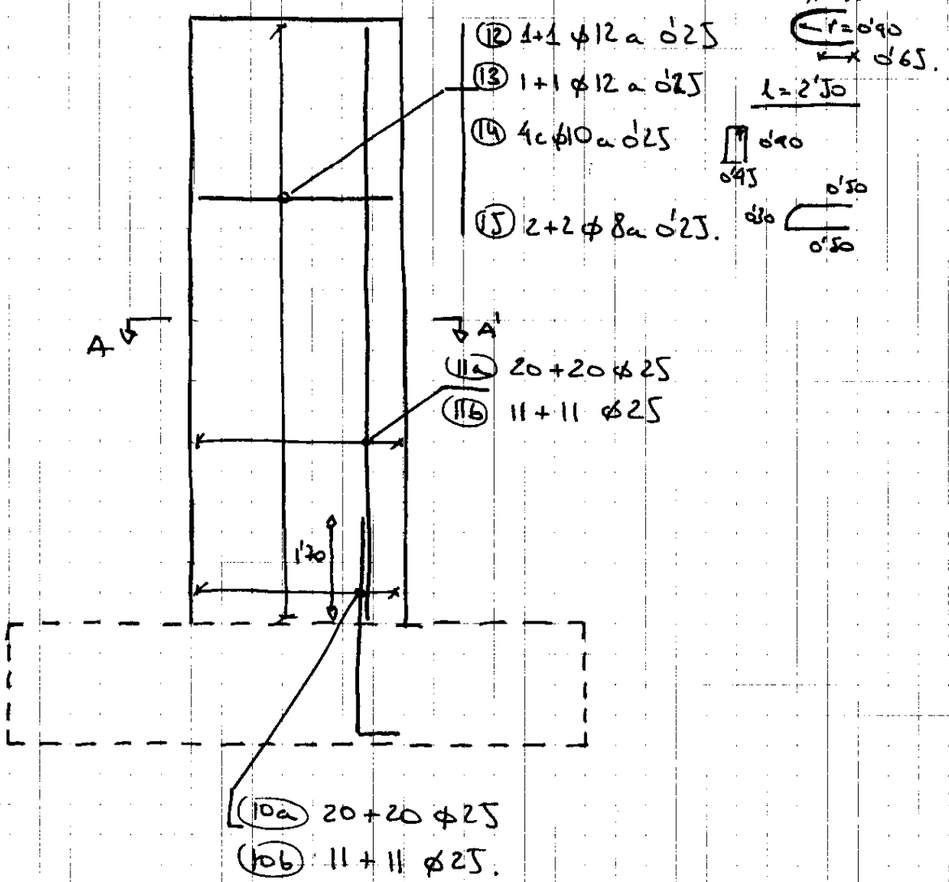
Armado:



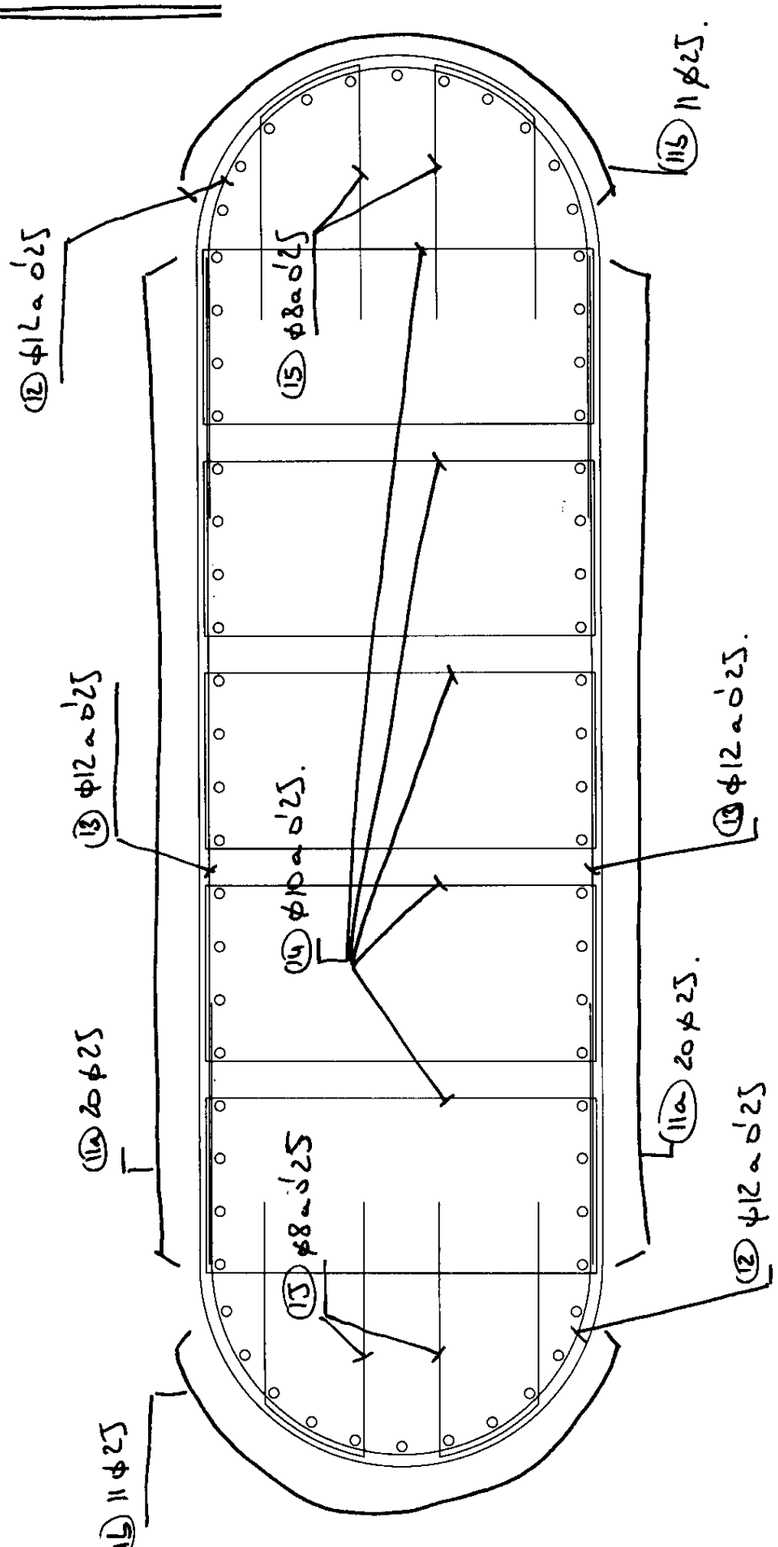
PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA HOJA

CROQUIS ARMADO; ALZADO



CROQUIS ARMADO SECCIÓN A-A'



CALCULO DE LA ZAPATA

La zapata correspondiente a la pila 1 del viaducto LAV 503+960 se ha calculado considerándola zapata rígida y zapata flexible.

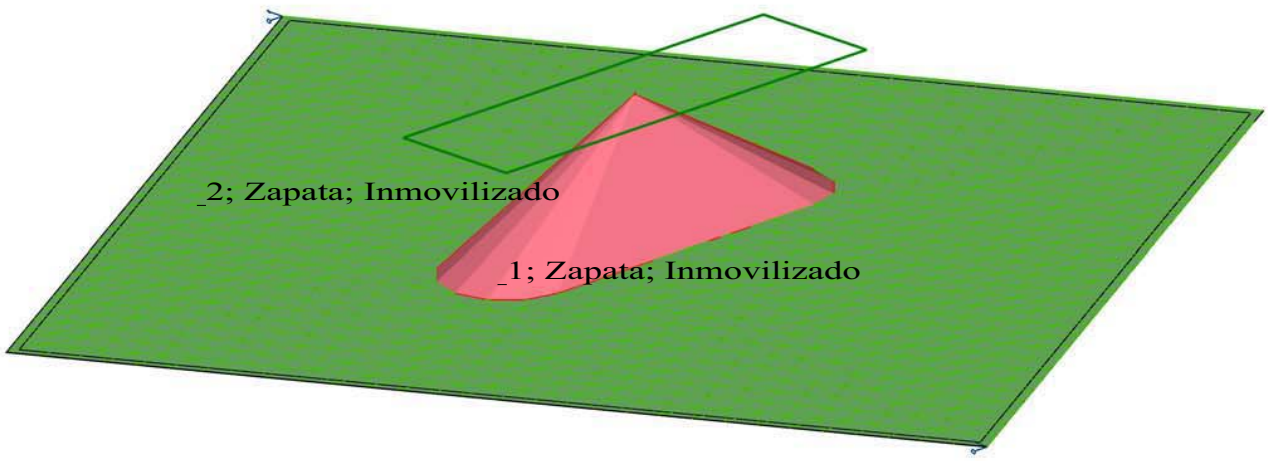
Para realizar el cálculo como zapata flexible se ha creado un modelo de elementos finitos. En éste se ha vinculado la zapata al terreno permitiendo el despegue de la misma. En las hojas adjuntas se puede una descripción del modelo usado así como los resultados obtenidos con el mismo.

El cálculo como zapata rígida se ha realizado aplicando las indicaciones dispuestas en el artículo 59.4 de la normativa vigente EHE.

Al final del presente apartado se incluye un croquis con el armado a disponer en la zapata. El armado se ha dimensionado a partir de los resultado más desfavorable de los cálculos realizados.

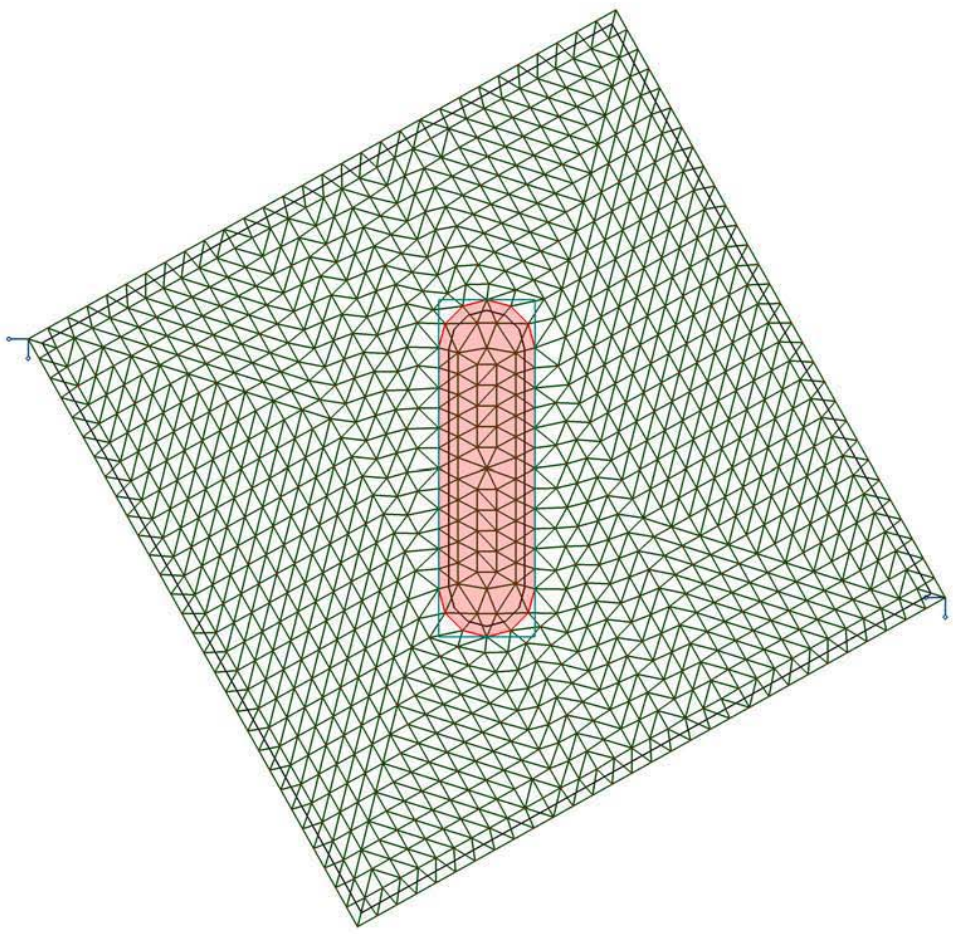
© RoboBAT 1996-2003

Modelo de Cálculo



© RoboBAT 1996-2003

Malla de Elementos Finitos



Características de las Barras que Componen la Estructura

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (m2)	SY (m2)	SZ (m2)	IX (m4)	IY (m4)	IZ (m4)
FUSTE	3	3.500	2.917	2.917	0.957	0.292	3.573

Características de los Paneles que Componen la Estructura

Nombre de espesor	Lista de paneles	Material	Tipo de espesor	Espesor (m)	KZ (T/m3)
Zapata	1 2	HA - 25	constante	2.000	5000.00

Apoyos Aplicados a la Estructura

Nombre del apoyo	Lista de nudos	Condiciones de apoyo
Apoyo Zapata	18 20	UX UY

ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Zapata.rtd**

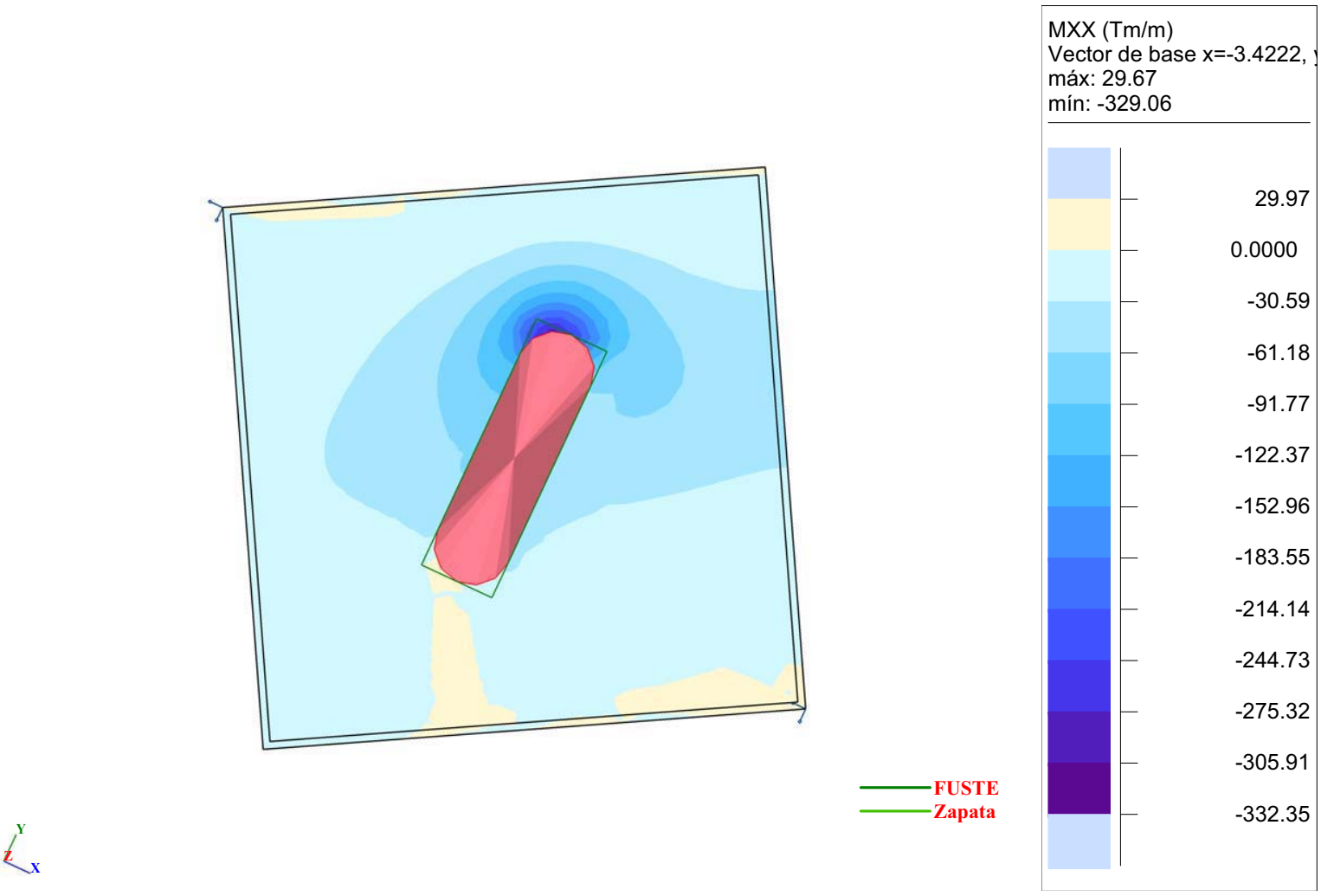
Cargas Aplicadas a la Estructura

Caso	Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	Peso Propio	peso propio	1A3	PZ Menos Coef=1.00
2	Permanentes	(EF) uniforme	2	PZ=-2.00(T/m2)
3	Carga Fuste ELS-03	fuerza nodal	23	FX=25.60(T) FY=57.00(T) FZ=-883.70(T) CX=-961.40(Tm) CY=256.20(Tm)
11	Carga Fuste ELU-01	fuerza nodal	23	FX=34.10(T) FY=15.00(T) FZ=-1244.10(T) CX=-508.60(Tm) CY=341.00(Tm)
12	Carga Fuste ELU-02	fuerza nodal	23	FX=34.50(T) FY=15.00(T) FZ=-1251.90(T) CX=-201.10(Tm) CY=344.90(Tm)
13	Carga Fuste ELU-03	fuerza nodal	23	FX=37.30(T) FY=85.60(T) FZ=-1244.10(T) CX=-1418.90(Tm) CY=372.50(Tm)
14	Carga Fuste ELU-04	fuerza nodal	23	FX=37.60(T) FY=85.60(T) FZ=-1251.90(T) CX=-1111.40(Tm) CY=376.40(Tm)
15	Carga Fuste ELU-19	fuerza nodal	23	FX=7.20(T) FY=15.00(T) FZ=-579.70(T) CX=-369.80(Tm) CY=71.60(Tm)
16	Carga Fuste ELU-36	fuerza nodal	23	FX=10.60(T) FY=32.30(T) FZ=-450.80(T) CX=-555.70(Tm) CY=105.50(Tm)

Combinación de Acciones

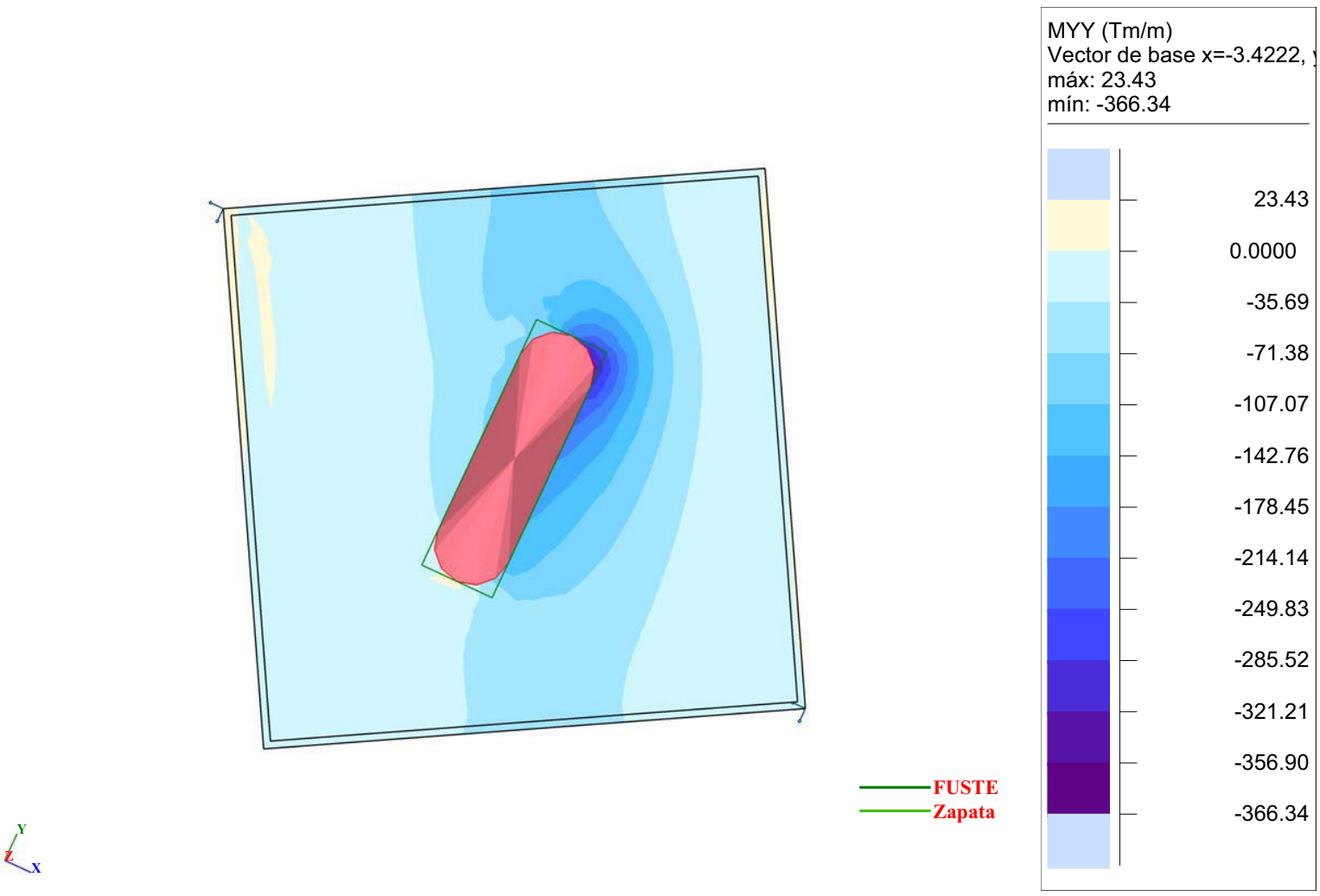
Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Naturaleza de combinación	Definición
6	ELS-04	Combinación N-L	ELS	(1+2+3)*1.00
21	ELU-01	Combinación N-L	ELU	1*1.35+(2+11)*1.00
22	ELU-02	Combinación N-L	ELU	1*1.35+(2+12)*1.00
23	ELU-03	Combinación N-L	ELU	1*1.35+(2+13)*1.00
24	ELU-04	Combinación N-L	ELU	1*1.35+(2+14)*1.00
25	ELU-05	Combinación N-L	ELU	1*1.35+(2+15)*1.00
26	ELU-06	Combinación N-L	ELU	1*1.35+(2+16)*1.00

Flectores Mxx en Zapata - ELU-04

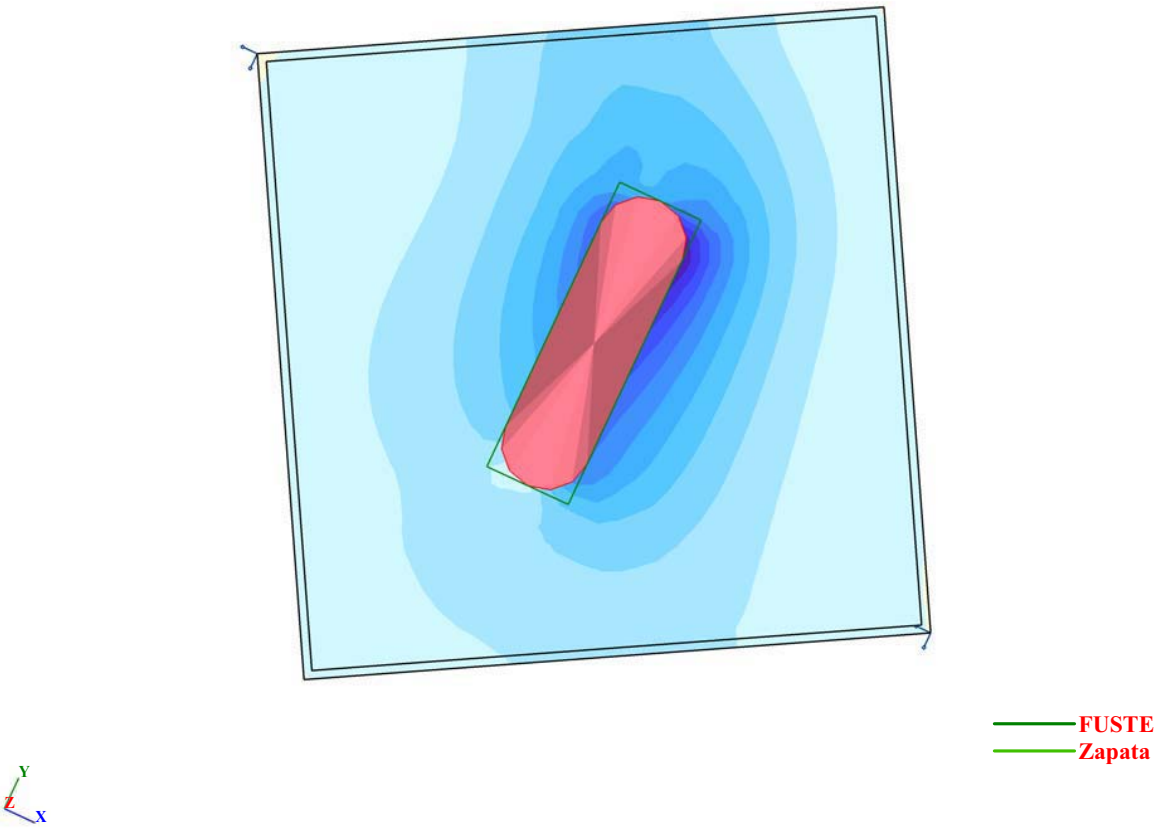


ROBOT v 17.0.1
Autor :
© RoboBAT 1996-2003
Archivo : **Zapata.rtd**

Flectores Myy en Zapata - ELU-04

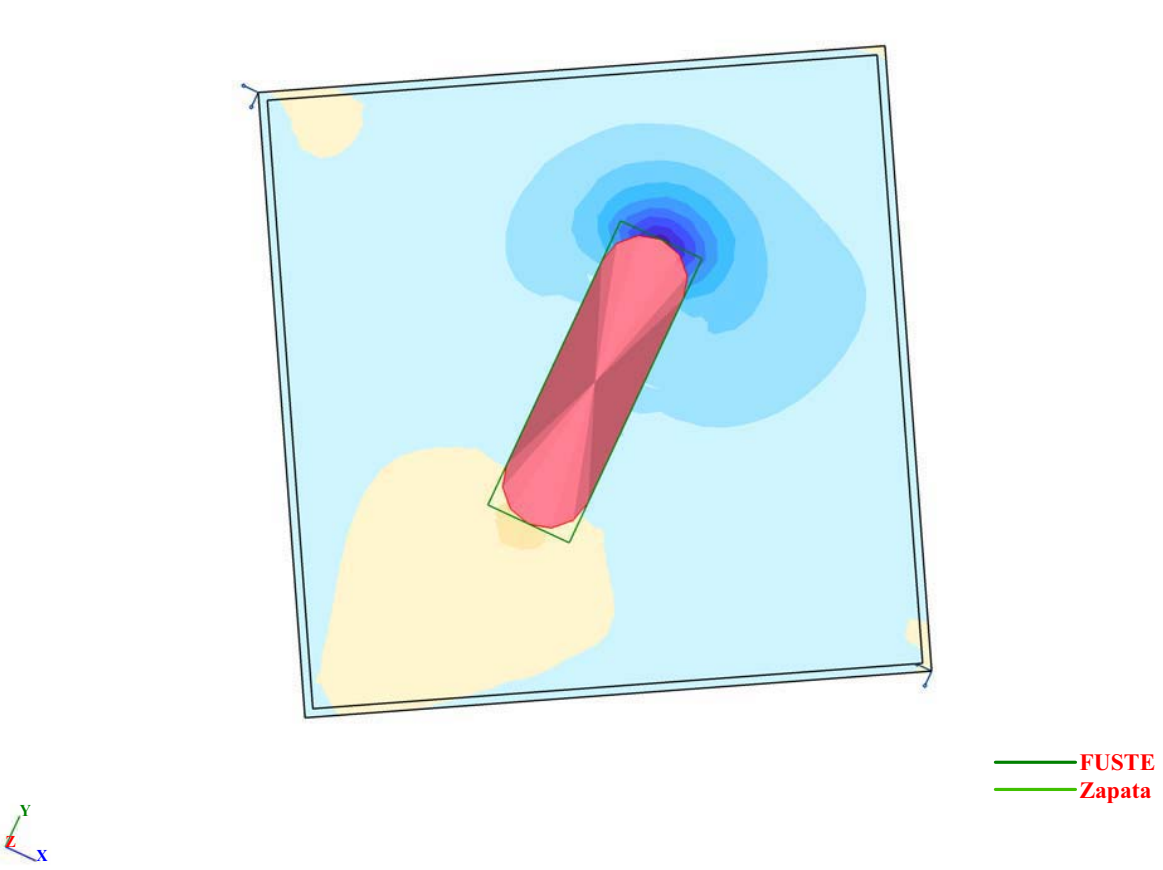


Flector Longitudinal en Zapata - ELU-04



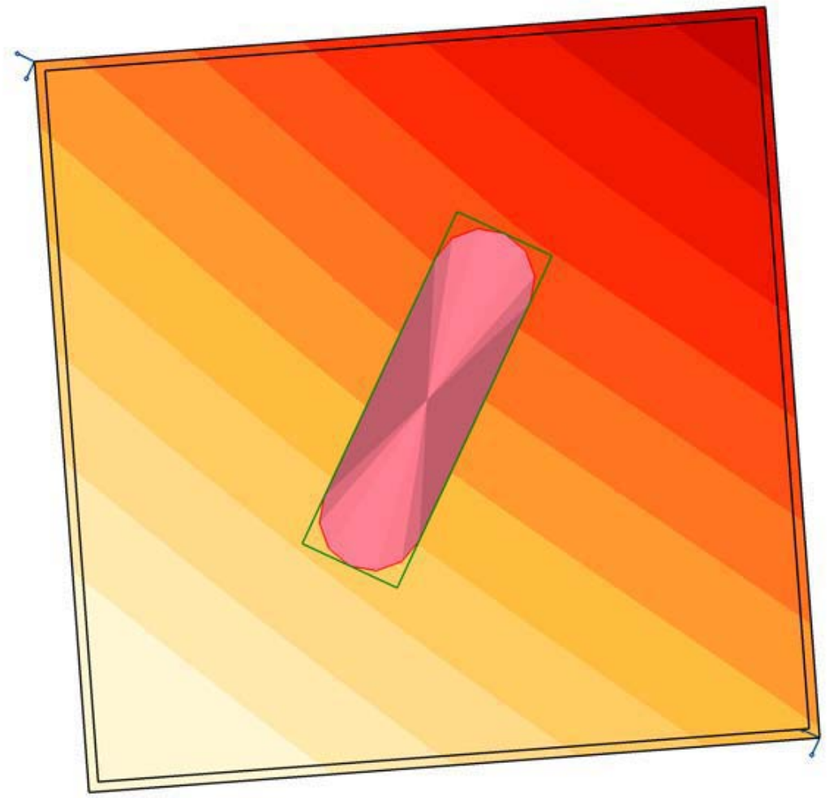
ROBOT v 17.0.1 © RoboBAT 1996-2003
Autor : Archivo : **Zapata.rtd**

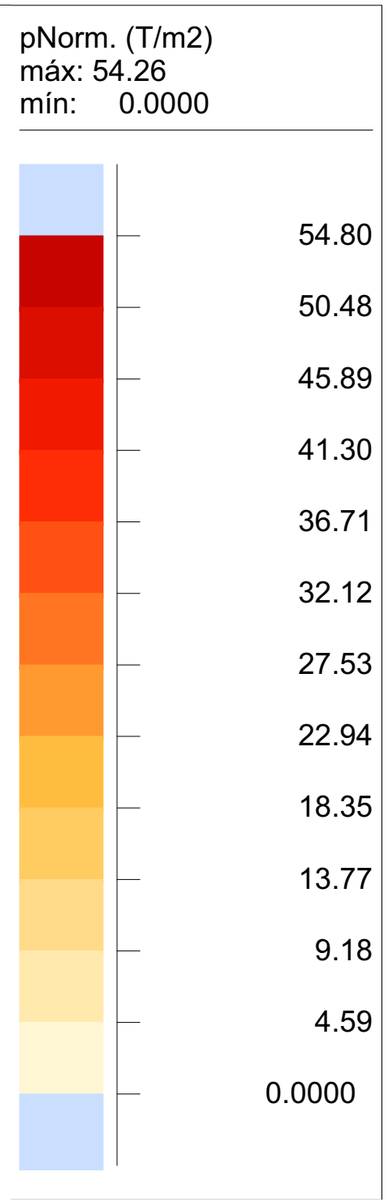
Flector Transversal en Zapata - ELU-04



© RoboBAT 1996-2003

Tensiones en Terreno - ELS 04





FUSTE
Zapata



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 503+960 - PILA 1

Dimensionamiento Armadura por Flexión Mxx en Zapata

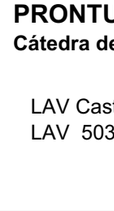
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

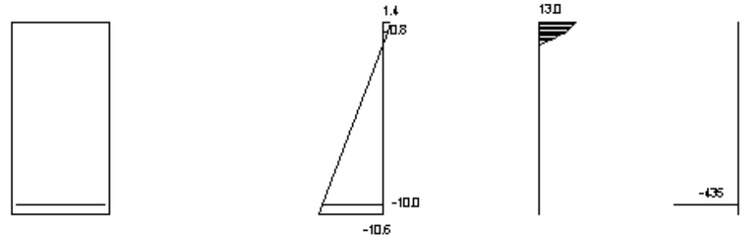
- Sección

Sección : ZAPATA
b [m] = 1.00
h [m] = 2.00
ri [m] = 0.100
rs [m] = 0.100



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 3323.5



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.238
1/r [1/m]·1.E-3 = 6.0
εs ·1.E-3 = 1.4
εi ·1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.100	0.0	0.8	0.0
1.900	42.1	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 42.1

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nºϕ	38	28	21	14	9
nº capas	2	2	2	1	1
At [cm²]	43.0	43.1	42.2	44.0	44.2
wk [mm]	0.31	0.31	0.33	0.35	0.39

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 503+960 - PILA 1

Dimensionamiento Armadura por Flexión Myy en Zapata

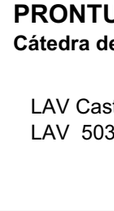
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

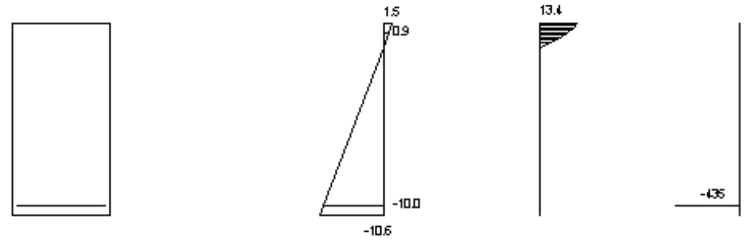
- Sección

```
Sección : ZAPATA
b  [m] = 1.00
h  [m] = 2.00
ri [m] = 0.100
rs [m] = 0.100
```



2 Dimensionamiento

```
Md [kN·m]  = 3663.4
```




```
Plano de deformación de agotamiento

x    [m]          = 0.252
1/r [1/m]·1.E-3 = 6.1
εs ·1.E-3         = 1.5
εi ·1.E-3         = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad     Armadura        Deformación     Tensión
   [m]           [cm²]           ·1.E-3         [MPa]
  0.100            0.0            0.9           0.0
  1.900           46.6          -10.0           434.8

  At_est [cm²] = 46.6
```

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nºϕ	----	31	24	15	10
nº capas	----	2	2	1	1
At [cm²]	----	47.7	48.3	47.1	49.1
wk [mm]	----	0.35	0.36	0.40	0.43

CALCULO ZAPATA RÍGIDA
LAV 503+960 - Pila 1

Este cálculo se realiza aplicando el método de bielas y tirantes definido en el artículo 59.2 y 59.4 de la normativa vigente (EHE)

Dimensiones

Dim "x"	7.00	m
Dim "y"	6.50	m
Canto	2.00	m
Ancho fuste	1.00	m
Angulo direcc "x" con avance pk	29.268	º

Datos Terreno

Densidad tierras sobre zapata	2.00	T/m^3
Altura tierras sobre zapata	1.00	m
Tensión Admisible Terreno	4.50	kp/cm^2
Tensión Máxima en Extremo	5.63	kp/cm^2

Esf. Base Fuste - ELS-03
Esf en coordenadas fuste

Vx	25.6	T
Vy	57.0	T
Axil	883.7	T
Mx	961.4	T·m
My	256.2	T·m

Esf. Base Zapata - ELS-03
Esf. en coordenadas zapata

Vx	50.2	T
Vy	37.2	T
Axil	1202.2	T
Mx	1088.4	T·m
My	-257.6	T·m

Tensiones en Zapata

σ1 =	43.65 T/m^2	σ3 =	-0.51 T/m^2
σ2 =	53.36 T/m^2	σ4 =	9.19 T/m^2
σmed =	26.42 T/m^2		

Verificada la Tensión Media en Zapata
Verificada la Tensión Máxima en Zapata

Tensión Media en Zapata Equivalente

Dim "x" en zapata equivalente	6.57	m
Dim "y" en zapata equivalente	4.69	m
σmed =	39.01 T/m^2	

Verificada la Tensión Media en Zapata

Esf. Base Fuste - ELU-03
Esf en coordenadas fuste

Vx	37.3	T
Vy	85.6	T
Axil	1244.1	T
Mx	1418.9	T·m
My	372.5	T·m

Armado dirección "x"

R1d =	233.18	T/m
Td =	220.96	T/m
As >	55.24	cm2/m
Ang Biela	46.54	º
Compr Biela	321.24	T

Esf. Base Zapata - ELU-03
Esf. en coordenadas zapata

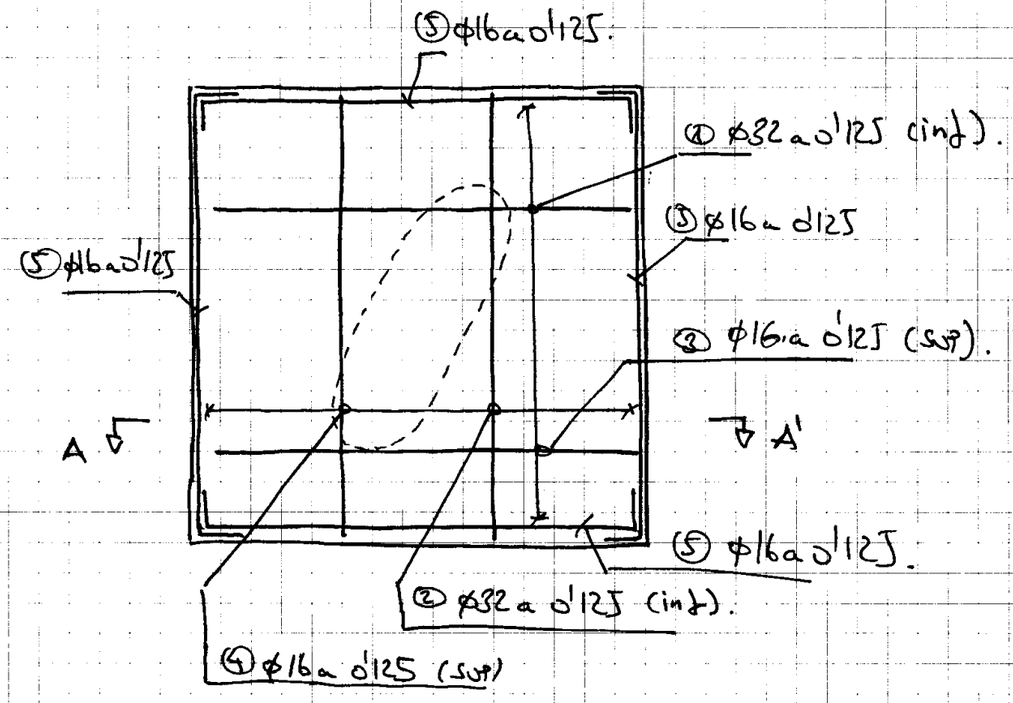
Vx	74.4	T
Vy	56.4	T
Axil	1562.6	T
Mx	1419.9	T·m
My	-368.7	T·m

Armado dirección "y"

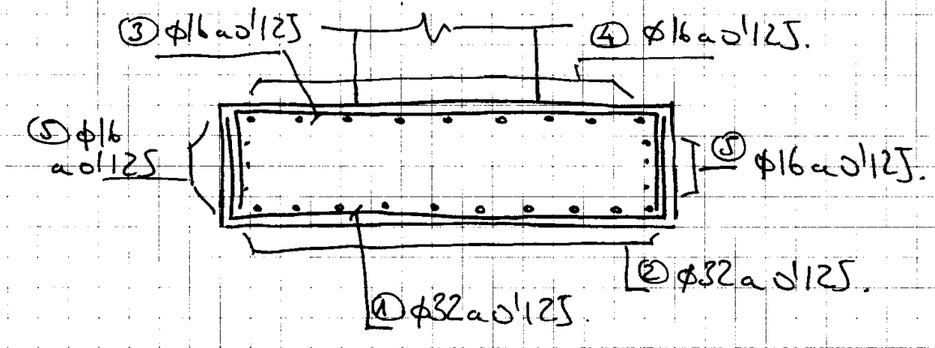
R1d =	181.00	T/m
Td =	169.80	T/m
As >	42.45	cm2/m
Ang Biela	46.83	º
Compr Biela	248.18	T

ARMADURA a DISPONER en ZAPATA.

Planta.



SECCIÓN A. A'



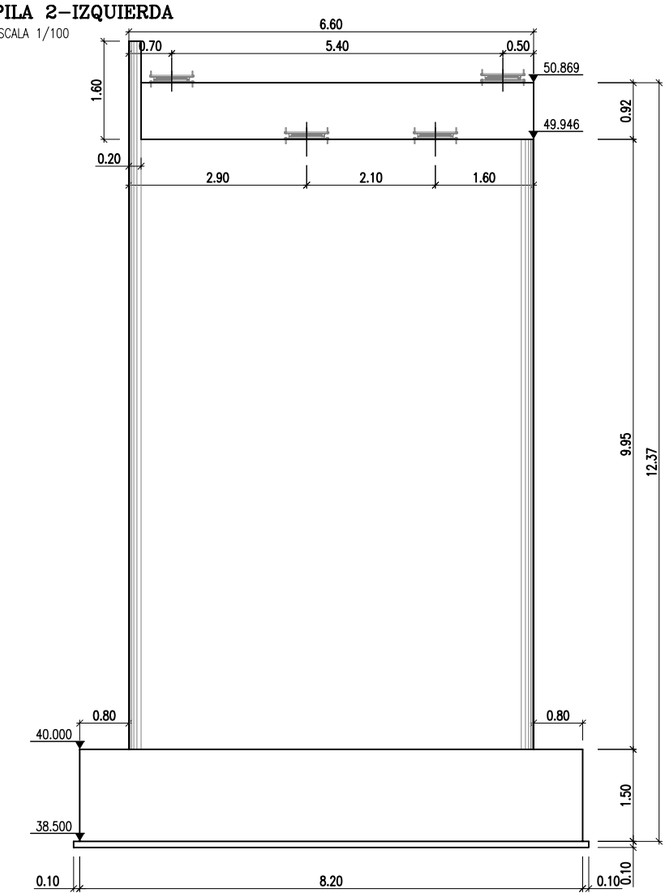
5 CÁLCULO DE LA PILA 2

5.1 GEOMETRÍA

Geometría Pila 2

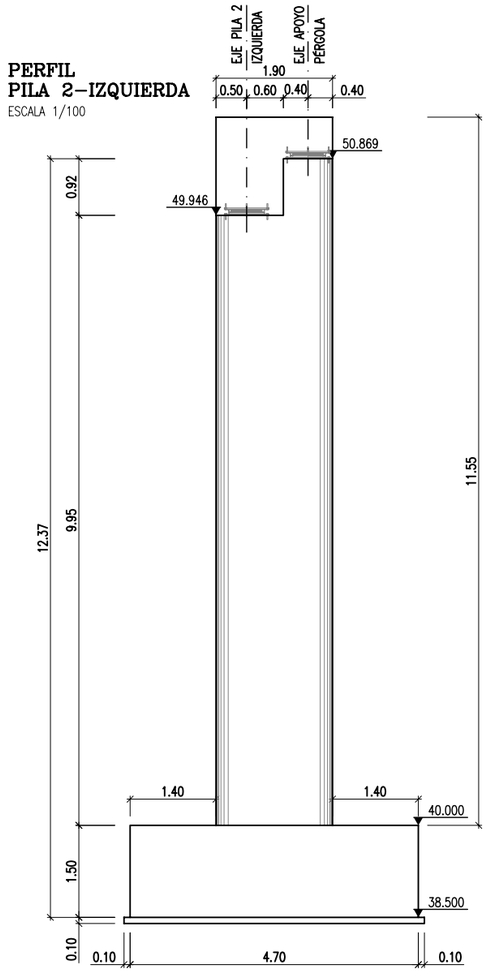
ALZADO PILA 2–IZQUIERDA

ESCALA 1/100



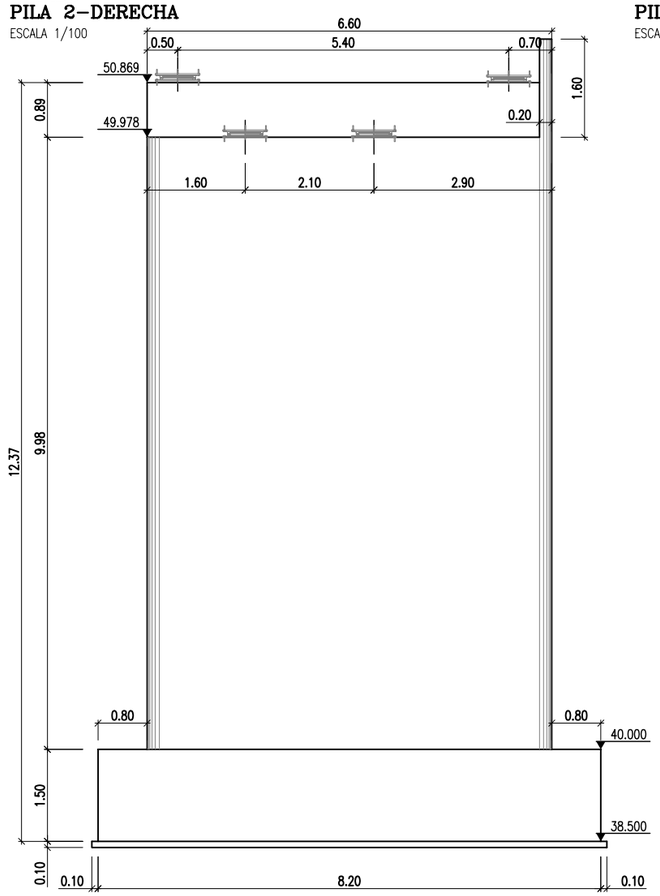
PERFIL PILA 2–IZQUIERDA

ESCALA 1/100



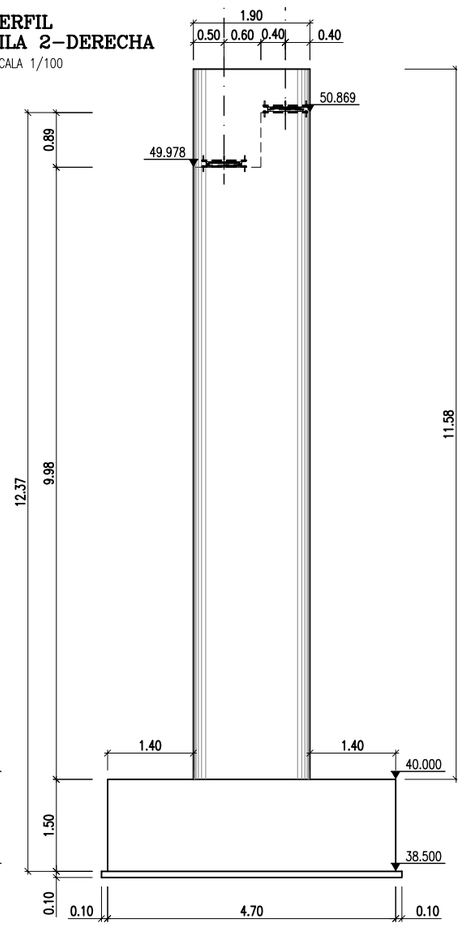
ALZADO PILA 2–DERECHA

ESCALA 1/100



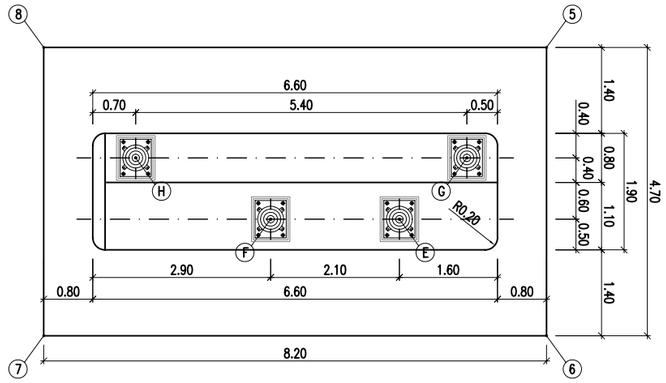
PERFIL PILA 2–DERECHA

ESCALA 1/100



PLANTA PILA 2–IZQUIERDA

ESCALA 1/100

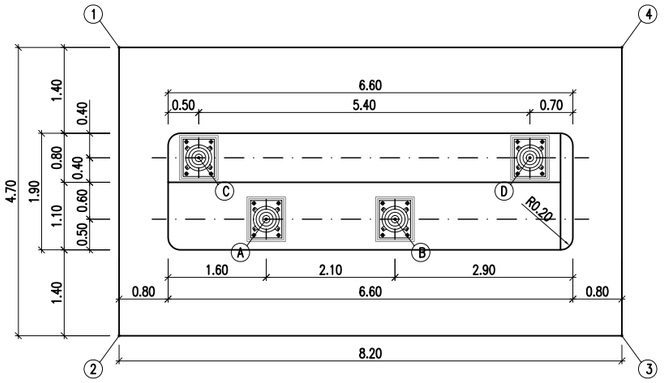


CUADRO COORDENADAS		
PUNTO	X	Y
1	415535.254	4589198.284
2	415532.574	4589202.145
3	415525.838	4589197.469
4	415528.518	4589193.608
5	415539.160	4589189.894
6	415536.462	4589193.743
7	415543.178	4589198.449
8	415545.875	4589194.600

COORDENADAS POTS		
PUNTO	X	Y
A	415531.686	4589199.215
B	415529.961	4589198.018
C	415533.160	4589199.021
D	415528.724	4589195.942
E	415539.518	4589193.564
F	415541.238	4589194.769
G	415539.191	4589192.114
H	415543.614	4589195.213

PLANTA PILA 2–DERECHA

ESCALA 1/100



NOTA:
SI CON LAS PROFUNDIDADES DE CIMENTACIÓN INDICADAS EN ESTE PLANO NO SE ALCANZA UNA TENSIÓN ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO DE 0.45 N/mm2 EN ZAPATAS DE PILAS, SE PROFUNDIZARÁ CUANTO FUESE NECESARIO, RELLENANDOSE LA ZONA CON HORMIGÓN HM–15.

NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	γ
TABLERO	HA–30/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS	HA–30/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACION	HA–25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1.50
VIGAS PREFABRICADAS	HP–45/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM–15	–	1.50

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	γ
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15

PARA ANCLAJES Y SOLAPES, SE SEGUIRAN LAS PRESCRIPCIONES CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 66 DE LA INSTRUCCIÓN EHE.

LOS RECUBRIMIENTOS NOMINALES DE DETERMINARAN SEGÚN EL ARTÍCULO 37 DE LA INSTRUCIÓN EHE PARA UN AMBIENTE IIb Y IIa.

EJECUCIÓN DE LA OBRA

TODOS LOS ELEMENTOS CONTROL INTENSO.
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN IAP–98.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS:
–TABLERO: 35mm.
–CARGADEROS: 40mm.
–VIGAS PREFABRICADAS: 35mm.

Gestor de

TÍTULO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
LINEA DE ALTA VELOCIDAD
ORID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO: CASTELLBISBAL - PAPIOL

ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

VIAS Y CONSTRUCCIONES S.A.

ESCALA 1/100 Numérica

0 1.25 2.50 Gráfica

FECHA JUNIO 2004

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO SOBRE VIAS DE ANCHO IBÉRICO (L.A.V.)
PILA 2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Nº DE PLANO 2.9.1.1

Hoja 6 de X

Geometría Pila 2

5.2 ACCIONES EN CORONACIÓN

REACCIONES DE LA PÉRGOLA SOBRE PILA 2
VIADUCTO 503+960

Los esfuerzos que genera la pérgola sobre la pila 2 se han obtenido de los cálculos realizados en el proyecto original. Estos valores han sido proporcionados por UTE Castellbisbal-Papiol.

Separación Apoyos 5.4 m

Reacciones procedentes del proyecto original.

	Fz max [T]	Fz min [T]
Nudo 44	52.788	20.913
Nudo 43	108.392	78.706

Combinación de Acciones sobre Fuste, a partir de la combinación de reacciones sobre cada uno de los apoyos

Caso	Fz [T]	Mx [T·m]
Máximo Axil	161.18	150.13
Min Axil	99.62	156.04
Max torsor1	129.31	236.19
Max torsor2	131.49	69.98

Descomposición de las acciones en Permanentes y Sobrecagas, considerando que el caso de mínimo axil corresponde a la totalidad de las cargas permanentes.

Caso	Fz [T]	Mx [T·m]
Perm - P	99.62	156.04
SC-1 - P	61.56	-5.91
SC-2 - P	29.69	80.15
SC-3 - P	31.88	-86.06

Esfuerzos a añadir a las cargas indicadas:

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Mx [T·m]
Efecto Lazo		14.50	31.90
Roz apoyo perm	6.97		

REACCIONES DEL VIADUCTO SOBRE PILA 2
VIADUCTO 503+960

Los esfuerzos que genera el viaducto sobre la pila 2 se han obtenido de los cálculos realizados por el prefabricador de las vigas. Estos valores han sido proporcionados por UTE Castellbisbal-Papiol.

Separación Apoyos 2.1 m

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]
Perm - V	17.5		91.00	87.35
SC-1 - V	5.80	31.80	135.70	92.11
SC-2 - V	-2.30	10.00	-49.00	38.15
SC-3 - V	5.60	31.80	132.00	180.40

ESFUERZOS DE CÁLCULO

Resumen de los Esfuerzos de Cálculo - Pila 2

Cargas Definitivas Cálculo - Pérgola

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]
Perm - P	6.97		99.62	156.04
SC-1 - P		14.50	61.56	25.99
SC-2 - P		14.50	29.69	112.05
SC-3 - P		14.50	31.88	-54.16

Separación longitudinal apoyos viaducto a eje Pila 0.55 m

Cargas Definitivas Cálculo - Viaducto

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]
Perm - V	17.50		91.00	87.35
SC-1 - V	5.80	31.80	135.70	92.11
SC-2 - V	-2.30	10.00	-49.00	38.15
SC-3 - V	5.60	31.80	132.00	180.40

Separación longitudinal apoyos viaducto a eje Pila 0.45 m

COMBINACIÓN DE ACCIONES

ELS-01	Perm - P	1.00									
ELS-02			Perm - V	1.00							
ELS-03	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00							
ELS-04	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-1 - P	1.00					
ELS-05	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-2 - P	1.00					
ELS-06	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-3 - P	1.00					
ELS-07	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00					SC-1 - V	1.00	
ELS-08	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00					SC-2 - V	1.00	
ELS-09	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00					SC-3 - V	1.00	
ELS-10	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-1 - P	1.00			SC-1 - V	1.00	
ELS-11	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-1 - P	1.00			SC-2 - V	1.00	
ELS-12	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-1 - P	1.00			SC-3 - V	1.00	
ELS-13	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-2 - P	1.00			SC-1 - V	1.00	
ELS-14	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-2 - P	1.00			SC-2 - V	1.00	
ELS-15	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-2 - P	1.00			SC-3 - V	1.00	
ELS-16	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-3 - P	1.00			SC-1 - V	1.00	
ELS-17	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-3 - P	1.00			SC-2 - V	1.00	
ELS-18	Perm - P	1.00	Perm - V	1.00	SC-3 - P	1.00			SC-3 - V	1.00	

ELU-01	Perm - P	1.35									
ELU-02			Perm - V	1.35							
ELU-03	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35							
ELU-04	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-1 - P	1.50					
ELU-05	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-2 - P	1.50					
ELU-06	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-3 - P	1.50					
ELU-07	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35					SC-1 - V	1.50	
ELU-08	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35					SC-2 - V	1.50	
ELU-09	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35					SC-3 - V	1.50	
ELU-10	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-1 - P	1.50			SC-1 - V	1.50	
ELU-11	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-1 - P	1.50			SC-2 - V	1.50	
ELU-12	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-1 - P	1.50			SC-3 - V	1.50	
ELU-13	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-2 - P	1.50			SC-1 - V	1.50	
ELU-14	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-2 - P	1.50			SC-2 - V	1.50	
ELU-15	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-2 - P	1.50			SC-3 - V	1.50	
ELU-16	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-3 - P	1.50			SC-1 - V	1.50	
ELU-17	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-3 - P	1.50			SC-2 - V	1.50	
ELU-18	Perm - P	1.35	Perm - V	1.35	SC-3 - P	1.50			SC-3 - V	1.50	

COMBINACIÓN DE ESFUERZOS

Esfuerzos en CABEZA de PILA

COMBINACIONES - ELS

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]	My [T·m]
ELS-01	6.97	0.00	99.62	156.04	54.79
ELS-02	17.50	0.00	91.00	87.35	-40.95
ELS-03	24.47	0.00	190.62	243.39	13.84
ELS-04	24.47	14.50	252.18	269.38	47.70
ELS-05	24.47	14.50	220.31	355.44	30.17
ELS-06	24.47	14.50	222.49	189.23	31.37
ELS-07	30.27	31.80	326.32	335.50	-47.22
ELS-08	22.17	10.00	141.62	281.54	35.89
ELS-09	30.07	31.80	322.62	423.79	-45.56
ELS-10	30.27	46.30	387.88	361.49	-13.37
ELS-11	22.17	24.50	203.18	307.53	69.75
ELS-12	30.07	46.30	384.18	449.78	-11.70
ELS-13	30.27	46.30	356.01	447.55	-30.90
ELS-14	22.17	24.50	171.31	393.59	52.22
ELS-15	30.07	46.30	352.31	535.84	-29.23
ELS-16	30.27	46.30	358.19	281.33	-29.69
ELS-17	22.17	24.50	173.49	227.38	53.42
ELS-18	30.07	46.30	354.49	369.63	-28.03

COMBINACIONES - ELU

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]	My [T·m]
ELU-01	9.41	0.00	134.49	210.66	73.97
ELU-02	23.63	0.00	122.85	117.92	-55.28
ELU-03	33.04	0.00	257.34	328.58	18.68
ELU-04	33.04	21.75	349.68	367.56	69.47
ELU-05	33.04	21.75	301.86	496.66	43.18
ELU-06	33.04	21.75	305.15	247.33	44.98
ELU-07	41.74	47.70	460.89	466.74	-72.91
ELU-08	29.59	15.00	183.84	385.80	51.76
ELU-09	41.44	47.70	455.34	599.18	-70.42
ELU-10	41.74	69.45	553.23	505.72	-22.13
ELU-11	29.59	36.75	276.18	424.79	102.55
ELU-12	41.44	69.45	547.68	638.16	-19.63
ELU-13	41.74	69.45	505.41	634.81	-48.42
ELU-14	29.59	36.75	228.36	553.88	76.25
ELU-15	41.44	69.45	499.86	767.26	-45.92
ELU-16	41.74	69.45	508.70	385.49	-46.62
ELU-17	29.59	36.75	231.65	304.56	78.06
ELU-18	41.44	69.45	503.15	517.93	-44.12

5.3 CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO

Cálculo de Esfuerzos y Dimensionamiento

De las dos pilas que componen la pila 2, únicamente se ha realizado el cálculo de una de ellas. Esto se ha podido hacer al ser idénticas las cargas que las solicitan y la similitud entre sus geometrías.

El cálculo y dimensionamiento de las pilas se detalla en las páginas siguientes. Las hipótesis de cálculo se exponen a continuación:

1. El cálculo se ha realizado según especificaciones de la EHE a partir de las reacciones en coronación que se detallan.

2. Se ha comprobado que no se supera la tensión admisible del terreno de 45 Kp/cm^2. La Dirección facultativa deberá verificar si el terreno que aparece en la excavación cumple dicho criterio de dimensionamiento. En caso contrario, se deberá recalcular la cimentación.

3. El dimensionamiento de las armaduras de flexión y cortante del fuste y encepado se realiza con los criterios de la Normativa vigente para estructuras de hormigón (EHE). Los coeficientes de seguridad de las acciones corresponden con un **nivel de control intenso γ_{fg} =1,35 y γ_{fq} =1,50.**

COMBINACIÓN DE ESFUERZOS

Esfuerzos en BASE de PILA

Área Fuste Pila 2	12.51	m^2
Altura Fuste Pila 2	9.98	m

COMBINACIONES - ELS

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]	My [T·m]
ELS-01	6.97	0.00	411.64	156.04	124.38
ELS-02	17.50	0.00	403.02	87.35	133.70
ELS-03	24.47	0.00	502.64	243.39	258.08
ELS-04	24.47	14.50	564.20	414.09	291.94
ELS-05	24.47	14.50	532.32	500.15	274.41
ELS-06	24.47	14.50	534.51	333.94	275.62
ELS-07	30.27	31.80	638.34	652.86	254.90
ELS-08	22.17	10.00	453.64	381.34	257.18
ELS-09	30.07	31.80	634.64	741.16	254.57
ELS-10	30.27	46.30	699.90	823.56	288.76
ELS-11	22.17	24.50	515.20	552.04	291.04
ELS-12	30.07	46.30	696.20	911.85	288.43
ELS-13	30.27	46.30	668.02	909.62	271.23
ELS-14	22.17	24.50	483.32	638.10	273.51
ELS-15	30.07	46.30	664.32	997.92	270.90
ELS-16	30.27	46.30	670.21	743.41	272.43
ELS-17	22.17	24.50	485.51	471.89	274.71
ELS-18	30.07	46.30	666.51	831.70	272.10

COMBINACIONES - ELU

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]	My [T·m]
ELU-01	9.41	0.00	446.50	210.66	167.92
ELU-02	23.63	0.00	434.87	117.92	180.50
ELU-03	33.04	0.00	569.35	328.58	348.41
ELU-04	33.04	21.75	661.69	584.63	399.20
ELU-05	33.04	21.75	613.88	713.72	372.90
ELU-06	33.04	21.75	617.17	464.40	374.71
ELU-07	41.74	47.70	772.90	942.78	343.64
ELU-08	29.59	15.00	495.85	535.50	347.06
ELU-09	41.44	47.70	767.35	1075.22	343.15
ELU-10	41.74	69.45	865.24	1198.83	394.43
ELU-11	29.59	36.75	588.19	791.55	397.85
ELU-12	41.44	69.45	859.69	1331.27	393.93
ELU-13	41.74	69.45	817.43	1327.92	368.13
ELU-14	29.59	36.75	540.38	920.65	371.55
ELU-15	41.44	69.45	811.88	1460.37	367.64
ELU-16	41.74	69.45	820.72	1078.60	369.94
ELU-17	29.59	36.75	543.67	671.32	373.35
ELU-18	41.44	69.45	815.17	1211.05	369.44

Esfuerzos considerando los efectos de 2º orden

Calculados usando el método general definido en EHE, Art. 43.5.1

Esbeltez mecánica en cada una de las direcciones

λx	17.86
λy	62.03

Datos de pandeo

βx	1.7	lo [m]	9.98
βy	1.7	ix [m]	1.900
ε_v	0.00207	iy [m]	0.547
ε	0.004	Ac [m^2]	12.510
"h_x" [m]	6.60	Fcd [kp/cm^2]	200
"h_y" [m]	1.90	Ec [kp/cm^2]	285767.9
φ	1.80	Ix [m^4]	45.156
N_{sg} [T]	350.00	Iy [m^4]	3.744

Excentricidad de pandeo e incremento de momento para los diferentes estados de carga (ELU)

Caso de carga	Axil [T]	Mx [T·m]	My [T·m]	υ	ee_y	α_y	$1/r_y$	υ_{gy}	$1/r_{ty}$	ψ_y	$e_{tot\ y}$	ΔMy
ELU-02	434.87	117.92	180.50	-0.02	0.415	1.659	1.431E-03	3.258E-04	1.956E-05	1.210	0.017	45.47
ELU-11	588.19	791.55	397.85	-0.02	0.676	2.674	1.400E-03	3.258E-04	3.188E-05	1.214	0.017	95.51
ELU-12	859.69	1331.27	393.93	-0.03	0.458	1.826	1.381E-03	3.258E-04	2.160E-05	1.217	0.017	100.25
ELU-15	811.88	1460.37	367.64	-0.03	0.453	1.805	1.387E-03	3.258E-04	2.134E-05	1.216	0.017	93.43

Excentricidad de pandeo e incremento de momento para los diferentes estados de carga (ELS - Comb Característica)

Caso de carga	Axil	Mx	My	υ	ee_y	α_y	$1/r_y$	υ_{gy}	$1/r_{ty}$	ψ_y	$e_{tot\ y}$	ΔMy
ELS-02	403.02	87.35	133.70	-0.02	0.332	1.335	1.437E-03	3.258E-04	1.563E-05	1.209	0.017	34.97
ELS-11	515.20	552.04	291.04	-0.02	0.565	2.241	1.415E-03	3.258E-04	2.662E-05	1.212	0.017	70.71
ELS-12	696.20	911.85	288.43	-0.03	0.414	1.656	1.402E-03	3.258E-04	1.952E-05	1.214	0.017	73.71
ELS-15	664.32	997.92	270.90	-0.03	0.408	1.630	1.406E-03	3.258E-04	1.922E-05	1.213	0.017	69.27

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS - Base Fuste

Esfuerzos considerando los efectos de 2º orden

Calculados usando el método general definido en EHE, Art. 43.5.1

- ELU -

Combinaciones	PILA 1		
	Fx	Mx	My
ELU-02	434.9	117.9	226.0
ELU-11	588.2	791.6	493.4
ELU-12	859.7	1331.3	494.2
ELU-15	811.9	1460.4	461.1

- ELS · Comb Característica -

Combinaciones	ESTRIBO 1		
	Fx	Mx	My
ELS-02	403.0	87.4	168.7
ELS-11	515.2	552.0	361.7
ELS-12	696.2	911.9	362.1
ELS-15	664.3	997.9	340.2

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 503+960 - FUSTE PILA 2

Verificación Flexocompresión - ELU-02 (Axil mínimo)

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : PILA2

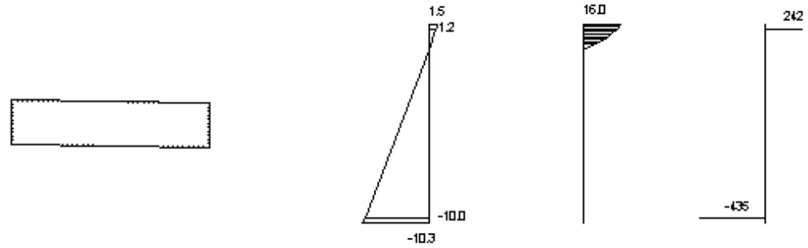
Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.000	1-2	40
2	8.200	0.000	2-3	12
3	8.200	1.900	3-4	40
4	0.000	1.900	4-1	12

Recubrimiento exterior [m] : 0.050

2 Comprobación

ϕ [mm] = 25
Nd [kN] = 4349
Mxd [kN·m] = 2260
Myd [kN·m] = 1179

Nu [kN] = 4349
Mxu [kN·m] = 22646.0
Myu [kN·m] = 11815.0
γ = 10.02



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.26
ß [°] = 0.8
1/r [1/m]·1.E-3 = 5.8
εs ·1.E-3 = 1.5
εi ·1.E-3 = -10.3

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.05	1.2	242
1.97	-10.0	-435

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 503+960 - FUSTE PILA 2

Verificación Flexocompresión - ELU-15 (Flector máximo)

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : PILA2

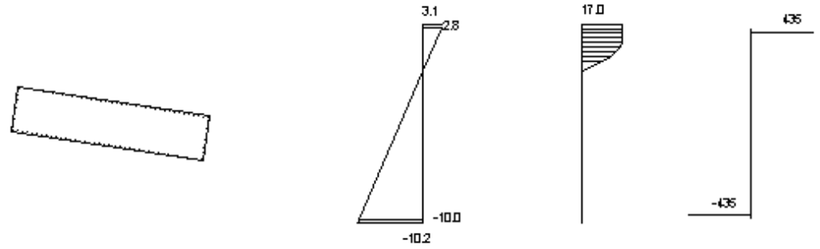
Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.000	1-2	40
2	8.200	0.000	2-3	12
3	8.200	1.900	3-4	40
4	0.000	1.900	4-1	12

Recubrimiento exterior [m] : 0.050

2 Comprobación

ϕ [mm] = 25
Nd [kN] = 8119
Mxd [kN·m] = 4611
Myd [kN·m] = 14604

Nu [kN] = 8119
Mxu [kN·m] = 22879.0
Myu [kN·m] = 72464.0
γ = 4.96



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.73
ß [°] = 8.9
1/r [1/m]·1.E-3 = 4.2
εs ·1.E-3 = 3.1
εi ·1.E-3 = -10.2

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.06	2.8	435
3.09	-10.0	-435

Obra: LAV Castellbisbal-Papiol
LAV 503+960 - FUSTE PILA 2

Obtención del Cortante Último que puede asumir la sección

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : F-PILA2
b0  [m] = 6.60
h   [m] = 1.90
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 1.57
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 3263.6
```

VERIFICACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN.

Se realiza el cálculo del momento de fisuración de la sección en su dirección débil. Como se puede observar de los resultados adjuntos, este momento es mayor a cualquier momento en ELS que solicita a la sección, en cualquier dirección. Por lo tanto, se considera verificado el Estado Límite.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA SECCIÓN.

Canto (cm)= 190,00
Ancho (cm)= 660,00

Sección completa:	Sección fisurada:
A (cm2)= 128285,80	A (cm2) =
Xg (cm)= 95,00	Xg (cm) =
I (cm4)= 398094930,14	I (cm4) =

ARMADURAS.

As' (cm2)= 196,35	d' (cm) = 10,00
As (cm2)= 196,35	d (cm) = 180,00
Diámetro (mm)= 25,00	
Separación (cm)= 16,50	
Recubrimiento (cm)=	

MATERIALES.

Hormigón:	Acero:
fck (kp/cm2)= 300	fyk (kp/cm2)= 5100
fctm (kp/cm2)= -28,96	Es (kp/cm2)= 2100000
Ec (kp/cm2)= 285768	

ACCIONES.

Nk (t) = -664,30	Xn (cm) = 95,00
Mfis (tm)= 1430,72	

ARMADURA BAJO APOYOS.

- PILA 2 -

Las reacciones que afectan a los apoyos son:

Permanentes: $F_z = 91'00$ T ; $M_x = 87'35$ T·m

Sobrecargas: $F_z = 132'00$ T ; $M_x = 94'60$ T·m

Separación apoyos: 2'10 m.

Luego; combinación ELU:

$F_z = 1'35 \cdot 91'00 + 1'50 \cdot 132'00 = 320'85$ T.

$M_x = 1'35 \cdot 87'35 + 1'50 \cdot 94'60 = 259'82$ T·m

Obteniendo que la fuerza máxima que se aplica sobre un apoyo es:

$$R_d = \frac{320'85}{2} + \frac{259'82}{2'10} = \underline{284'15 \text{ Ton.}}$$

El cálculo de la armadura bajo apoyos se realizará aplicando el método de bielas y tirantes definido en la Normativa Vigente (EHE).

La tracción bajo apoyo debido a una fuerza puntual es:

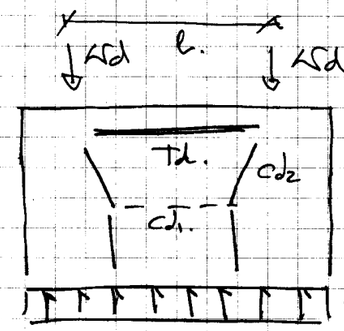
$$T_d = 0'25 \cdot R_d.$$

y la armadura a disponer es tal que: $A_s \cdot f_{yd} \geq T_d$

Luego; $A_s \geq 0'25 \cdot \frac{284'15}{4} = \underline{17'16 \text{ cm}^2}$.

$\rightarrow$ Se dispondrán 3 capas de 6 ϕ 16 cada una.

Además, se ha de disponer una armadura suplementaria entre los dos apoyos para contrarrestar la tracción que se genera al distribuirse dos cargas puntuales:



Siendo;

$$T_d = 0'2 \cdot P_d \cdot l. = 0'40 \cdot R_d.$$

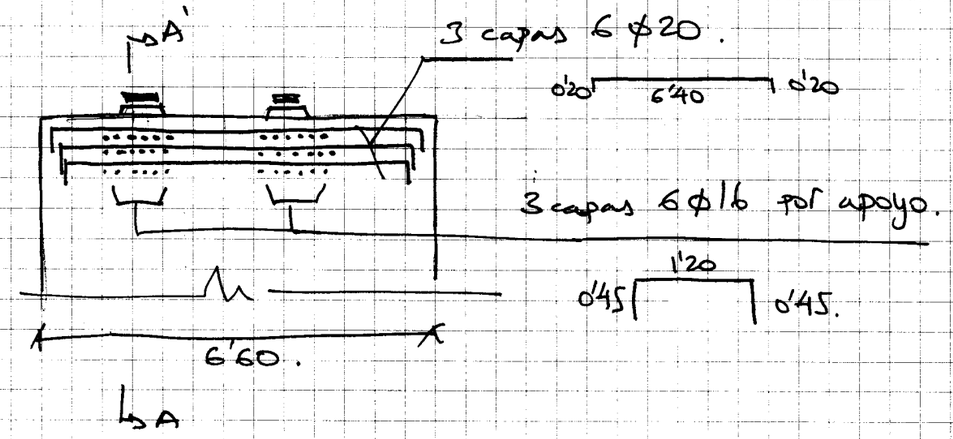
Luego, la armadura a disponer para controlar este efecto es:

$$A_s \geq \frac{0'40 \cdot R_d}{4} = \frac{0'40 \cdot 234'15}{4}$$

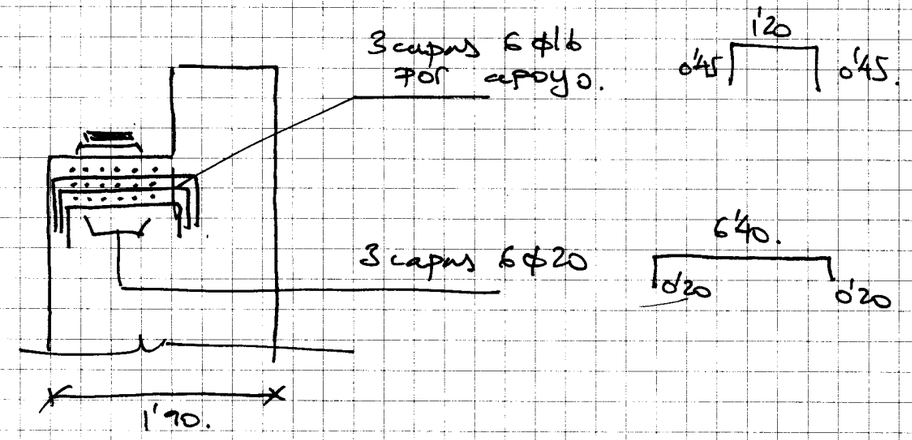
$$A_s \geq 28'42 \text{ cm}^2.$$

Nota: Esta armadura deberá añadirse a la calculada anteriormente por distribución de carga puntual.

CROQUIS ARMADO CORONACIÓN PILA 2.



Sección A-A'.

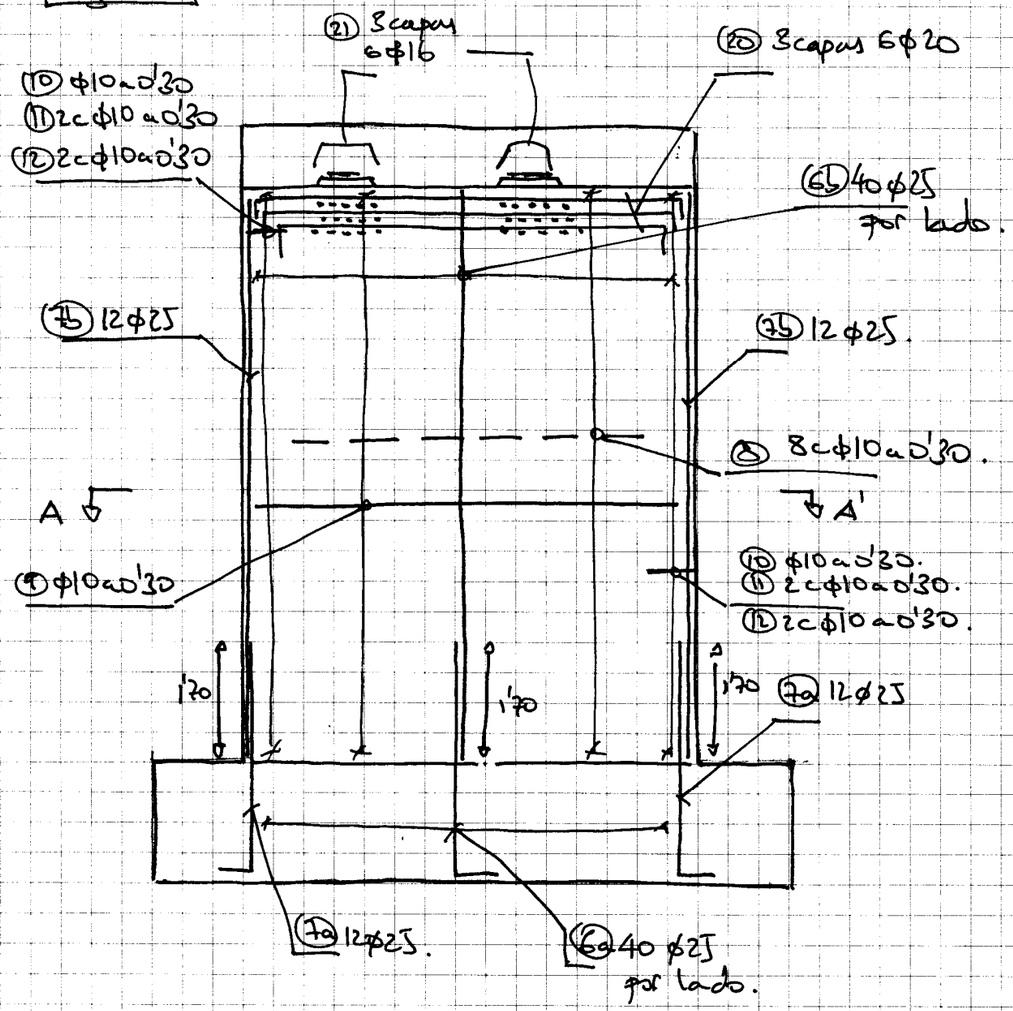


PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

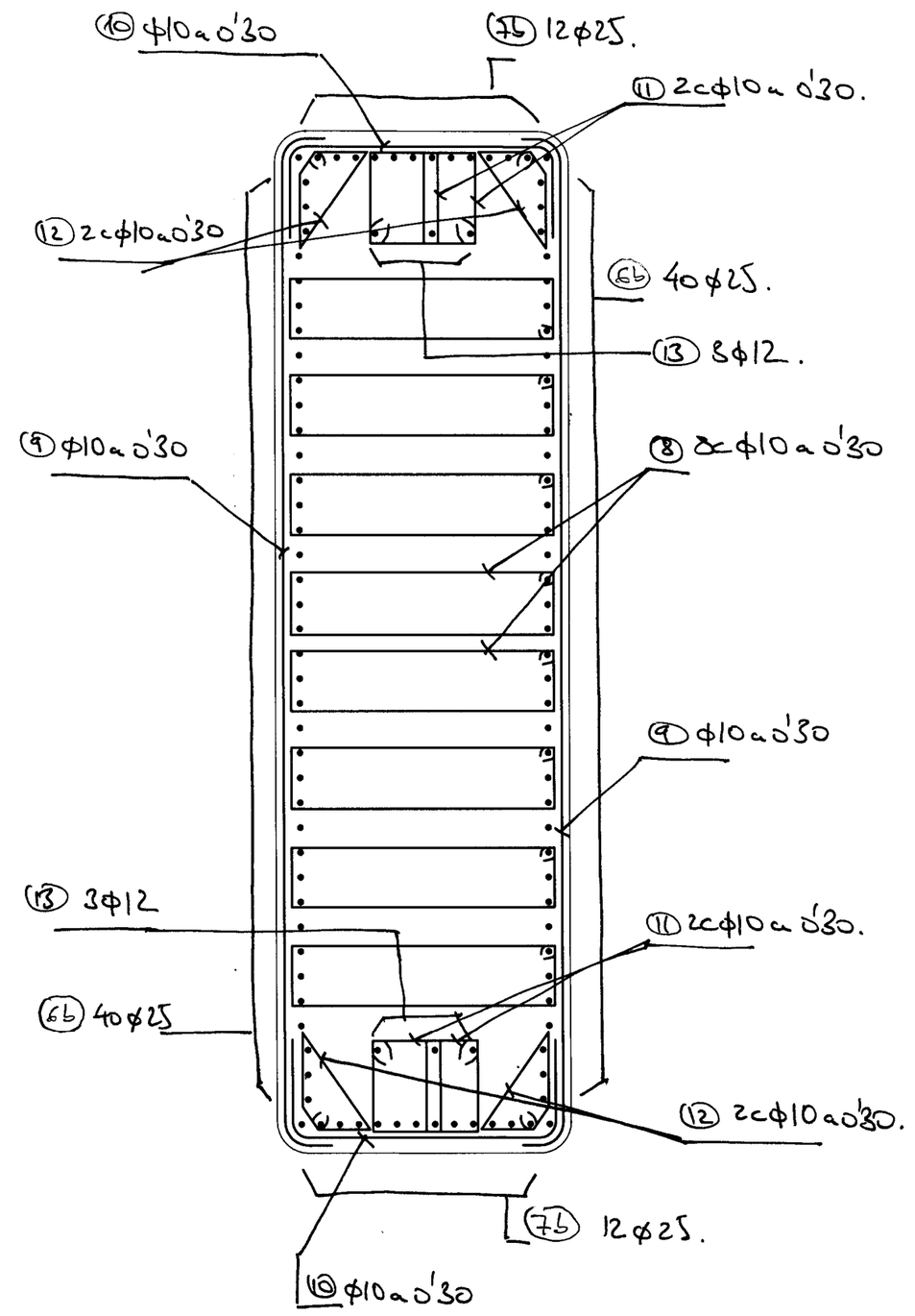
FECHA HOJA

CROQUIS ARMADO FUSTE PILA 2.

Alzado.



Sección A-A'



DATOS DE CÁLCULO - ZAPATA

LAV 503+960 - Pila 2

Esfuerzos en BASE de PILA

COMBINACIONES - ELS

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]	My [T·m]
ELS-02	17,50	0,00	403,02	87,35	133,70
ELS-11	22,17	24,50	515,20	552,04	291,04
ELS-12	30,07	46,30	696,20	911,85	288,43
ELS-15	30,07	46,30	664,32	997,92	270,90

COMBINACIONES - ELU

Caso	Fx [T]	Fy [T]	Fz [T]	Mx [T·m]	My [T·m]
ELU-02	23,63	0,00	434,87	117,92	180,50
ELU-11	29,59	36,75	588,19	791,55	397,85
ELU-12	41,44	69,45	859,69	1331,27	393,93
ELU-15	41,44	69,45	811,88	1460,37	367,64

DIMENSIONES ZAPATA

Dim "x"	4,70	m
Dim "y"	8,20	m
Canto	1,50	m
Angulo direcc "x" con avance pk	0	º

DIMENSIONES FUSTE

Dimensión "x" fuste	1,90	m
Dimensión "y" fuste	6,60	m

Datos Terreno

Densidad tierras sobre zapata	2,00	T/m^3
Altura tierras sobre zapata	1,00	m
Tensión Admisible Terreno	4,50	kp/cm^2
Tensión Máxima en Extremo	5,63	kp/cm^2

CALCULO ZAPATA RÍGIDA
LAV 503+960 - Pila 2

Este cálculo se realiza aplicando el método de bielas y tirantes definido en el artículo 59.2 y 59.4 de la normativa vigente (EHE)

COMBINACIÓN DE CÁLCULO 02

Dimensiones

Dim "x"	4,70	m
Dim "y"	8,20	m
Canto	1,50	m
Dimensión "x" fuste	1,90	m
Dimensión "y" fuste	6,60	m
Angulo direcc "x" con avance pk	0	º

Datos Terreno

Densidad tierras sobre zapata	2,00	T/m^3
Altura tierras sobre zapata	1,00	m
Tensión Admisible Terreno	4,50	kp/cm^2
Tensión Máxima en Extremo	5,63	kp/cm^2

Esf. Base Fuste - ELS-02
Esf en coordenadas fuste

Vx	17,5	T
Vy	0,0	T
Axil	403,0	T
Mx	87,4	T·m
My	133,7	T·m

Esf. Base Zapata - ELS-02
Esf. en coordenadas zapata

Vx	17,5	T
Vy	0,0	T
Axil	624,6	T
Mx	87,4	T·m
My	160,0	T·m

Tensiones en Zapata

σ1 =	23,16 T/m^2	σ3 =	19,85 T/m^2
σ2 =	12,57 T/m^2	σ4 =	9,25 T/m^2
σmed =	16,21 T/m^2		

Verificada la Tensión Media en Zapata
Verificada la Tensión Máxima en Zapata

Tensión Media en Zapata Equivalente

Dim "x" en zapata equivalente	4,19	m
Dim "y" en zapata equivalente	7,92	m
σmed =	18,83 T/m^2	

Verificada la Tensión Media en Zapata

Esf. Base Fuste - ELU-02
Esf en coordenadas fuste

Vx	23,6	T
Vy	0,0	T
Axil	434,9	T
Mx	117,9	T·m
My	180,5	T·m

Esf. Base Zapata - ELU-02
Esf. en coordenadas zapata

Vx	23,6	T
Vy	0,0	T
Axil	656,5	T
Mx	117,9	T·m
My	180,5	T·m

Armado dirección "x"

R1d =	52,32	T/m
Td =	33,09	T/m
As >	8,27	cm2/m
Ang Biela	57,69	º
Compr Biela	61,90	T

Armado dirección "y"

R1d =	98,94	T/m
Td =	35,89	T/m
As >	8,97	cm2/m
Ang Biela	70,06	º
Compr Biela	105,25	T

CALCULO ZAPATA RÍGIDA

LAV 503+960 - Pila 2

Este cálculo se realiza aplicando el método de bielas y tirantes definido en el artículo 59.2 y 59.4 de la normativa vigente (EHE)

COMBINACIÓN DE CÁLCULO 11

Dimensiones

Dim "x"	4,70	m
Dim "y"	8,20	m
Canto	1,50	m
Dimensión "x" fuste	1,90	m
Dimensión "y" fuste	6,60	m
Angulo direcc "x" con avance pk	0	º

Datos Terreno

Densidad tierras sobre zapata	2,00	T/m^3
Altura tierras sobre zapata	1,00	m
Tensión Admisible Terreno	4,50	kp/cm^2
Tensión Máxima en Extremo	5,63	kp/cm^2

Esf. Base Fuste - ELS-11

Esf en coordenadas fuste

Vx	22,2	T
Vy	24,5	T
Axil	515,2	T
Mx	552,0	T·m
My	291,0	T·m

Esf. Base Zapata - ELS-11

Esf. en coordenadas zapata

Vx	22,2	T
Vy	24,5	T
Axil	736,8	T
Mx	588,8	T·m
My	324,3	T·m

Tensiones en Zapata

σ1 =	41,04 T/m^2	σ3 =	18,68 T/m^2
σ2 =	19,55 T/m^2	σ4 =	-2,80 T/m^2
σmed =	19,12 T/m^2		

Verificada la Tensión Media en Zapata

Verificada la Tensión Máxima en Zapata

Tensión Media en Zapata Equivalente

Dim "x" en zapata equivalente	3,82	m
Dim "y" en zapata equivalente	6,60	m
σmed =	29,22 T/m^2	

Verificada la Tensión Media en Zapata

Esf. Base Fuste - ELU-11

Esf en coordenadas fuste

Vx	29,6	T
Vy	36,8	T
Axil	588,2	T
Mx	791,6	T·m
My	397,8	T·m

Armado dirección "x"

R1d =	100,18	T/m
Td =	64,02	T/m
As >	16,01	cm2/m
Ang Biela	57,42	º
Compr Biela	118,89	T

Esf. Base Zapata - ELU-11

Esf. en coordenadas zapata

Vx	29,6	T
Vy	36,8	T
Axil	809,8	T
Mx	791,6	T·m
My	397,8	T·m

Armado dirección "y"

R1d =	170,99	T/m
Td =	75,17	T/m
As >	18,79	cm2/m
Ang Biela	66,27	º
Compr Biela	186,78	T

CALCULO ZAPATA RÍGIDA

LAV 503+960 - Pila 2

Este cálculo se realiza aplicando el método de bielas y tirantes definido en el artículo 59.2 y 59.4 de la normativa vigente (EHE)

COMBINACIÓN DE CÁLCULO 12

Dimensiones

Dim "x"	4,70	m
Dim "y"	8,20	m
Canto	1,50	m
Dimensión "x" fuste	1,90	m
Dimensión "y" fuste	6,60	m
Angulo direcc "x" con avance pk	0	º

Datos Terreno

Densidad tierras sobre zapata	2,00	T/m^3
Altura tierras sobre zapata	1,00	m
Tensión Admisible Terreno	4,50	kp/cm^2
Tensión Máxima en Extremo	5,63	kp/cm^2

Esf. Base Fuste - ELS-12		**Esf. Base Zapata - ELS-12**	
Esf en coordenadas fuste		Esf. en coordenadas zapata	
Vx	30,1 T	Vx	30,1 T
Vy	46,3 T	Vy	46,3 T
Axil	696,2 T	Axil	917,8 T
Mx	911,9 T·m	Mx	981,3 T·m
My	288,4 T·m	My	333,5 T·m

Tensiones en Zapata

σ1 =	53,49 T/m^2	σ3 =	16,23 T/m^2
σ2 =	31,40 T/m^2	σ4 =	-5,86 T/m^2
σmed =	23,81 T/m^2		

Verificada la Tensión Media en Zapata
Verificada la Tensión Máxima en Zapata

Tensión Media en Zapata Equivalente

Dim "x" en zapata equivalente	3,97	m
Dim "y" en zapata equivalente	6,06	m
σmed =	38,11 T/m^2	

Verificada la Tensión Media en Zapata

Esf. Base Fuste - ELU-12		**Esf. Base Zapata - ELU-12**	
Esf en coordenadas fuste		Esf. en coordenadas zapata	
Vx	41,4 T	Vx	41,4 T
Vy	69,5 T	Vy	69,5 T
Axil	859,7 T	Axil	1081,3 T
Mx	1331,3 T·m	Mx	1331,3 T·m
My	393,9 T·m	My	393,9 T·m
Armado dirección "x"		**Armado dirección "y"**	
R1d =	140,66 T/m	R1d =	220,35 T/m
Td =	87,79 T/m	Td =	103,82 T/m
As >	21,95 cm2/m	As >	25,95 cm2/m
Ang Biela	58,03 º	Ang Biela	64,77 º
Compr Biela	165,81 T	Compr Biela	243,58 T

CALCULO ZAPATA RÍGIDA

LAV 503+960 - Pila 2

Este cálculo se realiza aplicando el método de bielas y tirantes definido en el artículo 59.2 y 59.4 de la normativa vigente (EHE)

COMBINACIÓN DE CÁLCULO **15**

Dimensiones

Dim "x"	4,70	m
Dim "y"	8,20	m
Canto	1,50	m
Dimensión "x" fuste	1,90	m
Dimensión "y" fuste	6,60	m
Angulo direcc "x" con avance pk	0	º

Datos Terreno

Densidad tierras sobre zapata	2,00	T/m^3
Altura tierras sobre zapata	1,00	m
Tensión Admisible Terreno	4,50	kp/cm^2
Tensión Máxima en Extremo	5,63	kp/cm^2

Esf. Base Fuste - ELS-15		**Esf. Base Zapata - ELS-15**	
Esf en coordenadas fuste		Esf. en coordenadas zapata	
Vx	30,1 T	Vx	30,1 T
Vy	46,3 T	Vy	46,3 T
Axil	664,3 T	Axil	885,9 T
Mx	997,9 T·m	Mx	1067,4 T·m
My	270,9 T·m	My	316,0 T·m

Tensiones en Zapata

σ1 =	53,72 T/m^2	σ3 =	13,19 T/m^2
σ2 =	32,78 T/m^2	σ4 =	-7,74 T/m^2
σmed =	22,99 T/m^2		

Verificada la Tensión Media en Zapata
Verificada la Tensión Máxima en Zapata

Tensión Media en Zapata Equivalente

Dim "x" en zapata equivalente	3,99	m
Dim "y" en zapata equivalente	5,79	m
σmed =	38,38	T/m^2

Verificada la Tensión Media en Zapata

Esf. Base Fuste - ELU-15		**Esf. Base Zapata - ELU-15**	
Esf en coordenadas fuste		Esf. en coordenadas zapata	
Vx	41,4 T	Vx	41,4 T
Vy	69,5 T	Vy	69,5 T
Axil	811,9 T	Axil	1033,5 T
Mx	1460,4 T·m	Mx	1460,4 T·m
My	367,6 T·m	My	367,6 T·m
Armado dirección "x"		**Armado dirección "y"**	
R1d =	142,48 T/m	R1d =	216,71 T/m
Td =	88,52 T/m	Td =	105,48 T/m
As >	22,13 cm2/m	As >	26,37 cm2/m
Ang Biela	58,15 º	Ang Biela	64,05 º
Compr Biela	167,74 T	Compr Biela	241,02 T

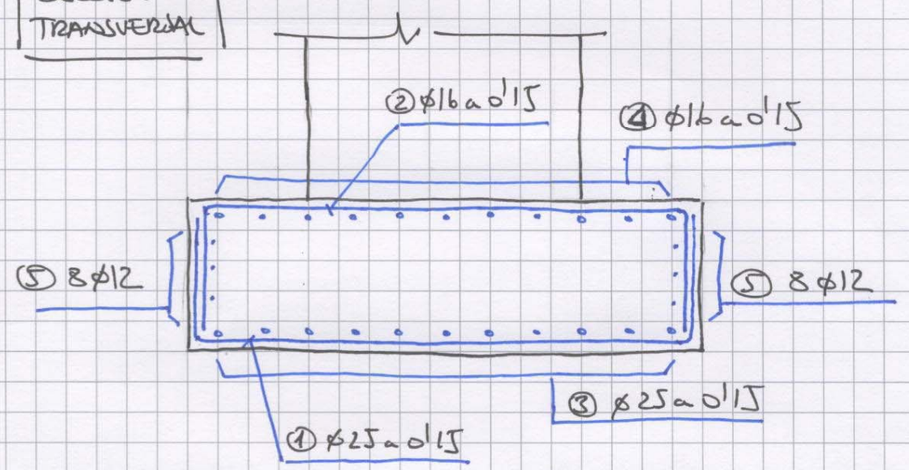
PEDELTA
INGENIERIA CIVIL

FECHA

HOJA

CROQUIS ARMADO ZAPATA.

SECCIÓN TRANSVERSAL



SECCIÓN LONGITUDINAL

