

Proyecto

*“Nuevo Puente sobre Arroyo Ayuí Chico camino
Pampa Soler – Ciudad de Concordia”*

Alumnos:

Ojeda, Cristian Sebastián

Salarí, Agustín

Carrera:

Ingeniería Civil

Cátedra:

Proyecto Final

Docentes:

Ing. Fabián Avid

Tutor:

Ing. Dario O. Vercesi

Año:

2018

INDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA	4
1.1 INTRODUCCIÓN.....	4
1.2 PROYECTO	5
ANTECEDENTES Y ACTUALIDAD	6
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO	6
2.2 DOCUMENTACIÓN Y ANTECEDENTES EXISTENTES	8
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA PUENTE VIEJO – BADÉN ENRIPIADO	8
2.4 ACTUALIDAD	9
ANÁLISIS HIDROLÓGICO	12
3.1. INTRODUCCIÓN.....	12
3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.....	12
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL ESCURRIMIENTO	13
3.4 VERIFICACIÓN DE LA SECCIÓN DEL PUENTE	15
3.5 CONCLUSIÓN	19
MOVIMIENTO DE SUELOS	20
4.1 INTRODUCCIÓN.....	20
4.1.1 MOVIMIENTO DE SUELO:.....	20
4.1.2 TIPO DE SUELO:.....	20
4.2 MEDICIÓN Y CÁMPUTO DE MOVIMIENTO DE SUELOS	21
4.4 SUELO DE RELLENO - DISTANCIA DE TRANSPORTE – TIPO DE MAQUINARIA A UTILIZAR	23
DISEÑO ESTRUCTURAL	24
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA PROPUESTA	24
5.2. BASES DE DISEÑO.....	24
5.2.1 REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN:	24
5.2.2 CARGAS DE DISEÑO:	24
5.2.3 COMBINACIONES DE CARGAS:.....	27
5.2.4 METODOLOGIA DE CÁLCULO:	27
5.2.5 CÁLCULO DEL TABLERO:	32
5.2.6 VIGA LONGITUDINAL INTERIOR:	40
5.2.7 VIGA LONGITUDINAL EXTERIOR:	44
5.2.8 CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE ARMADURAS - TABLERO –LOSA:	48
5.2.9 CÁLCULO A TORSIÓN DE VIGA EXTERNA LONGITUDINAL	50
5.2.10 DIMENSIONAMIENTO VIGAS LONGITUDINALES	50

5.2.11 DETALLE ARMADURA VIGA LONGITUDINALES:.....	54
INFRAESTRUCTURA	54
6.1 GENERALIDADES:	54
6.2 CÁLCULO DE INFRAESTRUCTURA	56
6.2.1 CÁLCULO DE PILOTES:.....	56
6.2.2 CÁLCULO DE ESTRIBOS:	62
6.2.3 CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE ARMADURAS - ESTRIBO:.....	63
PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	65
7.1 GENERALIDADES:	65
7.2 CONTEXTO AMBIENTAL:	66
7.3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - EsIA.....	70
7.3.1 VALORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	72
7.4 PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL - PMA.....	78
7.4.1 CALIDAD AGUA Y FLUIDO	78
7.4.2 CALIDAD AIRE.....	79
7.4.3 RECURSO HÍDRICO-SUELO-ATMÓSFERA.....	79
7.4.4 SUELO	79
7.4.4 IMPACTO VISUAL	80
7.5 PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD	80
CÓMPUTO Y PRESUPUESTO.....	82
8.1 CONSIDERACIONES	82
APENDICE	83
BIBLIOGRAFIA	84

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓN

La localidad de Concordia se encuentra ubicada a 430 km al Norte de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, en la provincia de Entre Ríos, y frente a la Ciudad de Salto, República Oriental del Uruguay, separada por el Río Uruguay que posee un ancho promedio de aproximadamente de unos 500m a 700m. La ciudad cuenta con una población de 152.282 hab. (Censo 2010).

La Pampa Soler es un camino que bordea el Río Uruguay, a unos 9km al norte de la ciudad de Concordia, posee grandes bellezas naturales, yacimientos de pedregullo y cruzada por innumerables arroyuelos que nacen como vertientes naturales de agua dulce donde el principal es el arroyo Ayuí Chico. Este curso es atravesado por el puente “Dolores C. de Urquiza”, cuyo proyecto y dirección estuvo a cargo del ingeniero Pedro Vidal Freire y don Manuel Domínguez, y el constructor fue Rodolfo Bassini, un empleado de la estancia Soler.

El arroyo Ayuí Chico es un curso de agua de la Ciudad de Concordia que nace al noreste de la misma (coordenadas 31°19'40.2"S 58°01'51.3"W), y fluye hacia al sureste desarrollando todo su curso en esta ciudad, hasta desembocar en el río Uruguay (coord. 31°20'25.5"S 57°59'24.2"W) con una extensión aproximada de unos 5km.



1.2 PROYECTO

La avenida Pampa Soler conecta la ciudad de Concordia con algunos puntos de interés turístico y comercial, como el Camping “La Tortuga Alegre” y la Cantera Scévola, además de la Estación de Bombeo de las piletas de tratamiento de efluentes cloacales del barrio Golf, que se encuentra en ejecución por la Coordinación de Control de Proyectos de la Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande (CAFESG). Sumado a esto, que el desarrollo urbanístico de la ciudad se realiza hacia el noreste, por lo cual es imposible no pensar en la urbanización de la zona aledaña al camino Pampa Soler, donde en el año 2014 se hizo entrega de 120 viviendas para familias ferroviarias y empleados municipales ejecutadas por el Instituto Autárquico de Planeamiento y Viviendas (IAPV), ubicadas en el barrio Pampa Soler. Por consecuencia, el tránsito por dicha avenida es cada vez mayor, entonces, una mejora del camino es extremadamente necesaria.

En la actualidad el puente se encuentra deteriorado, y por cuestiones de preservación se prohibió la circulación de vehículos por el mismo, esto provoca que se circule por un costado, por medio de un badén. Además, en la época de crecida del río Uruguay, se ve impedida la descarga del arroyo Ayuí Chico, generando un aumento del nivel aguas arriba y provocando el corte del camino Pampa Soler, inundando el badén y dejando inaccesible el puente, debido a que las rampas de acceso al mismo se cubren de agua.

Este proyecto contempla proyectar un nuevo puente que cruce el arroyo Ayuí Chico, permitiendo el paso de vehículos tanto livianos como pesados, y brindando a la comunidad una vía alternativa por la cual transitar.

Se plantea la ejecución de un puente viga de hormigón armado de aproximadamente 13,00 m de longitud y 7,90 m de ancho, con capacidad suficiente para soportar tránsito pesado, y a una cota IGN de 16,00 m.

ANTECEDENTES Y ACTUALIDAD

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Concordia, con su privilegiada ubicación sobre el río Uruguay, supo ser un importante polo de desarrollo nacional a principios del siglo XX. Una ciudad progresista de intensa vida cultural y comercial en el que tradicionales actividades ganaderas, frigoríficos y curtiembres, se desarrollaron conjuntamente con la vitivinicultura, el olivo, el citrus y sus industrias derivadas, entre otras.

La Pampa Soler fue sin duda escenario de estas progresistas transformaciones cuyo mentor fuera don Gregorio Soler y Soler, casado con Flora de Urquiza, quinta hija del Gral. J. J. de Urquiza con su esposa Dolores Costa. Estas tierras formaban parte del campo de pastoreo “Rincón del Salto” que recibiera Flora (mediante su hijuela) después de la muerte de su padre, el primer presidente constitucional argentino.



1 Figura 1 – Camino Pampa Soler

La Pampa Soler es un camino que bordea el Río Uruguay, perpendicularmente es atravesado por el arroyo Ayuí Chico sobre este se encuentra el puente “Dolores C. de Urquiza”¹.

El proyecto y dirección fue realizado por el ingeniero Pedro Vidal Freire, don Manuel Domínguez, y el constructor fue Rodolfo Bassini, un empleado de la estancia Soler.

¹ Fuentes:

“Urquiza, ascendencia vasca y descendencia en el Río de la Plata “ (1999)- Susana T.P. de Dominguez Soler

“Entre Ríos Vinos y Vinos” (2000)- Susana T.P. de Dominguez Soler

“Soler, un linaje originado en Felenitx, Mallorca” (2004)- Susana T.P. de Dominguez Soler



Figura 2- Foto histórica sobre el camino Pampa Soler.-



Figura 3 - Inauguración del puente "Dolores C. de Urquiza" 1927

2.2 DOCUMENTACIÓN Y ANTECEDENTES EXISTENTES

No se encuentra documentado en el Municipio local nada al respecto de la construcción del puente “Dolores Costa de Urquiza”, ni en la dirección de catastro de la ciudad de Concordia.

Por ordenanza N° 33.883 se conformó una comisión Ad Hoc para definir y coordinar el Proyecto de resguardar y revalorizar los sitios destacados que forman parte de la Historia y evolución de Concordia, ubicados en la zona denominada Pampa Soler, con el fin de evitar la degradación y rescatar el patrimonio cultural y natural que conforma este paraje a 9km al norte de la ciudad.

Se obtuvieron expedientes sobre el camino Pampa Soler, dando cuenta que en el año 2009 se informa sobre usurpación de terrenos linderos al camino – Expediente N° 1011463.-

En el año 2010, mediante Expediente N° 1042891.- se solicita el cambio de denominación de la avenida de Pampa Soler por “Camino Pampa Soler” al tramo que va desde su ingreso en Avenida Independencia a la altura del paso a Nivel de la vía ferroviaria y Salto Grande hasta la intersección con la Avenida Pedro Urruzola².

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA PUENTE VIEJO – BADÉN ENRIPIADO

El puente sobre el arroyo Ayuí Chico es una estructura que posee una losa en hormigón armado y estribos realizados en piedra de la zona. La obra se inauguró en 1927 y fue dirigida por el ingeniero Pedro Vidal Freire. Se trata de un puente formado por una sucesión de dos vanos isostáticos uno de 4,27m de y 6,47m, conformando un puente de una luz total de cerca de los 11 m. El ancho de calzada es de 2,96m y la carpeta de rodamiento es de ripio sobre una losa de hormigón convencional.



Figura 4 – Foto del puente y del badén, en estado actual.

La pila central y los estribos son de hormigón ciclópeo, posee dos rampas de acceso al mismo realizadas en terreno natural, con un muro de contención de piedra que acompañan a las mismas, en la actualidad la vegetación ha invadido dicho muro.

² Nota: Se anexan expedientes nombrados anteriormente.

El badén construido todavía se conserva en parte, realizado en piedra colocadas a mano, el mismo fue construido para evitar la erosión en la zona del camino producto del paso del agua del arroyo Ayuí Chico, en la actualidad es utilizado por vehículos de gran porte, lo cual deteriora más su estado actual, con el nuevo proyecto del puente, dicho badén no será utilizado más.

2.4 ACTUALIDAD

La avenida Pampa Soler conecta la ciudad de Concordia con algunos puntos de interés turístico y comercial, como el Camping “La Tortuga Alegre” y la Cantera Scévola, además de la Estación de Bombeo de las piletas de tratamiento de efluentes cloacales del barrio Golf, que se encuentra en ejecución por la Coordinación de Control de Proyectos de la Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande (CAFESG). Sumado a esto, que el desarrollo urbanístico de la ciudad se realiza hacia el noreste, por lo cual es imposible no pensar en la urbanización de la zona aledaña al camino Pampa Soler, donde en el año 2014 se hizo entrega de 120 viviendas para familias ferroviarias y empleados municipales ejecutadas por el Instituto Autárquico de Planeamiento y Viviendas (IAPV), ubicadas en el barrio Pampa Soler. Por consecuencia, el tránsito por dicha avenida es cada vez mayor, entonces, una mejora del camino es extremadamente necesaria.



Figura 5 - Imagen Relevamiento, camión circulando por el badén de piedra.

En la actualidad el puente se encuentra deteriorado, y por cuestiones de preservación se prohibió la circulación de vehículos por el mismo, esto provoca que se circule por un costado, por medio de un badén.



Figura 6 - Imagen Relevamiento, máquina circulando por el puente Izquierda y estado del badén de piedra a la derecha.

Además, en la época de avenida del río Uruguay, se ve impedida la descarga del arroyo Ayuí Chico, generando un aumento del nivel aguas arriba y provocando el corte del camino Pampa Soler, inundando el badén y dejando inaccesible el puente, debido a que las rampas de acceso al mismo se cubren de agua.



Figura 7 – Camino interrumpido por la crecida del río Uruguay - 21/10/15.

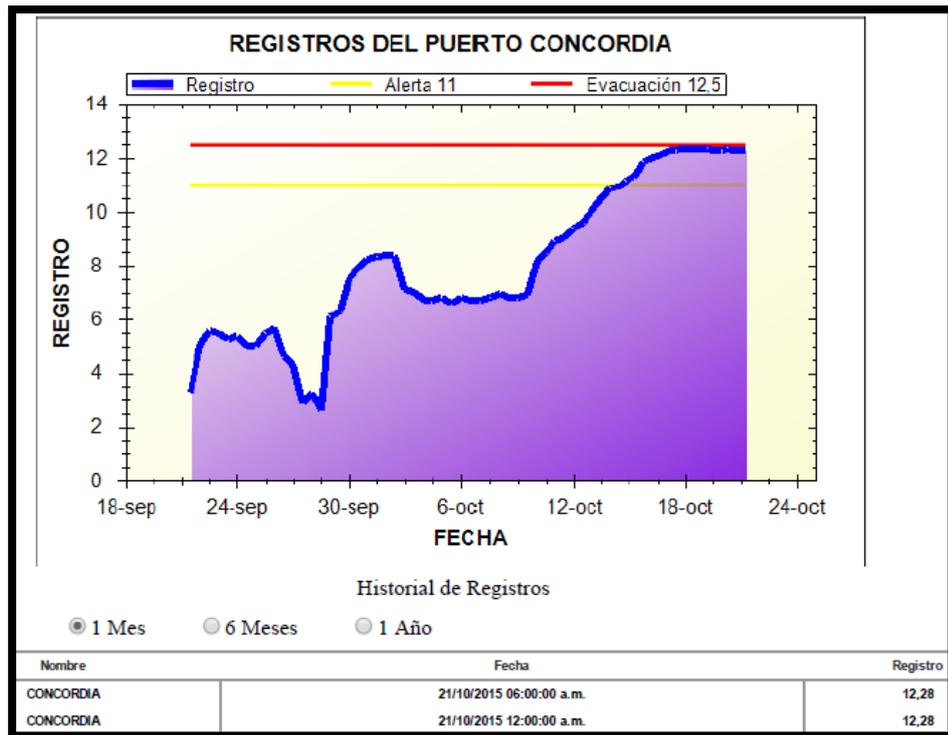


Imagen Registro del puerto de Concordia - Creciente Rio Uruguay- Camino interrumpido - 21/10/15

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

3.1. INTRODUCCIÓN

El puente proyectado se encuentra ubicado sobre el camino Pampa Soler, dentro de la zona inundable de la ciudad de Concordia, por este motivo se decidió darle una cota al tablero del puente que permita el libre escurrimiento del agua por debajo, cuando el Río Uruguay se encuentra en cota 14,00m hidrómetro de Concordia. También se considera el trazando del camino de acceso al puente de manera que permita la accesibilidad hasta la misma cota.

De esta manera se le da, al camino, un mayor margen para poder ser transitado a lo largo del año, puesto que en la actualidad cuando el río alcanza la cota 11,00m no se puede circular. Cuando el Río Uruguay supere la cota 14,00m, quedará inhabilitado.

El terrepleno del camino y la ejecución del puente va a generar un mayor embalsamiento aguas arriba, para evitarlo se plantea la ejecución de aliviaderos de sección circular en las rampas de acceso, de manera que funcionen como vasos comunicantes.

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

La cuenca del arroyo Ayuí Chico es del tipo exorreica, para poder determinar su parteaguas se utilizó el Plano de Referencia Altimétrico del Instituto Geográfico Militar (IGM) – Restitución Planialtimétrica del Ejido Municipal de Concordia.

Una vez determinado el parteaguas se calculó el área de la cuenca, dando como resultado 1.184 ha. o 11,84 Km², la longitud de cauce principal es 5,20 Km, la pendiente media se obtuvo a través de un promedio entre la pendiente media calculada como el desnivel entre los extremos de la corriente dividido entre su longitud medida en planta, y la pendiente media calculada por el método de igual área, dando como resultado 0.66 %.

Tabla 1 – Parámetros físicos de la cuenca

PARAMETROS FISICOS DE LA CUENCA	
Área Cuenca (A)	11,84 Km ²
Longitud Cauce Principal (L)	5,20 Km
Pendiente Media (S)	0.66 %

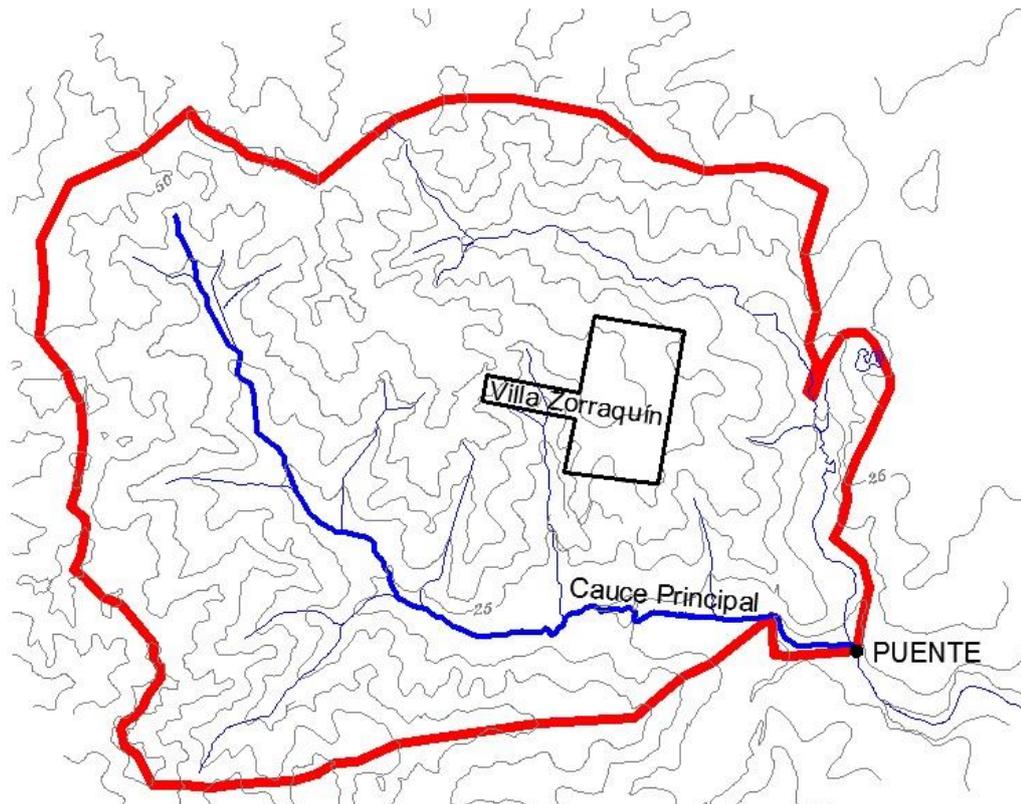


Figura 1 – Cuenca Arroyo Ayuí Chico

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL ESCURRIMIENTO

Debido a la escasez de datos hidrológicos y de suelo que se tienen en esta zona, se puede hacer una determinación aproximada del caudal por medio del Método Racional (cuyo límite principal es un área de cuenca máximo de 5 Km²), donde los parámetros que se precisan son, el área de la cuenca, el coeficiente de escurrimiento de la misma (C) y la intensidad de la lluvia (i).

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

El coeficiente de escurrimiento se determinó a partir de considerar al tipo de área drenado como praderas, con suelos arenosos escarpados, y por medio de la Tabla 3 (Aparicio Mijares, F.C. 1989) da un valor mínimo de 0,15 y un máximo de 0,20.

Se adoptó un valor intermedio de $C = 0,17$.

De acuerdo a la crecimiento de la ciudad de Concordia hacia el noroeste, y que esta zona está en proceso de desarrollo habitacional, se planteará, más adelante, utilizar un coeficiente de escurrimiento más alto, de esta manera vamos a obtener un caudal futuro de la cuenca del arroyo Ayuí Chico.

Para determinar la intensidad (i), se adoptó la curva i-D-T correspondiente a la ciudad de Concordia – Entre Ríos (Zamanillo, E. et al. 2008 – Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos), teniendo una expresión:

$$i = \frac{k \cdot (Tr)^m}{(d+c)^n} = \frac{827,0 (Tr)^{0,23}}{(d + 5)^{0,71}}$$

PLUVIÓGRAFO DE REFERENCIA:
Concordia
COORDENADAS GEOGRÁFICAS:
LATITUD: -31,20
LONGITUD: -58,00

TR (años)	INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN (mm/h) ESTIMADAS PARA DISTINTAS DURACIONES (min)									
	5	10	30	60	90	120	180	360	720	1440
50	395	296	162	104	80	66	50	31	19	12
25	337	252	138	89	68	56	42	26	16	10
20	320	240	131	85	65	53	40	25	15	9
10	273	205	112	72	55	45	34	21	13	8
5	233	175	96	62	47	39	29	18	11	7
2	189	142	78	50	38	31	24	15	9	6

$$i = \frac{827,0 \cdot T^{0,23}}{(d + 5)^{0,71}}$$

A partir del tiempo de concentración (tc), calculado por medio de las curvas de nivel y las variaciones de pendiente del cauce principal, se determinó la duración (d).

$$d = t_c = 6,32 h = 379 min.$$

Por medio del trabajo anteriormente citado (Zamanillo, E. 2008) se consideró un tiempo recurrencia de 25 años para un puente de tipo secundario.

Con todos los datos se determinó la intensidad y el caudal de escurrimiento.

Tabla 2 – Parámetros de escurrimiento

PARÁMETROS DE ESCURRIMIENTO	
Tiempo de Concentración (tc)	6.32 h
Duración (d)	379 min
Coefficiente de Escurrimiento (C)	0,17
Recurrencia (T)	25 años
Intensidad (i)	25,36 mm/h
CAUDAL (Q)	14,18 m³/s

En los predios particulares las pendientes son del orden del 0,25% y tienen superficies libres de edificación cubiertas por pasto: k = 0,25

3.4 VERIFICACIÓN DE LA SECCIÓN DEL PUENTE

A partir del predimensionado estructural del puente, y del relevamiento de la zona de obra, se plantea una cota de tablero de puente de 17,30m IGN y una cota de fondo de 11,70 m IGN,

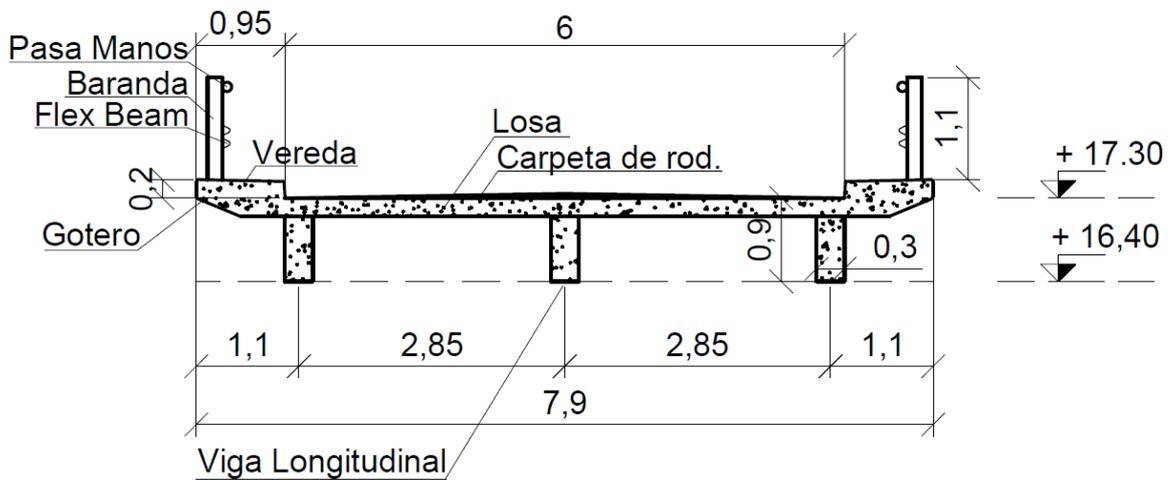


Figura 2 - Corte transversal del puente.

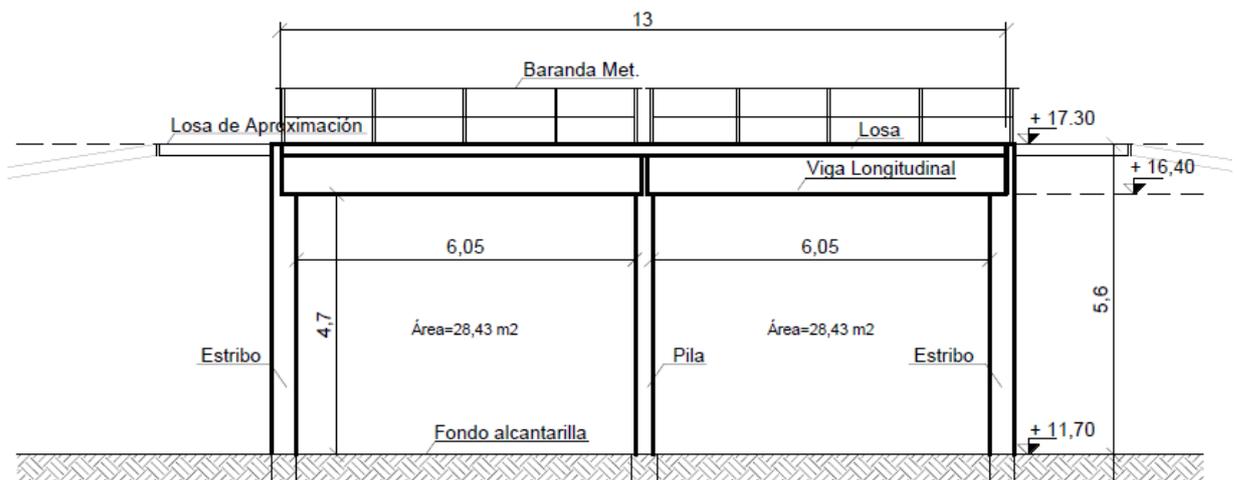


Figura 3 - Corte longitudinal del puente.

Para la verificación, se utilizó el software Stormwater Management Model 5.1 (modelo de gestión de aguas pluviales) de la EPA (SWMM 5.1), que es un modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido.

Parámetros Físicos:

Para el modelado se decidió sub-dividir la cuenca en 2 subcuencas, para lograr una mayor exactitud en la simulación. Cada una cuenta con las siguientes características:

Tabla 3 – Datos de la cuenca y las subdivisiones.

DATOS DE LA CUENCA ARROYO AYUÍ CHICO	
Área Total Cuenca (ha)	1184.00
Ancho de la Cuenca (m)	2166.86
Subcuenca 1 (ha)	835.37
Área Permeable (ha)	790.00
Área Impermeable (ha)	45.37
Longitud Cauce Principal (m)	5464.13
Pendiente (m/m)	0.0066
Tiempo de Concentración (h)	6.32
Ancho de la SubCuenca 1 (m)	1528.83
Subcuenca 2 (ha)	348.63
Área Permeable (ha)	348.63
Área Impermeable (ha)	0.00
Longitud Cauce Principal (m)	4669.94
Pendiente (m/m)	0.0069
Tiempo de Concentración (h)	5.06
Ancho de la SubCuenca 2 (m)	746.55

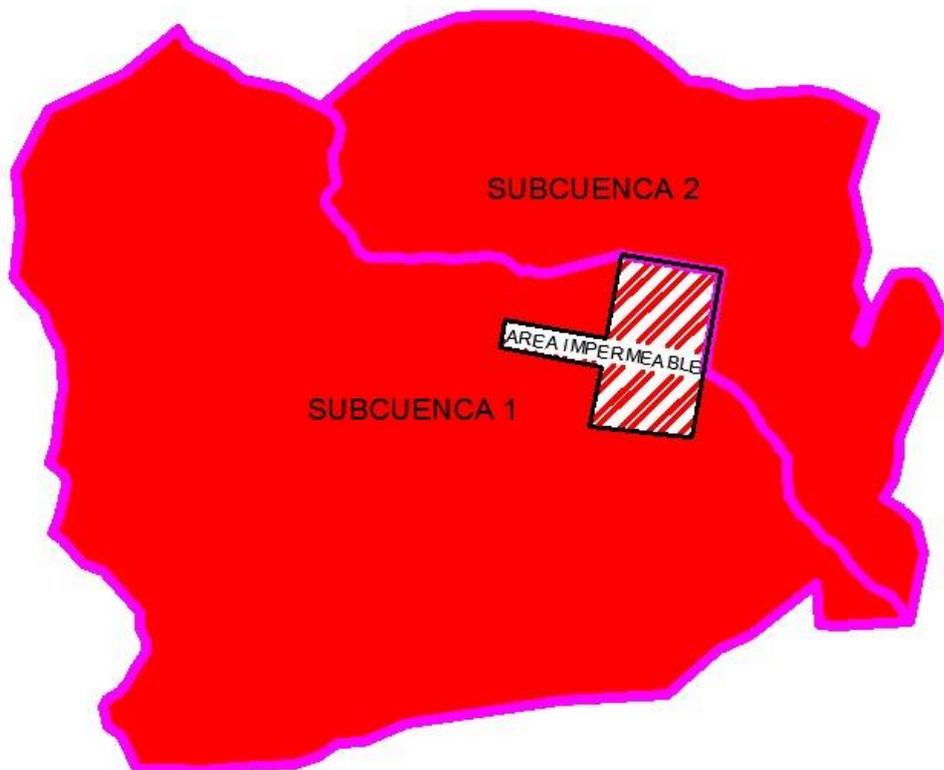


Figura 4 – Subdivisión de la cuenca.

Para la subcuenca 1 se consideró una porción del área impermeable de 45.37ha, correspondiente a Villa Zorraquín, que representa un 5,37 % del área total, teniendo un coeficiente de Manning de 0,011. Al resto de la subcuenca, como así también a la subcuenca 2, se le atribuyó un coeficiente de Manning de 0,02.

La infiltración se determinó por medio del método de la Curva Número, donde se determina un coeficiente “C”, obtenido por medio de la Tabla 7.3 (Aparicio Mijares, F.C. 1989), y los datos del tipo de suelo, la pendiente del terreno y el uso del suelo.

Tabla 4 – Valor de la curva número “C”.

CURVA NUMERO	
Tipo del suelo	Arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcillas
Tiempo de recurrencia	< 1,00 %
Uso de suelo	Pastizales
C	74

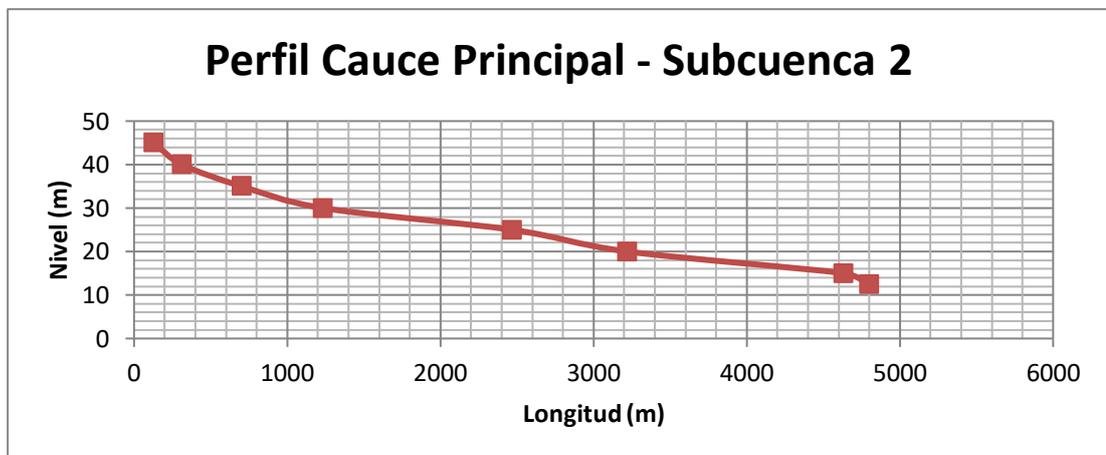
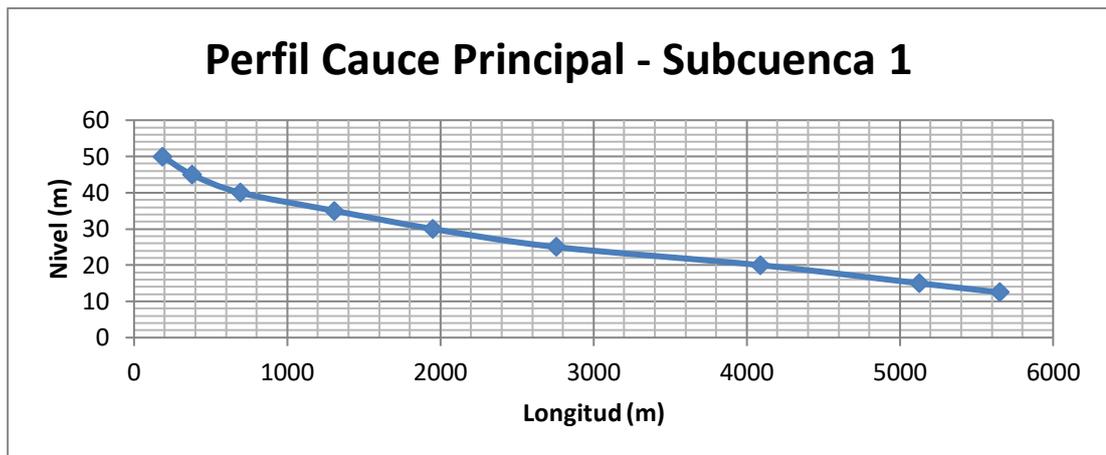


Figura 5 – Perfiles de los cauces principales de cada subcuenca.

Parámetros Meteorológicos:

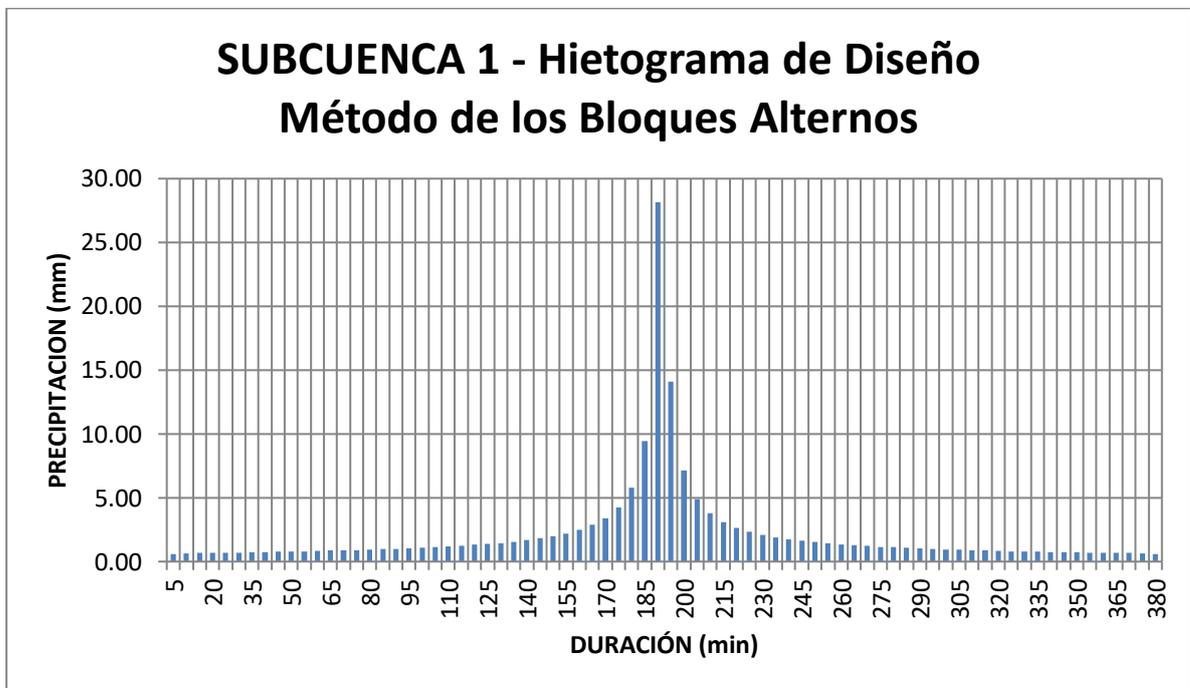
El programa precisa un hietograma de diseño, correspondiente a la ubicación geográfica de la cuenca, uno para cada subcuenca, para ello se utilizó el Método de Bloques Alternos³, tomando un intervalo de tiempo de 5 minutos, y la intensidad para cada intervalo, a través de la i-D-T correspondiente.

³ Ven Te Chow 1994 - Hidrología Aplicada, editorial McGraw-Hill

$$i = \frac{k \cdot (Tr)^m}{(d + c)^n} = \frac{827,0 (Tr)^{0,23}}{(d + 5)^{0,71}}$$

SUBCUENCA 1	
Tiempo concentración	6,32 h
Tiempo de recurrencia	25 años

SUBCUENCA 2	
Tiempo concentración	5,06 h
Tiempo de recurrencia	25 años



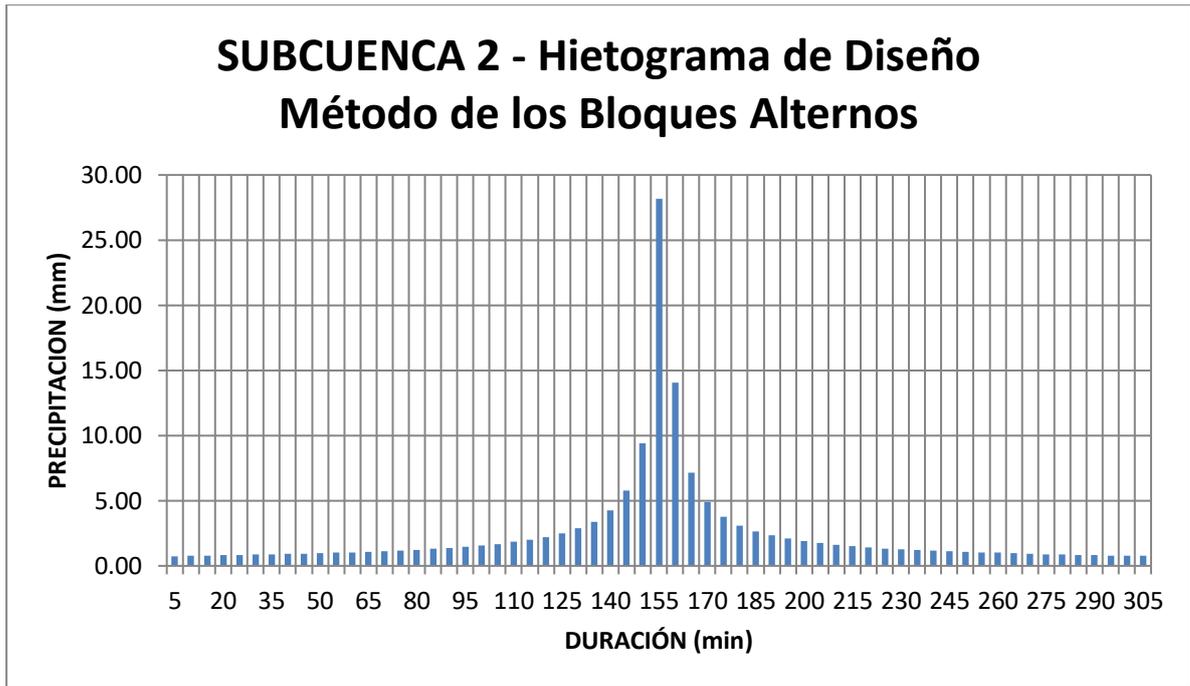


Figura 6 – Hietogramas de diseño para cada subcuenca.

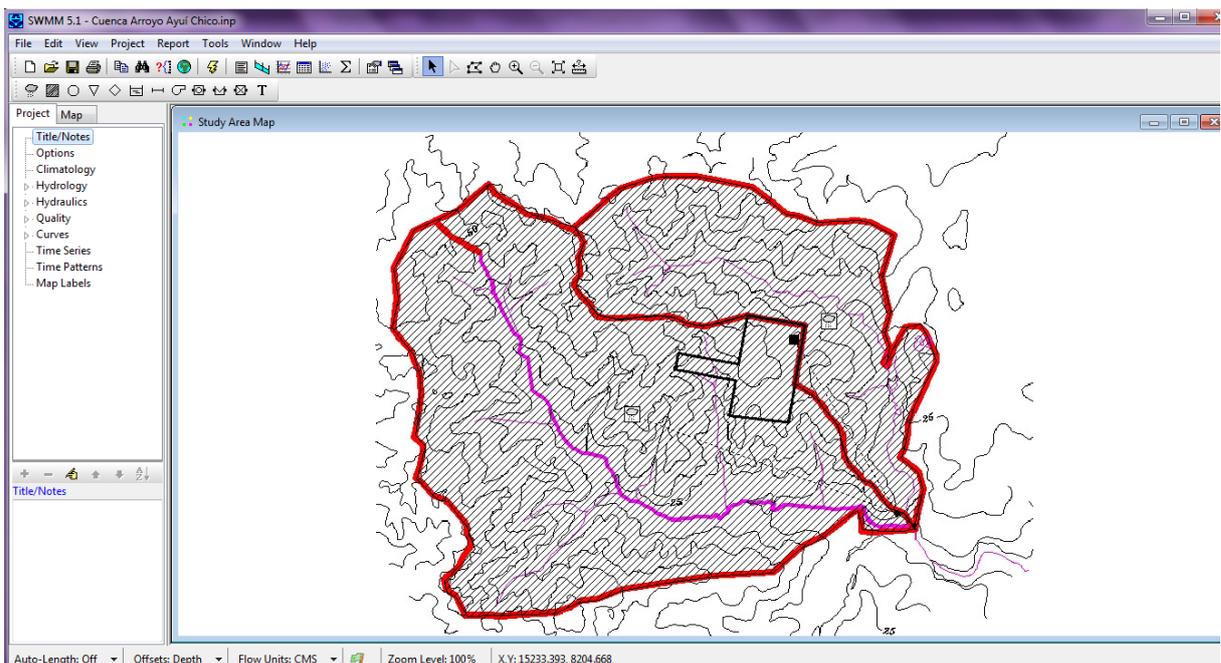


Figura 7 – Interface del programa EPA SWMM 5.1.

3.5 CONCLUSIÓN

Una vez realizada la simulación, se obtuvieron los resultados que demuestran que el puente funciona adecuadamente para poder evacuar el caudal generado por la tormenta de diseño. También se evaluó lo ocurrido en el caso de que el nivel del río este en cota 14,00m hidrómetro de Concordia, en este caso se tuvo que hacer un análisis dinámico del modelo, dando un resultado satisfactorio.

Se adjuntan el plano P1 correspondiente al trazado de la cuenca con los cauces correspondientes y las curvas de nivel.

MOVIMIENTO DE SUELOS

4.1 INTRODUCCIÓN

El puente proyectado se encuentra ubicado sobre el camino Pampa Soler, dentro de la zona inundable de la ciudad de Concordia, por este motivo se decidió darle una cota 17.30 m al tablero del puente que permita el libre escurrimiento del agua por debajo previo calculo hidrológico, cuando el Río Uruguay se encuentra en cota 14,00 m hidrómetro de Concordia.

Teniendo en cuenta que el puente antiguo queda inaccesible al subir el nivel del río, debido a la inundación del camino de acceso a partir de la cota: +12.00. Se ha decidió proyectar rampas de acceso al mismo a partir de cota +14.00 hasta la altura del tablero del puente en cota +17.30, de esta manera permitimos la utilización del puente hasta una cota más elevada.

4.1.1 MOVIMIENTO DE SUELO:

Se entiende por Movimiento de Tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica.

Previo al inicio de cualquier actuación, se efectuaron los trabajos topográficos en el terreno, mediante estación total, para definir las cotas del terreno natural, partiendo de un punto conocido o punto fijo.

De esta manera definimos perfil longitudinal y perfiles transversales, del terreno natural, y por diferencias con los perfiles del proyecto se determina el volumen de suelos de terraplenamiento o desmonte según sea el caso.

Además de la utilización de planos topográficos altimétricos, del IGN (Instituto Geográfico Nacional).

4.1.2 TIPO DE SUELO:

Este aspecto es fundamental porque influye en el rendimiento de la maquinaria a utilizar, se debe determinar el tipo de suelo, y sus parámetros más significativos, como lo son: cohesión, densidad, compacidad, etc.

Además es importante determinar los factores intrínsecos como lo son asentamientos, niveles freáticos, etc.

Factores externos como factores climáticos, tendidos aéreos o subterráneos, edificaciones linderas, tráfico, que pueden hacer que los trabajos de movimientos de suelos puedan ser demorados.

Se han obtenido dichos datos de relevamientos en el lugar, y búsqueda de antecedentes en las entidades Municipales de la ciudad. Contamos con información estratigráfica de pozos mediante método SPT realizados en las cercanías del puente viejo. (Se adjuntan 3 Sondeos).

Tipo de Suelo:

- Arena Suelta Fina (cota 0.00 m a - 0.50 m)
- Arena Arcillo-Limosa medianamente densa (cota - 0.50m a - 4.00m)

Cohesión:

- Cu : 0.25 kg/cm²

Peso unitario saturado:

- P.u.s. : 1,8 a 1,9 gr/cm³

Nivel freático:

- No se observa nivel freático en los sondeos.

Resistencia a la penetración (número de golpes):

- Variable entre 20 a 30 golpes en los estratos superiores.

4.2 MEDICIÓN Y CÁLCULO DE MOVIMIENTO DE SUELOS

En primera instancia se realizó mediante la utilización de estación total la determinación de los perfiles transversales del terreno natural de la zona del camino en una extensión aproximada de 350 m.

Tabla 1 – Cotas obtenidas de relevamiento topográfico.

Camino-Actual			
Perfil	Izq.	Eje	Der.
1	14,356	14,41	14,385
2	14,159	14,154	14,156
3	13,926	14,007	14,002
4	13,695	13,821	13,596
5	13,579	13,562	13,394
6	13,374	13,337	13,169
7	13,096	13,067	12,965
8	12,852	12,882	12,848
9	12,724	12,796	12,807
10	12,652	12,676	12,618
11	12,457	12,53	12,585
12	12,727	12,572	12,458
13	12,855	12,618	12,268
14	12,654	12,56	12,301
15	12,497	12,546	12,459
16	12,44	12,503	12,061
17	12,266	12,124	12,082
18	12,301	12,304	12,077
19	12,292	12,389	12,248
20	12,425	12,393	12,364
21	12,443	12,446	12,301
22	12,491	12,446	12,371
23	12,641	12,582	12,453
24	12,828	12,701	12,507
25	12,816	12,744	12,56
26	12,775	12,748	12,62
27	12,865	12,856	12,801
28	14,186	13,121	13,025
29	13,301	13,251	13,121

Posteriormente definimos los perfiles transversales del proyecto, con las cotas correspondientes según la inclinación de las pendientes de acceso a ambos lados del puente, y se tomó las diferencias entre estos y las del terreno natural, en tres puntos: izquierda, eje y derecha del camino. Tomando un promedio, de las diferencias y multiplicando por el ancho de calzada proyectada, se determinó el área de suelo (m²) por perfil. Para determinar el volumen (m³), multiplicamos por la distancia entre perfiles.

Nótese que para el cálculo se tomaron progresivas a ambos lados del puente, tomando pendientes diferentes para cada rampa de acceso.

Tabla 2 – Cotas proyectadas.

Camino Proyecto - Rasante				
Perfil	Progresiva	Izq.	Eje	Der.
1	0	13,91	14,00	13,91
2	16,01	13,91	14,00	13,91
3	31,22	13,91	14,00	13,91
4	47,07	13,91	14,00	13,91
5	62,89	13,91	14,00	13,91
6	78,28	13,91	14,00	13,91
7	89,52	13,91	14,00	13,91
8	100,26	13,91	14,00	13,91
9	110,22	13,91	14,00	13,91
10	120,65	14,50	14,59	14,50
11	129,825	15,02	15,11	15,02
12	136,54	15,39	15,48	15,39
13	142,83	15,75	15,84	15,75
14	149,14	16,11	16,20	16,11
15	156,75	16,53	16,62	16,53
16	162,53	16,86	16,95	16,86
17	168,72	17,21	17,30	17,21
18	120,49	17,21	17,30	17,21
19	111,58	16,70	16,79	16,70
20	102,53	16,19	16,28	16,19
21	91,86	15,58	15,67	15,58
22	81,56	14,99	15,08	14,99
23	71,71	14,43	14,52	14,43
24	62,61	13,91	14,00	13,91
25	52,73	13,91	14,00	13,91
26	39,56	13,91	14,00	13,91
27	26,21	13,91	14,00	13,91
28	13,21	13,91	14,00	13,91
29	0	13,91	14,00	13,91

Posteriormente se determinó el volumen del suelo a terraplenar, en nuestro caso, dados por las diferencias entre las zonas de desmote y terraplén.

Tabla 3 – Cuadro Resumen

Perfil	Δ1	Δ2	Δ3	Δm(prom)	Ancho Calzada	Dist. entre Perf.	Área	Volumen	Volumen
	m	m	m	m	m	m	m ²	m ³	m ³
1	0,45	0,41	0,48	0,44	9	16,01	3,99	47,55	-1952,54
2	0,25	0,15	0,25	0,22	9	15,21	1,95	17,43	
3	0,02	0,01	0,09	0,04	9	15,85	0,35	-14,10	
4	-0,22	-0,18	-0,31	-0,24	9	15,82	-2,12	-47,29	
5	-0,33	-0,44	-0,52	-0,43	9	15,39	-3,86	-74,45	
6	-0,54	-0,66	-0,74	-0,65	9	11,24	-5,82	-78,10	
7	-0,81	-0,93	-0,95	-0,90	9	10,74	-8,08	-95,53	
8	-1,06	-1,12	-1,06	-1,08	9	9,96	-9,71	-100,56	
9	-1,19	-1,20	-1,10	-1,16	9	10,43	-10,48	-142,87	
10	-1,85	-1,91	-1,88	-1,88	9	9,175	-16,92	-181,72	
11	-2,56	-2,58	-2,43	-2,52	9	6,715	-22,70	-161,98	
12	-2,67	-2,91	-2,94	-2,84	9	6,29	-25,55	-170,90	
13	-2,89	-3,22	-3,48	-3,20	9	6,31	-28,79	-193,91	
14	-3,45	-3,64	-3,80	-3,63	9	7,61	-32,67	-263,47	
15	-4,04	-4,08	-4,08	-4,06	9	5,78	-36,57	-224,19	
16	-4,42	-4,45	-4,80	-4,56	9	6,19	-41,00	-268,46	
17	-4,94	-5,18	-5,13	-5,08	9		-45,74		
18	-4,91	-5,00	-5,13	-5,01	9		-45,11		
19	-4,41	-4,40	-4,45	-4,42	9	8,91	-39,79	-378,23	
20	-3,76	-3,88	-3,82	-3,82	9	9,05	-34,39	-335,70	
21	-3,13	-3,22	-3,28	-3,21	9	10,67	-28,90	-337,64	
22	-2,50	-2,63	-2,62	-2,58	9	10,3	-23,26	-268,59	
23	-1,79	-1,94	-1,98	-1,90	9	9,85	-17,10	-198,76	
24	-1,08	-1,30	-1,40	-1,26	9	9,1	-11,35	-129,46	
25	-1,09	-1,26	-1,35	-1,23	9	9,88	-11,10	-110,91	
26	-1,14	-1,25	-1,29	-1,23	9	13,17	-11,03	-145,73	
27	-1,05	-1,14	-1,11	-1,10	9	13,35	-9,89	-139,67	
28	0,28	-0,88	-0,89	-0,50	9	13	-4,46	-93,33	
29	-0,61	-0,75	-0,79	-0,72	9	13,21	-6,44	-72,03	
									-4162,59

En consecuencia la cantidad de suelo faltante para la ejecución de la obra, con una pendiente de ambas rampas de acceso del 6%, y un ancho de calzada de 9 m será:

- **Volumen de suelo faltante: 4162,59 m³**

Lo que contabiliza con camiones de una capacidad de 6 m³, una cantidad de:

- **Nro. de Camiones: 694**

4.4 SUELO DE RELLENO - DISTANCIA DE TRANSPORTE – TIPO DE MAQUINARIA A UTILIZAR

El suelo a utilizar será el apto para soportar el tráfico de la zona, con sus respectivo paquete estructural, compactación y terminación, compuesto principalmente por vehículos livianos, camiones, y maquinas pertenecientes a una cantera próxima. Se utilizará el suelo proveniente de la cantera en cercanía a la obra (500m) lo que el ítem distancia de transporte no se contabilizara por separado en el cómputo y análisis de precios. El tipo de maquinaria para la realización de los trabajos de relleno, serán camiones volcadores de capacidad 6 m³, motoniveladoras, equipos de compactación de tipo rodillo.

Nota: Se adjuntan tres sondeos de perforaciones según método SPT, planos de perfil longitudinal en planta y corte en escala correspondiente.

DISEÑO ESTRUCTURAL

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA PROPUESTA

El tablero del puente se compone de 3 vigas prefabricadas simplemente apoyadas por tramo, 1 central y 2 externas. El hormigón es de calidad "H-30" y todas las vigas tienen sección rectangular.

El diseño del tablero del puente contempla el apoyo de las vigas longitudinales directamente en los estribos y la pila. La losa será colada "in-situ" con un hormigón de calidad "H-30".

Contará con 2 estribos y una pila al centro de la luz del tablero, dejando dos vanos de 6,09m x 4,39m.

5.2. BASES DE DISEÑO

5.2.1 REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN:

Las cargas del proyecto y los requerimientos de la estructura se determinarán según:

- Bases para el Cálculo de Puentes de la D.N.V. (Tren de Cargas A-30).
- Reglamentos CIRSOC.

5.2.2 CARGAS DE DISEÑO:

Las cargas que se describen en este apartado son aquellas que corresponden a un estado en servicio del puente. Por ello, la determinación de las armaduras o verificación seccional de los distintos componentes del puente se llevará a cabo teniendo en cuenta la combinación de las cargas de servicio más desfavorables para la estructura.

5.2.2.1 Cargas Permanentes:

Se consideran como cargas permanentes aquellas originadas por el peso propio de los elementos componentes del puente: Vigas principales, tablero del puente, vereda, baranda, estribos, etc.

También se consideran en esta categoría cualquier elemento que permanezca por tiempo indefinido sobre la estructura.

Los pesos unitarios de los principales materiales que componen los elementos mencionados que se adoptaron para los cálculos son los siguientes:

- Hormigón Armado Convencional.....2,50 t/m³
- Peso de Barandas Metálicas.....0,10 t/m
- Mezcla Asfáltica para Pavimentos.....2,40 t/m³

5.2.2.2 Sobrecargas Debidas al Tránsito:

El tren de cargas adoptado por el reglamento de la D.N.V. para caracterizar las sobrecargas debidas al tránsito consistente en una muchedumbre compacta sobre la calzada y un vehículo tipo, denominado aplanadora. Además, se prevé la existencia de una sobrecarga de vereda en los espacios del puente destinados a la circulación peatonal.

La sobrecarga móvil adoptada en este trabajo se encuadra dentro de la definición de "Categoría A-30" del Reglamento de Puentes de la D.N.V.

La sobrecarga total móvil adoptada en el diseño, resulta entonces de la suma de tres tipologías de cargas:

- 1) Aplanadoras A-30
- 2) Multitud Compacta sobre la Calzada
- 3) Sobrecargas en las Veredas

Estas tipologías deben combinarse de manera que provoquen los esfuerzos máximos en cada elemento estructural.

Aplanadoras A-30

De acuerdo a la especificación de la D.N.V. para el diseño de puentes de hormigón armado, el dimensionado se realizara con la sobrecarga ubicada en la posición más desfavorable para cada elemento del puente. En la Figura 1 se presenta un esquema de la aplanadora a considerar como parte de la sobrecarga móvil en el puente, y en la Tabla 1 las cargas por eje y totales.

Tabla 1 – Cargas puntuales y totales de la Aplanadora A-30 según reglamento de la D.N.V.

A-30		
Aplanadora, peso total	30,00 t	300 KN
Aplanadora, rodillo delantero	13,00 t	130 KN
Aplanadora, cada rodillo trasero	8,50 t	85 KN

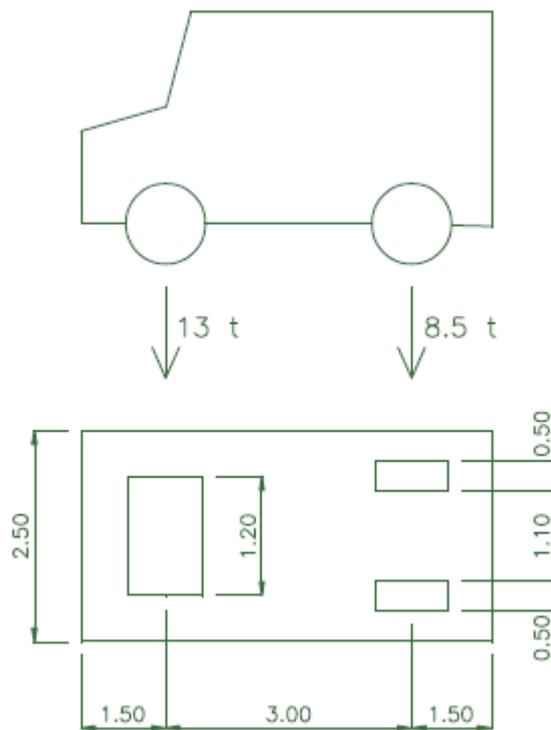


Figura 1 – Aplanadora A-30

El reglamento de la D.N.V. permite utilizar un factor de reducción por simultaneidad de aplanadoras.

Este factor es igual a 1 cuando se colocan en el puente una o dos aplanadoras. Para tres aplanadoras, el coeficiente es igual a 0,95 y se reduce a 0,90 para cuatro o más vehículos tipo. Para el diseño de la losa de tablero la reglamentación permite utilizar un coeficiente de reducción igual a 0,80, para cualquier número de aplanadoras que se considere.

Debido al ancho que posee la calzada del puente proyectado, y según el reglamento de la D.N.V., se deberían considerar dos vehículos de diseño, ya que cada uno de estos vehículos debe abarcar una franja de 3,00m correspondiente al ancho de la calzada.

Multitud Compacta sobre Calzada:

Esta carga se refiere a la carga uniformemente distribuida aplicada fuera de la zona ocupada por las aplanadoras.

Sobrecarga en Veredas:

Esta carga se refiere a la carga uniformemente distribuida aplicada sobre toda la superficie de la vereda.

Tabla 2 – Multitud compacta y sobrecarga en vereda, para Aplanadora A-30 según reglamento de la D.N.V.

A-30		
Multitud Compacta	0.60 t/m ²	6 KN/m ²
Sobrecarga en veredas	0.40 t/m ²	4 KN/m ²

Coefficiente de Impacto:

Para el cálculo de los esfuerzos originados por la sobrecarga móvil o de las tensiones producidas por la misma, la sobrecarga será afectada por el coeficiente de impacto correspondiente a las características y a la luz de la estructura indicada en la Tabla N°2 de las Bases para el Cálculo de Puentes de la D.N.V.

Tabla 3 – Coeficientes de Impacto

Elemento Estructural	Luz de apoyo	Coeficiente de Impacto
Tablero	Pequeña	1,40
Vigas Longitudinales	< 10m	1,40
Estribos y Bases		Sin Impacto

Fuerzas Longitudinales debidas al Frenado de los Vehículos:

El frenado de los vehículos que circulan por el puente origina fuerzas horizontales de dirección longitudinal sobre los apoyos del puente. El reglamento de diseño estipula que se tomará como fuerza longitudinal debido al frenado de los vehículos el mayor de los siguientes valores:

El 15% del peso total de todas las aplanadoras en la calzada.

El 4% del peso total de la multitud compacta sobre toda la superficie en donde está aplicada.

Fuerzas debidas al Viento:

Se considera también la acción del viento sobre los elementos estructurales. Para cuantificar la fuerza originada por el viento se adopta dos estados de funcionamiento del puente. Puente cargado o puente vacío. Para el primer caso de carga, se adopta una presión de viento igual a 150kg/m², mientras que para el segundo caso se adopta una presión de 250kg/m².

Para el caso del puente cargado se aplicará la presión del viento a una superficie que abarca toda la longitud del puente en una altura igual a la distancia comprendida entre el fondo de vigas de tablero y la carpeta de rodamiento más una faja de 2,00m de alto por encima de la carpeta de rodamiento.

En el estado con el tablero del puente vacío, se considerará una superficie expuesta igual a la proyección vertical de las vigas longitudinales, más la altura de la defensa de tránsito.

La superestructura del puente se considera de gran rigidez en el sentido de empuje del viento, por lo que no aplica al cálculo de la superestructura. Las solicitaciones se transmiten desde el diafragma rígido a los estribos y pilas por medio de los apoyos.

5.2.3 COMBINACIONES DE CARGAS:

El reglamento para diseño de puentes de Hormigón Armado de la D.N.V. indica que los elementos estructurales deben dimensionarse para la situación más desfavorable representada por las cargas móviles provenientes del tránsito. Además, el puente se encuentra sometido a diversas cargas como las de viento, tal como se describió en el apartado anterior.

En este apartado se presentan las combinaciones de carga consideradas para el dimensionado de los elementos que constituyen la superestructura del puente.

El tablero del puente se encuentra compuesto por las vigas principales y la losa de tablero. Estos elementos no resisten esfuerzos provenientes de sismo y viento por cuanto su función es transmitir la acción de estas a la infraestructura.

Por ello, la carga con la que se dimensionan los elementos del tablero del puente será la proveniente del tránsito en el puente y el peso propio.

La sobrecarga móvil se coloca en la posición más desfavorable para los elementos del tablero y será afectada por un coeficiente de impacto.

5.2.4 METODOLOGIA DE CÁLCULO:

Losa-Tablero:

Para el análisis de carga se han considerado las fuerzas actuantes tanto permanentes como móviles. En el primer grupo de cargas intervienen el peso de la losa de tablero y el de la carpeta de rodamiento. Por otro lado, para el segundo grupo de cargas móviles, las solicitaciones vienen dadas por el peso del rodillo de 13t.

La obtención de los valores de solicitaciones se realiza colocando el rodillo en la posición más desfavorable, correspondiente para esfuerzos de flexión y de corte. En un primer lugar se colocará el rodillo en el centro del tramo, en este caso es la distancia media que existe entre dos vigas longitudinales. Así mismo y trabajando de manera análoga, para calcular el mayor esfuerzo de corte, se dispondrá el eje del rodillo a una distancia igual a 0,60m de uno de los extremos del tramo. De esta forma se obtienen los valores máximos para el cálculo de la armadura necesaria resistente.

Luego del cálculo de la armadura en el tramo se procede a la verificación del voladizo de la losa de tablero. Para esto y en una primera instancia se debe realizar un nuevo análisis de carga para el voladizo, contemplando los elementos componentes de la vereda, como ser barandas metálicas y cordones, contemplando también la sobrecarga móvil. Luego se procede a colocar la misma armadura obtenida en el tramo y observar que la misma sea suficiente para absorber los esfuerzos provenientes de las solicitaciones máximas.

Un aspecto importante a tener en cuenta en el cálculo de una losa de tablero es que los valores de solicitación debido a la sobrecarga móvil se encuentran afectados por un coeficiente de minoración. Esto es debido a que la losa está considerada como un elemento estructural secundario, y la norma permite disminuir los valores de solicitación. Dicho coeficiente de minoración posee un valor igual a 0,80.

Vigas Principales:

Definición geométrica del tablero y sus componentes.

En este primer apartado se definirán las propiedades geométricas del tablero y sus componentes que son de interés para comenzar el pre-dimensionado de la viga longitudinal. Una pieza económicamente viable. Se adoptará una sección en base a la experiencia y con una geometría conveniente a los efectos de su fabricación.

El pre-dimensionado se realizó a partir de las recomendaciones dadas en el libro “Estudio y proyecto de puentes de hormigón armado” (H.M. Somenson 2005, UC@LP), las dimensiones se indican a continuación:

Tabla 4 – Dimensiones

Predimensionado de la Sección Transversal

Datos

Longitud (l):	13.00 m
Ancho de Calzada (AC):	6.00 m
N° de Vigas:	3.00 un.
Separación entre Vigas (s):	2.85 m
Pendiente Trans. Carpet. Desgaste:	1.50%
Pavimento:	Hormigón

Altura Total (d):	0,70 m
Ancho del Alma (b):	0.30 m
Espesor de la Losa de Calzada (t):	0.20 m
Voladizo (U):	1.1 m
Espesor min. Carpet. Desgaste (W)	0.05 m
Ancho del Guardarruedas (g):	0.50 m

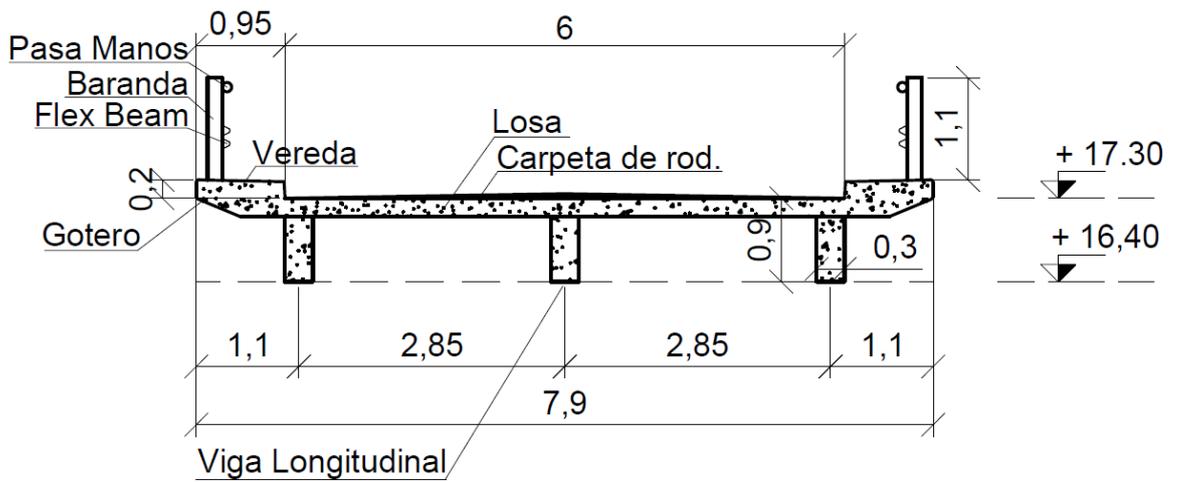


Figura 2 – Perfil transversal del tablero

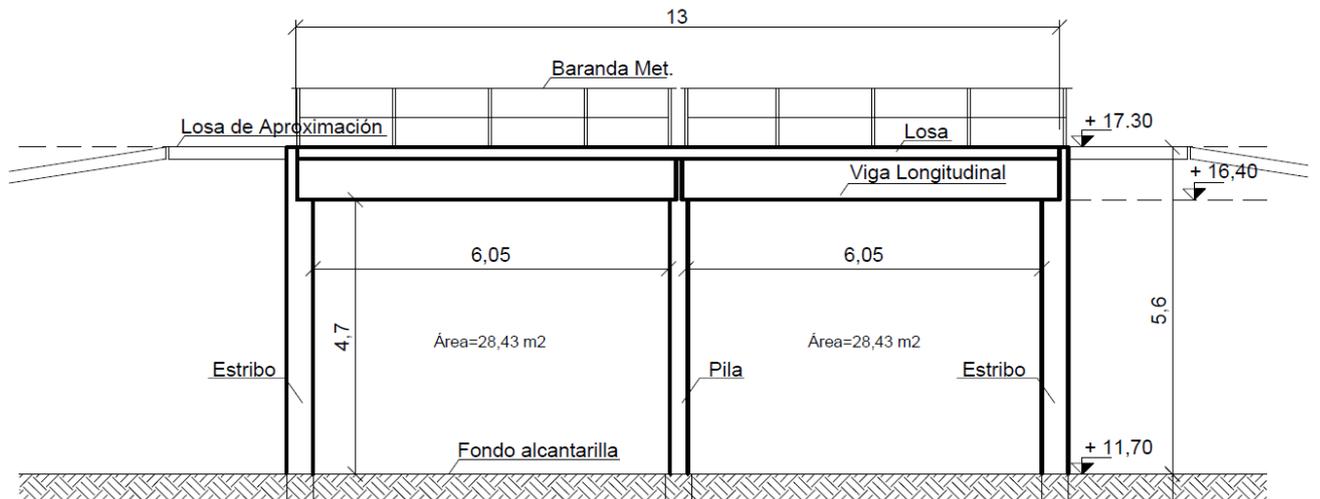


Figura 3 – Perfil longitudinal del tablero

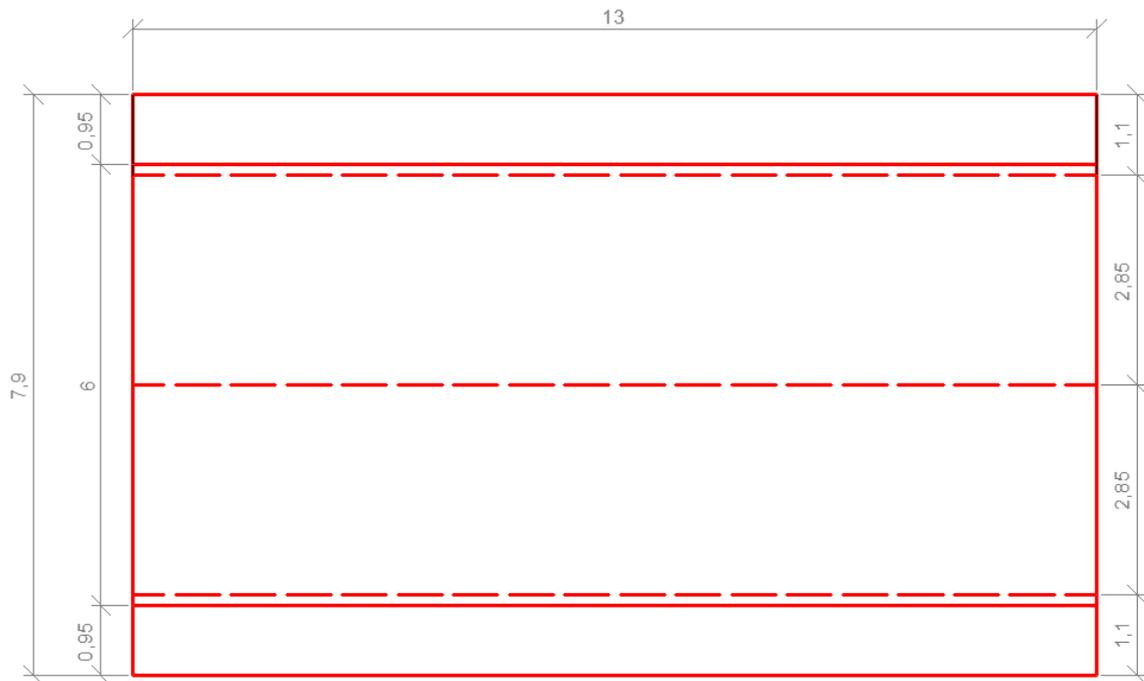


Figura 4 – Planta

Cálculo de solicitaciones:

Para el cálculo de las solicitaciones de flexión y corte de las vigas longitudinales se tienen en cuenta las siguientes cargas:

- Peso propio de las vigas y la losa tablero.
- Multitud compacta sobre calzada.
- Multitud compacta sobre veredas.
- Aplanadora A-30.

Debido al ancho que posee la calzada del puente en estudio, y según el reglamento de la D.N.V., se deberían considerar dos vehículos de diseño (Aplanadora A-30), ya que cada uno de estos vehículos, deben abarcar una franja de 3,00m correspondiente al ancho de la calzada.

La D.N.V. permite, como criterio de cálculo, considerar solamente dos vehículos de diseño pero en el estado más desfavorable, que es, colocar sobre el tablero del puente las dos aplanadoras correspondientes, en una posición asimétrica con respecto al eje longitudinal del puente.

Finalmente en este trabajo se consideró la sobrecarga debido al peso propio de la estructura y al de las aplanadoras A-30, como un solo valor por metro cuadrado, que luego se dividió en la cantidad de vigas longitudinales y por su longitud de 13,00M, de esta manera se está del lado de la seguridad.

Se realizaran los análisis de cargas de cada una de las partes intervinientes del puente. En una primera instancia se hará el estudio del tablero del puente, para luego realizar el análisis de vigas interiores y exteriores.

ANALISIS DE CARGAS:**TABLERO - LOSA****CARGA PERMANENTE:**

$$P. \text{ propio Losa } H^{\circ} = 0,20 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0,50 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

$$P. \text{ propio Carp. de Rodamiento} = 0,05 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 120 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0,12 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

$$P. \text{ Vereda} = 0,20 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0,50 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

$$P. \text{ Barandas} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 1 \text{ m} = 100 \text{ kg} = 0,10 \text{ tn}$$

SOBRECARGAS:**Vehículo de diseño: Aplanadora A-30**

t= Ancho rodillo delantero (t = 1,20m)

s= Espesor de la capa de rodamiento (s = 0,05 m)

ay = t + 2s = 1,20m + 2 x 0,05m = 1,30 m (ancho influencia carga)

$$P. \text{ Rodillo Delantero} = 13 \text{ tn} \times 0,8 \times 1,4 = 14,56 \text{ tn}$$

$$P. \text{ Rodillo Trasero} = 8,50 \text{ tn} \times 0,8 \times 1,4 = 9,52 \text{ tn}$$

$$\text{Multitud Compacta Tramo} = 0,60 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times 1,00 \text{ m} = 0,60 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

$$\text{Multitud Compacta Vereda} = 0,50 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times 1,00 \text{ m} = 0,50 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

5.2.5 CÁLCULO DEL TABLERO:

El cálculo de los esfuerzos, momentos, corte y esfuerzos normales, así como las tensiones originadas por los mismos se realizara en general con arreglo a la teoría de la elasticidad, suponiendo que el hormigón es un material homogéneo, isótropo y elástico que obedece a la ley de Hooke de proporcionalidad entre tensiones y deformaciones y que las armaduras trabajan en forma solidaria y conjuntamente con el hormigón a razón de los distintos tipos de adherencia entre ambos materiales. Se supondrá también que las secciones sometidas a flexión simple o compuesta permanecen planas después de producida la deformación.

Se analizara la sección transversal de la losa según reglamento de la Dirección Nacional de Vialidad, se puede adoptar apoyos simples con libre rotación (pag.24), se evaluarán diferentes estados de cargas considerando las diferentes combinaciones que puedan ocurrir, de esta manera obtener las sollicitaciones más desfavorables en la sección, y determinar la armadura necesaria en cada caso.

Se utilizará el software RAM Advanse para la obtención de los distintos diagramas de esfuerzos, según cada combinación de cargas. Al finalizar se adjunta cuadro resumen, según cada estado.

5.2.5.1 ESTADO 1- Análisis por cargas permanentes:

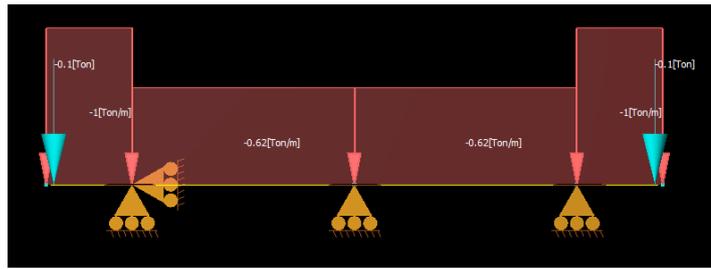


Figura 5 – Cargas aplicadas.

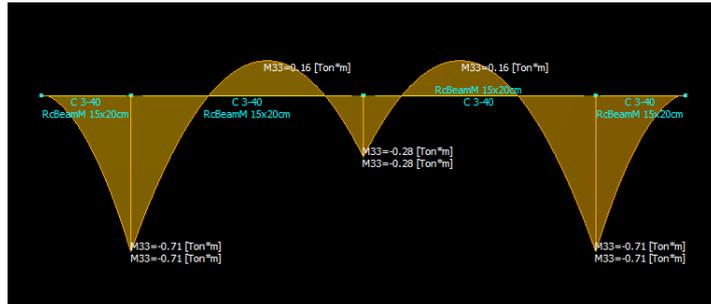


Figura 6 - Diagrama Momento Flector (M).

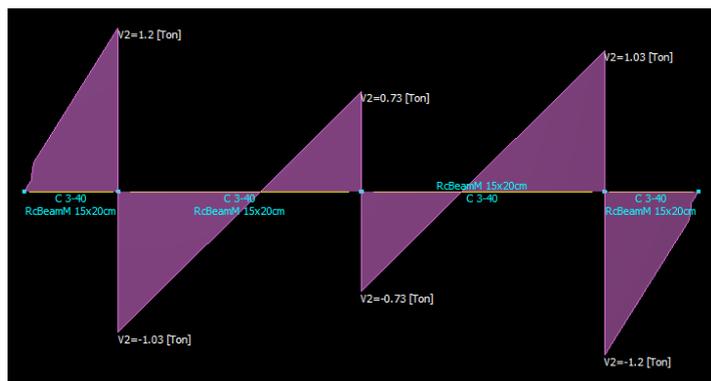


Figura 7 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q).

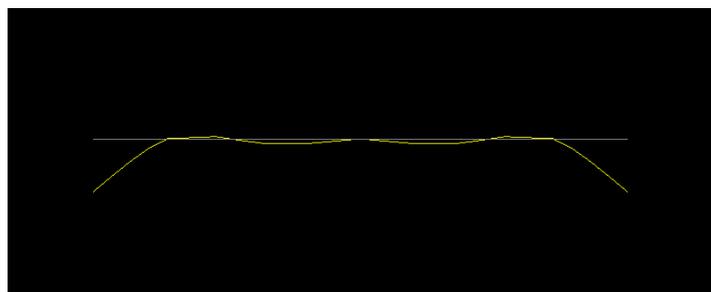


Figura 8 - Deflexiones – Deformaciones.

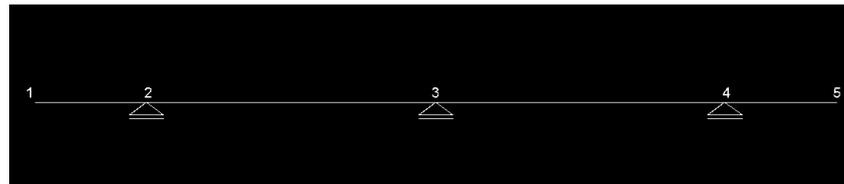


Figura 9 – Nomenclatura de nudos.

Tabla 5 –Solicitaciones máximas para el estado de cargas 1.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 1	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	0,16 tm (Tramo 2-3)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	-0,71 tm (Apoyo 2 y 4)
CORTE REQUERIDO (Qu)	1,2 tn (Apoyo 2 y 4)

5.2.5.2 ESTADO 2- Análisis por cargas permanentes + sobrecarga: multitud compacta y aplanadoras en el centro del tramo:

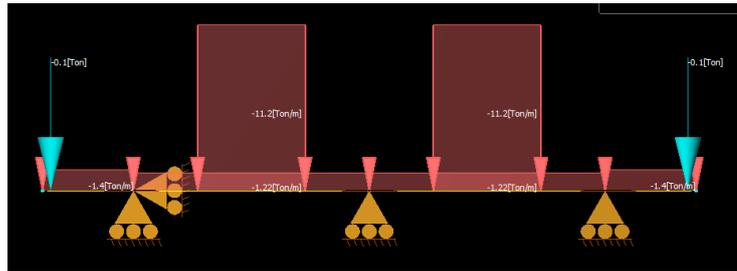


Figura 10 – Cargas aplicadas.

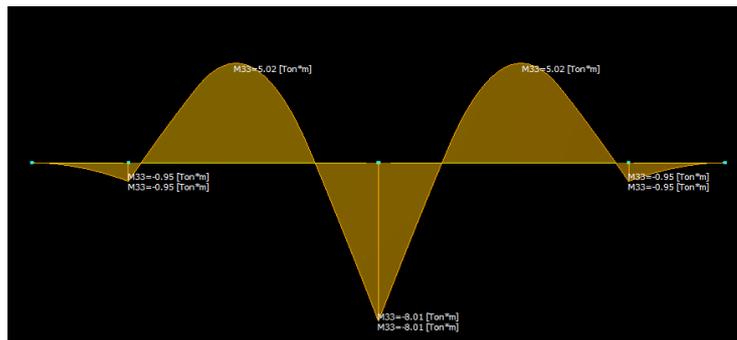


Figura 11 - Diagrama Momento Flector (M).

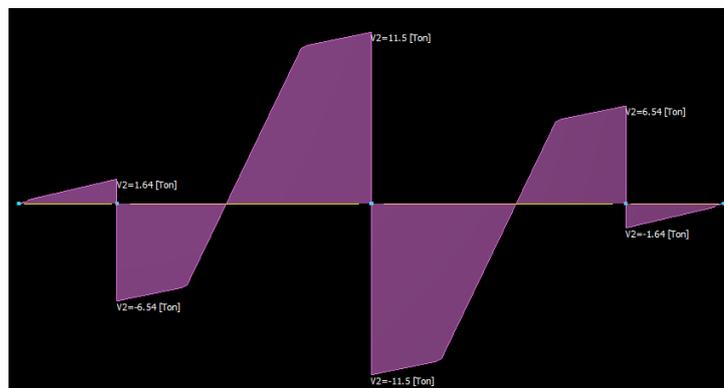


Figura 12 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q).

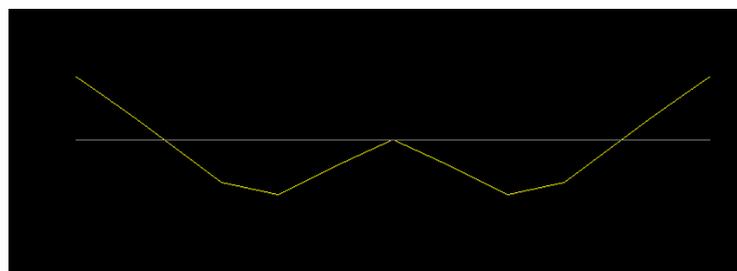


Figura 13 - Deflexiones – Deformaciones.

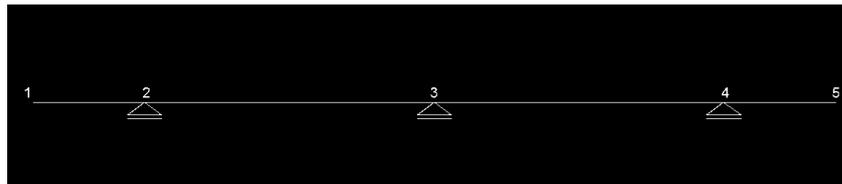


Figura 14 – Nomenclatura de nudos.

Tabla 6 –Solicitaciones máximas para el estado de cargas 2.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 2	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	5,02 tm (Tramo 2-3)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	-8,01 tm (Apoyo 3)
CORTE REQUERIDO (Qu)	11,5 tn (Apoyo 3)

5.2.5.3 ESTADO 3- Análisis por cargas permanentes + sobrecarga por multitud compacta y aplanadoras a x=0.6m desde el apoyo:

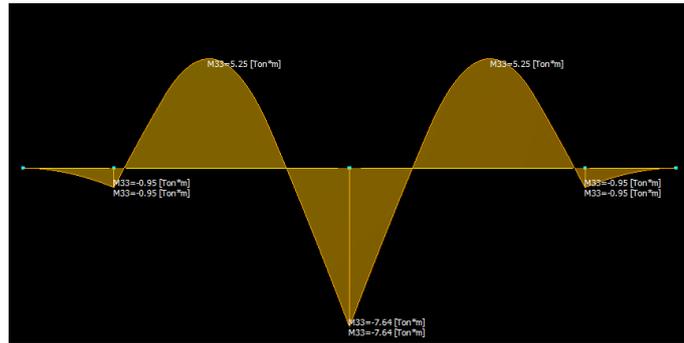


Figura 15 - Diagrama Momento Flector (M).

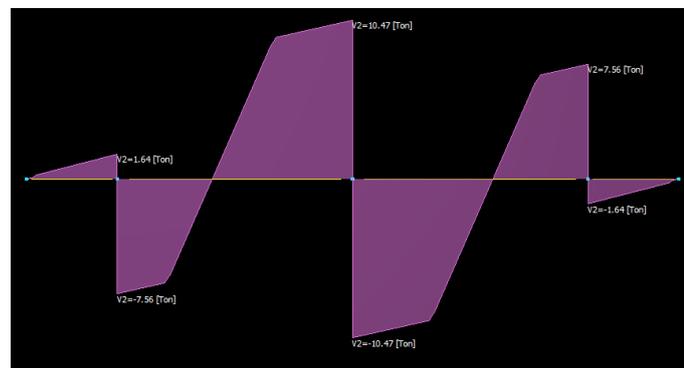


Figura 16 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q).

Tabla 7 –Solicitaciones máximas para el estado de cargas 3.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 3	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	5,25 tm (Tramo 2-3)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	-7,64 tm (Apoyo 3)
CORTE REQUERIDO (Qu)	10,47 tn (Apoyo 3)

5.2.5.4 ESTADO 4 - Análisis por cargas permanentes + sobrecarga por multitud compacta sin aplanadoras:

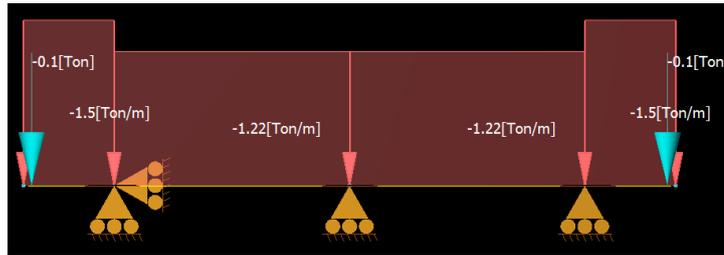


Figura 17 – Cargas aplicadas.

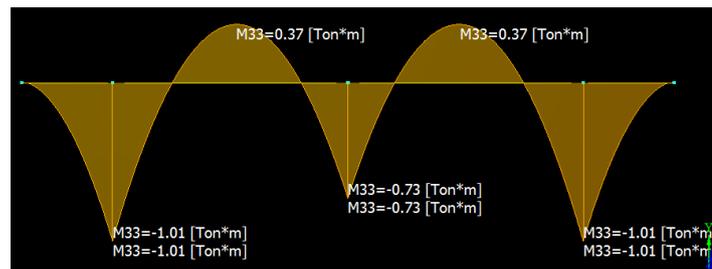


Figura 18 - Diagrama Momento Flector (M).

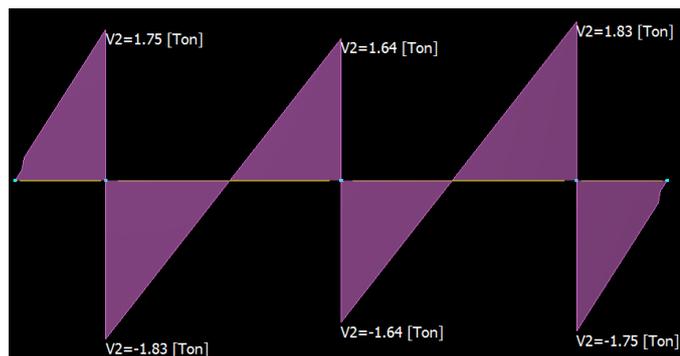


Figura 19 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q).

Tabla 8 –Solicitaciones máximas para el estado de cargas 4.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 4	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	0,37 tm (Tramo 2-3)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	-1,01 tm (Apoyo 3)
CORTE REQUERIDO (Qu)	1,83 tn (Apoyo 3)

REACCIONES (Serán utilizadas como cargas en el análisis estructural de vigas longitudinales)

- R2=3,56 tn
- R3=3,22 Tn
- R4=3,56 Tn

5.2.5.5 CUADRO RESUMEN SOLICITACIONES TABLERO:

Tabla 9 – Solicitaciones en el tablero.

Estado	Solicitaciones			Solicitaciones Máximas Requeridas		
	Momento (tnm)		Corte (tn)	Momento (tnm)		Corte (tn)
	Positivo	Negativo		Positivo	Negativo	
1	0,16	-0,71	1,2	5,25	-8,01	11,5
2	5,02	-8,01	11,5			
3	5,25	-7,64	10,47			
4	0,37	-1,01	1,83			

5.2.6 VIGA LONGITUDINAL INTERIOR:

5.2.6.1 ESTADO 1- Análisis por Cargas Permanentes:

$q_u = 3,22 \text{ t/m}$ (de análisis de cargas en losa-tablero)

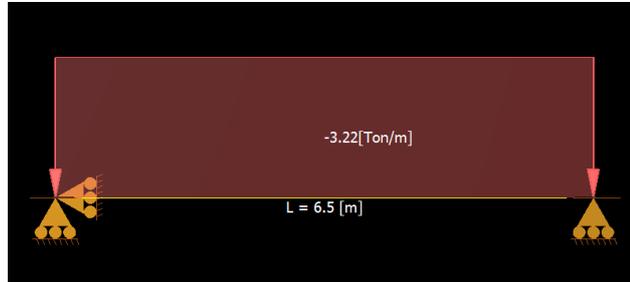


Figura 20 – Cargas aplicadas.

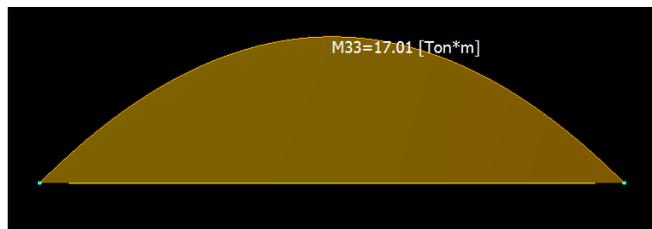


Figura 21 - Diagrama Momento Flector (M).

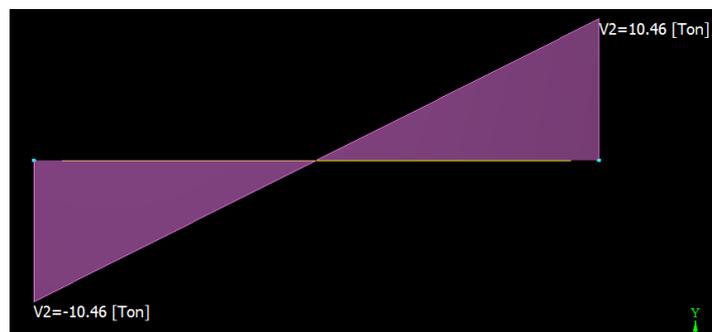


Figura 22 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q).

Tabla 10 – Solicitaciones máximas para el estado de cargas 1.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 1	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	17,01 tm (Tramo)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	0,00 tm
CORTE REQUERIDO (Qu)	10,46 tn (Apoyo)

5.2.6.2 ESTADO 2- Análisis por cargas permanentes + sobrecarga por multitud compacta y aplanadoras con rodillo trasero al centro de la luz:

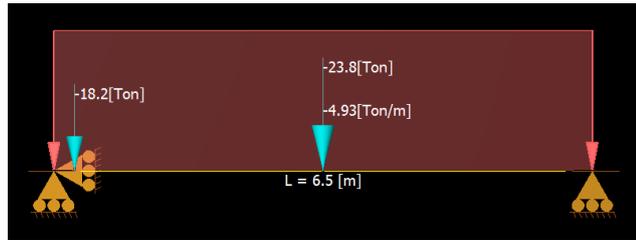


Figura 23 – Cargas aplicadas.

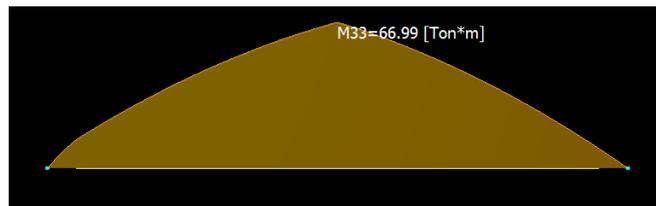


Figura 24 - Diagrama Momento Flector (M).

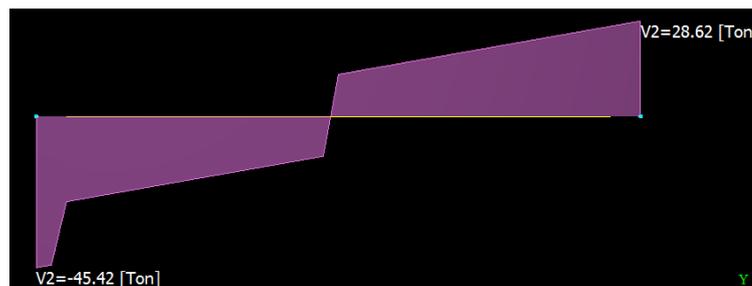


Figura 25 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q).

Tabla 11 – Solicitaciones máximas para el estado de cargas 2.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 2	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	66,99 tm (Tramo)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	0,00 tm
CORTE REQUERIDO (Qu)	45,42 tn (Apoyo)

5.2.6.3 ESTADO 3- Análisis por cargas permanentes + sobrecarga por multitud compacta y aplanadoras centrada respecto a la viga:

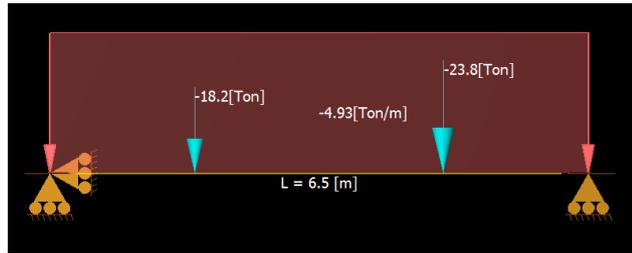


Figura 26 – Cargas aplicadas.

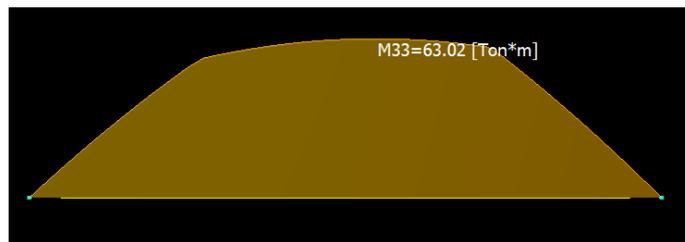


Figura 27 - Diagrama Momento Flector (M).

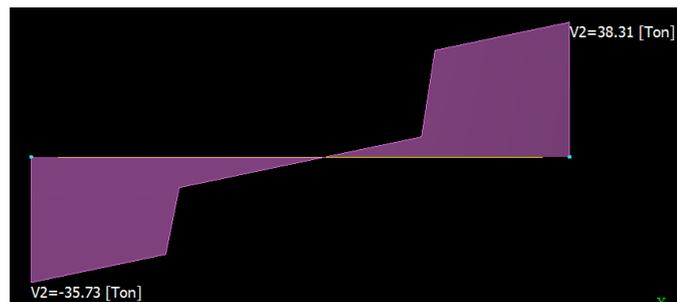


Figura 28 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q).

Tabla 12 – Solicitaciones máximas para el estado de cargas 3.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 3	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	63,02 tm (Tramo)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	0,00 tm
CORTE REQUERIDO (Qu)	38,31 tn (Apoyo)

5.2.6.4 ESTADO 4- Análisis por cargas permanentes + sobrecarga por multitud compacta y aplanadoras con rodillo delantero al centro de la luz de la viga:

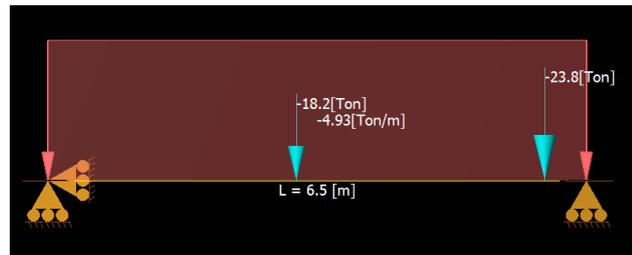


Figura 29 – Cargas aplicadas.

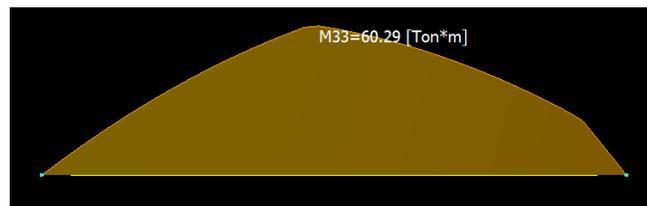


Figura 30 - Diagrama Momento Flector (M).

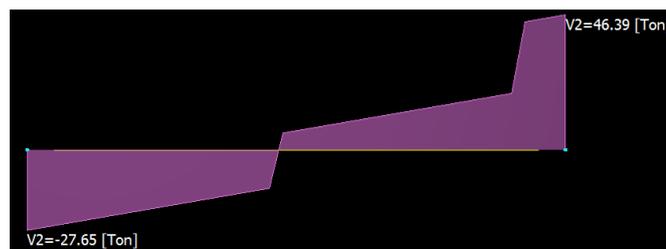


Figura 31 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q).

Tabla 13 – Solicitaciones máximas para el estado de cargas 4.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 4	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	60,29 tm (Tramo)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	0,00 tm
CORTE REQUERIDO (Qu)	46,39 tn (Apoyo)

Tabla 14 – Solicitaciones en la viga longitudinal interior.

Viga Longitudinal Interior						
Estado	Solicitaciones			Solicitaciones Máximas Requeridas		
	Momento (tnm)		Corte (tn)	Momento (tnm)		Corte (tn)
	Positivo	Negativo		Positivo	Negativo	
1	17,01	0	10,46			
2	66,99	0	45,42			
3	63,02	0	38,31	66,99	0	46,39
4	60,29	0	46,39			

5.2.7 VIGA LONGITUDINAL EXTERIOR:

5.2.7.1 ESTADO 1- Análisis por cargas permanentes:

$q_u = 3,56 \text{ t/m}$ (de Análisis estructural losa-tablero)

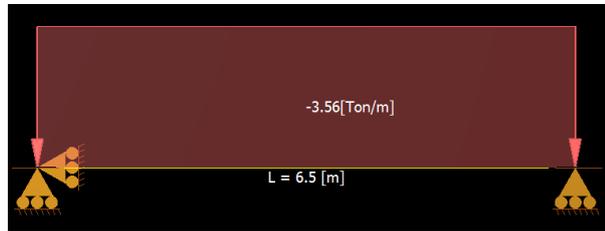


Figura 32 – Cargas aplicadas.

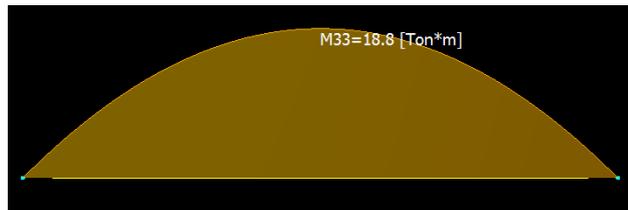


Figura 33 - Diagrama Momento Flector (M)

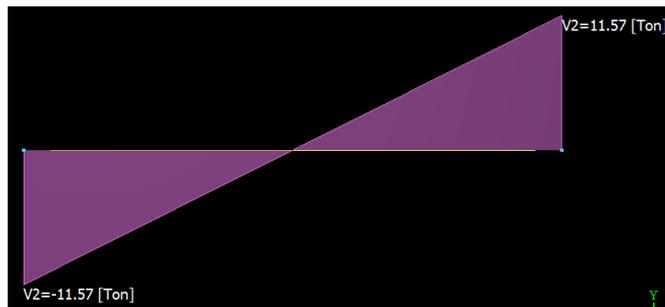


Figura 34 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q)

Tabla 15 – Solicitaciones máximas para el estado de cargas 1.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 1	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	18,80 tm (Tramo)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	0,00 tm
CORTE REQUERIDO (Qu)	11,57 tn (Apoyo)

5.2.7.2 ESTADO 2- Carga permanente + sobrecarga por multitud compacta y aplanadora rodillo trasero al centro de la luz.

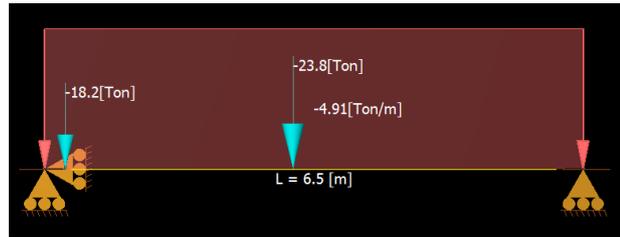


Figura 32 – Cargas aplicadas.

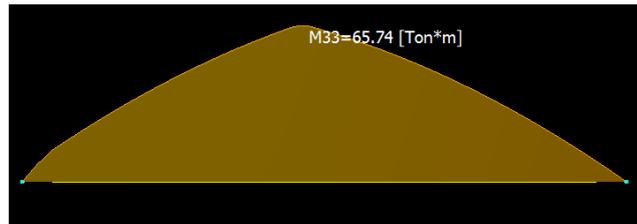


Figura 33 - Diagrama Momento Flector (M)

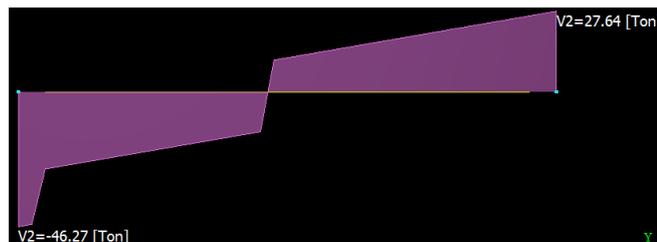


Figura 34 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q)

Tabla 16 – Solicitaciones máximas para el estado de cargas 2.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 2	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	65,74 tm (Tramo)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	0,00 tm
CORTE REQUERIDO (Qu)	46,27 tn (Apoyo)

5.2.7.3 ESTADO 3- Carga permanente + sobrecarga por multitud compacta y aplanadora centrada al centro del tramo.

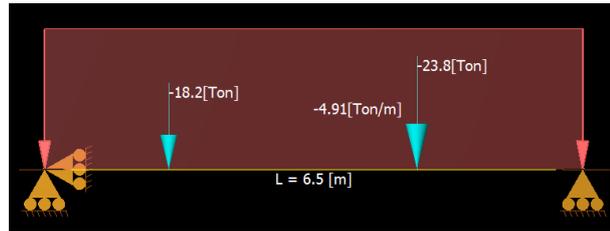


Figura 35 – Cargas aplicadas.

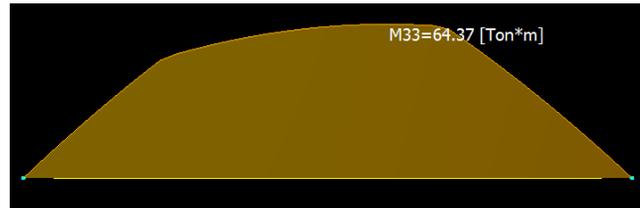


Figura 36 - Diagrama Momento Flector (M)

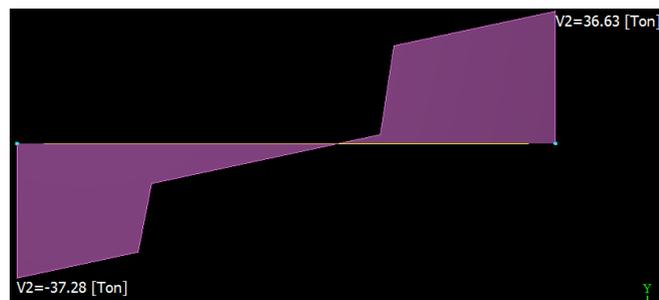


Figura 37 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q)

Tabla 17 – Solicitaciones máximas para el estado de cargas 3.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 3	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	64,37 tm (Tramo)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	0,00 tm
CORTE REQUERIDO (Qu)	37,28 tn (Apoyo)

5.2.7.4 ESTADO 4- Carga permanente más sobrecarga por multitud compacta y aplanadora rodillo delantero al centro del tramo.

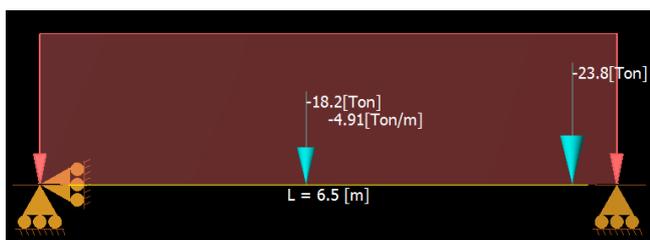


Figura 38 – Cargas aplicadas.

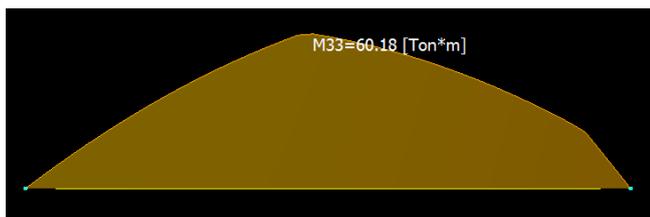


Figura 39 - Diagrama Momento Flector (M)

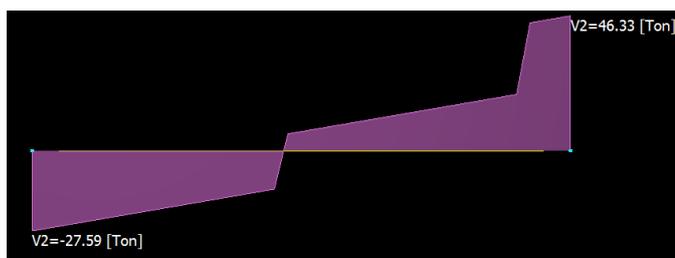


Figura 40 - Diagrama de Esfuerzo de Corte (Q)

Tabla 18 – Solicitaciones máximas para el estado de cargas 4.

CUADRO RESUMEN – ESTADO 4	
MOMENTO POSITIVO REQUERIDO +	60,18 tm (Tramo)
MOMENTO NEGATIVO REQUERIDO -	0,00 tm
CORTE REQUERIDO (Qu)	46,33 tn (Apoyo)

Tabla 19 – Solicitaciones en la viga longitudinal exterior.

Viga Longitudinal Exterior						
Estado	Solicitaciones			Solicitaciones Máximas Requeridas		
	Momento (tnm)		Corte (tn)	Momento (tnm)		Corte (tn)
	Positivo	Negativo		Positivo	Negativo	
1	18,8	0	11,57			
2	65,74	0	46,27			
3	64,37	0	37,28	65,74	0	46,33
4	60,18	0	46,33			

5.2.8 CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE ARMADURAS - TABLERO -LOSA:

5.2.8.1 DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SEGÚN CIRSOC 201-2005:

Momento requerido positivo (Tramo):

$$M_u = 5,25 \text{ tnm} = 51,50 \text{ KNm} = 0,0515 \text{ MNm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,0515 \text{ MNm}}{0,9} = 0,0572 \text{ MNm}$$

$$K_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_n}{b}}}$$

$$K_d = \frac{0,18 \text{ m}}{\sqrt{\frac{0,0572 \text{ MNm}}{1,0 \text{ m}}}} = 0,753$$

$$K_d = 0,753 \implies \text{De tabla FLEXIÓN 3} \implies K_e = 24,72 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}}$$

$$A_s = K_e \times \frac{M_n}{d} = 24,72 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}} \times \frac{0,0572 \text{ MNm}}{0,18 \text{ m}} = 7,85 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Adoptamos A_s : 1Ø10 mm cada 10 cm

Verificación de separación máxima entre barras:

$$S_{max} = 25 \times d_b = 25 \times 1 \text{ cm} = 25 \text{ cm (verifica)}$$

Armadura de repartición:

$$A_{sy} = 0,20 \times A_s = 0,20 \times 7,85 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} = 1,57 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

A_s : 1Ø8 mm cada 20 cm

Verificación de separación máxima entre barras:

$$S_{max} = 25 \times d_b = 25 \times 0,8 \text{ cm} = 20 \text{ cm (verifica)}$$

5.2.8.2 DIMENSIONAMIENTO A CORTE SEGÚN CIRSOC 201-2005:

$$V_u = 11,50 \text{ tn} = 115 \text{ KN} = 0,115 \text{ MN}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{115 \text{ KN}}{0,75} = 153,33 \text{ KN}$$

Aporte Hormigón

$$V_c = \frac{1}{6} x \sqrt{f_c'} x b_w x d$$

$$V_c = \frac{1}{6} x \sqrt{30 \text{ MPA}} x \frac{1000 \text{ mm} x 180 \text{ mm}}{1000} = 164,32 \text{ KN}$$

$$V_c > V_n$$

En consecuencia no es necesario disponer armadura de corte en el tablero.

Momento requerido negativos (Apoyos)

$$M_u = 8,01 \text{ tnm} = 80,10 \text{ KNm} = 0,0801 \text{ MNm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,0801 \text{ MNm}}{0,9} = 0,089 \text{ MNm}$$

$$Kd = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_n}{b}}}$$

$$Kd = \frac{0,18 \text{ m}}{\sqrt{\frac{0,089 \text{ MNm}}{1,0 \text{ m}}}} = 0,603$$

$$Kd = 0,603 \implies \text{De tabla FLEXIÓN 3} \implies K_e = 25,207 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}}$$

$$A_s = K_e x \frac{M_n}{d} = 25,207 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}} x \frac{0,089 \text{ MNm}}{0,18 \text{ m}} = 12,46 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Adoptamos $A_s x$: 1Ø12 mm cada 8 cm

5.2.9 CÁLCULO A TORSIÓN DE VIGA EXTERNA LONGITUDINAL

De los diagramas anteriores podemos observar que el momento torsor, sobre la viga exterior, se debe al voladizo que corresponde a las veredas a ambos lados de la vía de circulación, analizando los estados de carga más desfavorables a flexión sobre la losa que corresponde a las veredas podemos obtener que la máxima sollicitación a torsión sobre la viga exterior corresponde a $M_t = 0,95 \text{ tnm}$.

5.2.10 DIMENSIONAMIENTO VIGAS LONGITUDINALES

5.2.10.1 DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SEGÚN CIRSOC 201-2005:

Se dimensionarán tanto las vigas interiores como las exteriores en función de la sollicitación más desfavorable correspondiente a los estados estudiados anteriormente.

$$M_u = 66,99 \text{ tnm} = 657,17 \text{ KNm} = 0,657 \text{ MNm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,657 \text{ MNm}}{0,9} = 0,73 \text{ MNm}$$

$$Kd = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_n}{b}}}$$

$$Kd = \frac{0,67 \text{ m}}{\sqrt{\frac{0,73 \text{ MNm}}{0,30 \text{ m}}}} = 0,429$$

$$Kd = 0,429 \implies \text{De tabla FLEXIÓN 3} \implies K_e = 27,100 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}}$$

$$A_s = K_e \times \frac{M_n}{d} = 27,100 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}} \times \frac{0,73 \text{ MNm}}{0,67 \text{ m}} = 29,53 \text{ cm}^2$$

Adoptamos 4Ø32mm, $A_{s1} = 32,17 \text{ cm}^2$

Armadura superior 1/6 A_{s1}

$A_{nc} = 5,36 \text{ cm}^2$

Adoptamos 3Ø16mm, $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$

5.10.2.2 DIMENSIONAMIENTO A CORTE SEGÚN CIRSOC 201-2005:

$$V_u = 46,39 \text{ tn} = 463,9 \text{ KN} = 0,464 \text{ MN}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{463,9 \text{ KN}}{0,75} = 618,53 \text{ KN}$$

Aporte al corte del hormigón:

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ MPA}} \times \frac{300 \text{ mm} \times 670 \text{ mm}}{1000} = 183,48 \text{ KN}$$

$$V_s = V_n - V_c = 618,53 \text{ KN} - 183,48 \text{ KN} = 435,05 \text{ KN}$$

Adoptamos estribos de doble rama $\phi 8 \text{ mm}$ $A_v = 0,50 \text{ cm}^2$

$$V_s \text{ adop} = \frac{A_v \times n \times d \times f_y}{s} = \frac{0,50 \text{ cm}^2 \times 4 \times 67 \text{ cm} \times 42 \text{ KN/cm}^2}{12 \text{ cm}} = 469 \text{ KN}$$

$$V_n = V_c + V_s \text{ adop} = 183,48 \text{ KN} + 469 \text{ KN} = 652,48 \text{ KN}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$463,9 \text{ KN} < 0,75 \times 652,48 \text{ KN}$$

$$453,1 \text{ KN} < 489,36 \text{ KN} \text{ Verifica}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{n \times d \times f_y} = \frac{435,05 \text{ KN}}{4 \times 67 \text{ cm} \times 42 \text{ KN/cm}^2} = 0,038 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}} = 384,6 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

5.2.10.3 DIMENSIONAMIENTO A TORSIÓN SEGÚN CIRSOC 201-2005:

$$T_u = 0,95 \text{ tnm} = 95 \text{ KNm}$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{95 \text{ KN}}{0,75} = 126,67 \text{ KN}$$

Para poder despreciar la Torsión debe cumplirse:

$$T_u < \frac{1}{12} \times \phi \times \sqrt{f_c''} \times \frac{A_c p^2}{P_{cp}}$$

$$A_{cp} = \text{Área Sección de hormigón} = 0,30 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 0,21 \text{ m}^2$$

$$P_{cp} = \text{perímetro Sección de hormigón} = 2 \times (0,30 \text{ m} + 0,70 \text{ m}) = 2 \text{ m}$$

$$A_{oh} = (0,70 \text{ m} - 2 \times 0,030 \text{ m}) \times (0,30 \text{ m} - 2 \times 0,030 \text{ m}) = 0,173 \text{ m}^2$$

$$P_h = 2 \times (0,70 \text{ m} - 2 \times 0,030 \text{ m}) + 2 \times (0,30 \text{ m} - 2 \times 0,030 \text{ m}) = 1,76 \text{ m}$$

$$T_u < \frac{1}{12} \times 0,75 \times 5477,22 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times \frac{(0,21 \text{ m}^2)^2}{2 \text{ m}} = 7,55 \text{ KNm}$$

Por lo que la torsión deberá tenerse en cuenta y no pueden despreciarse los efectos de la torsión.

Armadura necesaria para torsión:

Como se está dimensionando una pieza de hormigón no pretensado se adopta $\theta = 45^\circ$, además, al utilizar un único acero se tiene $f_{yt} = f_{yl} = f_y$.

Al utilizar $\theta = 45^\circ$ resulta

$$\frac{A_l}{p_h} = \frac{A_t}{s}$$

Por lo que operando la expresión se tiene:

$$T_n = \frac{1,7 \times A_{oh} \times A_t \times f_{yt}}{s} \times \cotg \theta$$

$$\frac{A_l}{p_h} = \frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{1,7 \times A_{oh} \times f_{yt} \times \cotg \theta}$$

$$\frac{A_l}{p_h} = \frac{A_t}{s} = \frac{126,67 \text{ kNm}}{1,7 \times 0,173 \text{ m}^2 \times 420000 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times \cotg 45^\circ} \times \frac{10^6 \text{ mm}^2}{\text{m}^2} = 1025,5 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A_l = 1025,5 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \times 1,76 \text{ m} = 1804,88 \text{ mm}^2$$

Armatura transversal adoptada:

Partiendo de un estriado en dos ramas la armadura necesaria es:

$$0,5 \times \frac{A_v}{s} + \frac{A_t}{s} = 0,5 \times 384,6 \frac{mm^2}{m} + 1025,5 \frac{mm^2}{m} = 1217,8 \frac{mm^2}{m}$$

La separación máxima de armaduras, atendido solamente a la torsión, será:

$$s < \text{minimo} \left(\frac{ph}{8}; 300 \text{ mm} \right)$$

$$s < \text{minimo} \left(\frac{1760 \text{ mm}}{8}; 300 \text{ mm} \right) = 220 \text{ mm}$$

La separación máxima de armaduras, atendido solamente al corte, será:

$$s < \text{minimo} \left(\frac{d}{2}; 300 \text{ mm} \right)$$

$$s < \text{minimo} \left(\frac{670 \text{ mm}}{2}; 300 \text{ mm} \right) = 300 \text{ mm}$$

Se adopta finalmente un estriado de 4 ramas db 8mm c/130 mm (1546,15mm²/m) que cumple ambos requerimientos de corte y torsión.

Armatura longitudinal adoptada:

La armadura longitudinal debe ser corregida por el efecto de la flexión por lo que resulta:

Armatura cara inferior adoptada:

$$\frac{Al}{2} + A_s = \frac{1804,88 \text{ mm}^2}{2} + 3217 \text{ mm}^2 = 4119,44 \text{ mm}^2$$

Armatura cara superior adoptada:

$$\frac{Al}{2} - A_s = \frac{1804,88 \text{ mm}^2}{2} - 3217 \text{ mm}^2 < 0 \text{ (no necesaria)}$$

Armatura caras laterales adoptada:

$$\frac{Al}{2} = \frac{1804,88 \text{ mm}^2}{2} = 902,44 \text{ mm}^2$$

5.2.11 DETALLE ARMADURA VIGA LONGITUDINALES:

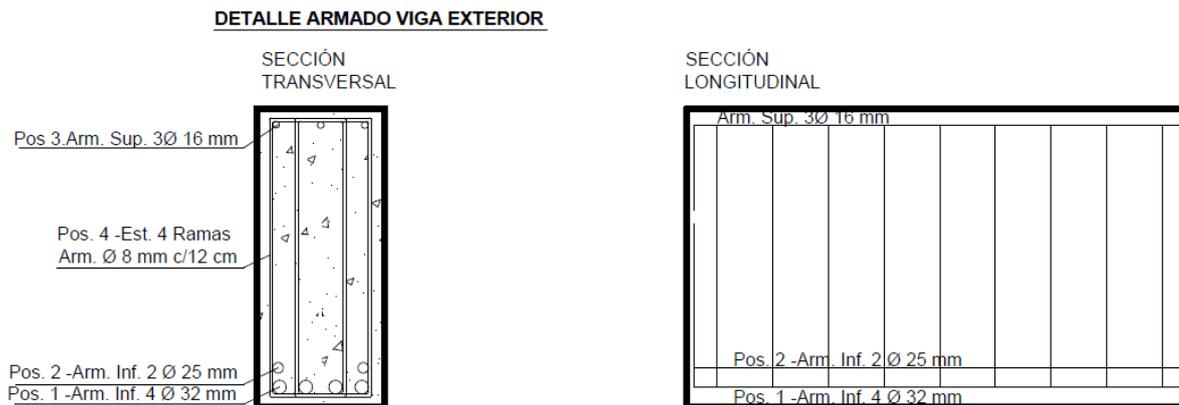


Figura 41 – Detalle armado de viga exterior

INFRAESTRUCTURA

6.1 GENERALIDADES:

En este apartado se realizara el cálculo de los estribos del puente en cuestión y de la cimentación del mismo.

El estribo es la estructura que soporta el extremo de un tramo de puente y proporciona apoyo lateral para el material de relleno sobre el cual descansa el camino inmediatamente adyacente al puente, según la definición del reglamento AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials) LRFD Bridge Construction Specifications.

Se calcularan los estribos como muros en voladizo y la cimentación se materializara con pilotes, dicha cimentación responde a la solución más adecuada de acuerdo al tipo de suelo de la zona según tres sondeos cercanos y las solicitaciones de los mismos.

Para el cálculo de la cimentación es necesario tener en cuenta las distintas cargas que llegan a él y las distintas combinaciones posibles, para encontrar la situación más desfavorable a la cual será sometido el mismo.

En el caso de los rellenos de los estribos, un alto contenido de finos generará problemas al momento de compactar pues en la mayoría de casos esto se hace de manera manual y además pueden existir asentamientos por consolidación. Como consecuencia de estas prácticas constructivas, el relleno no estará adecuadamente compactado por lo que su nivel de compresibilidad será mayor y además puede sufrir consolidación.

Los cambios volumétricos se deben a los ciclos de congelamiento y deshielo en zonas de alta temperatura o a ciclos de expansión y contracción en caso de suelos expansivos. Si el volumen del relleno se incrementa, se originarán empujes sobre la losa de aproximación y/o el pavimento. Cuando el volumen se reduzca ocurrirán asentamientos.

Si las juntas de la losa de aproximación con el estribo y con el pavimento no han sido adecuadamente selladas y el relleno no cuenta con un sistema de drenaje eficiente, el agua filtrará en el relleno generando vacíos por arrastre de finos justo por debajo de la losa especialmente si el material es fácilmente erosionable. Además, si los taludes del terraplén adyacente al estribo no se encuentran protegidos, ocurrirá erosión superficial y/o tubificación. Como resultado existirán deformaciones en el relleno que traerán consigo asentamientos en la losa de aproximación.

Para reducir e inclusive evitar los asentamientos en losas de aproximación y sus problemáticas consecuencias, todos los factores descritos en el párrafo anterior deben ser prevenidos. Para lograr esto se deben realizar cambios a nivel de diseño, de gestión de la calidad e implementar nuevas alternativas tecnológicas.

Materiales: Se sugiere distinguir las especificaciones de materiales entre terraplenes y rellenos altos para estructuras como estribos y muros de contención siendo más estrictos para estos últimos. Ha et al (2002) sugiere que los rellenos deben tener como máximo 15% de material que pasa la malla N°200 para evitar problemas de consolidación y facilitar la compactación. Sin embargo, esto también dependerá de la disponibilidad de materiales de cantera de la zona. De sólo existir materiales arcillosos, será necesario utilizar agentes estabilizadores o se sugiere aumentar el control del contenido de humedad del material a compactar puesto que es muy importante para obtener la densidad seca deseada, pero por lo general no se mide de manera directa durante el proceso constructivo.

6.2 CÁLCULO DE INFRAESTRUCTURA

6.2.1 CÁLCULO DE PILOTES:

Para el cálculo de los mismos se han analizado **los diferentes estados de cargas antes vistos**, y se detalla a continuación el diagrama de empujes resultante obtenido teniendo en cuenta las características del perfil estratigráfico, para el estado más desfavorable.

Datos según sondeos:

$$\text{Cota } 0,00\text{m hasta } - 5,40 \text{ m ; SW} \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{\text{sat}} = 2,00 \text{ t/m}^3 \\ \phi = 32^\circ \\ Cu = 2,5 \text{ tn/m}^2 \end{array} \right.$$

$$\text{Cota } 5,40 \text{ m hasta } - 6,90 \text{ m ; SM - S} \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{\text{sat}} = 1,85 \text{ t/m}^3 \\ \phi = 28^\circ \\ Cu = 2,5 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \\ w = 15 \% \end{array} \right.$$

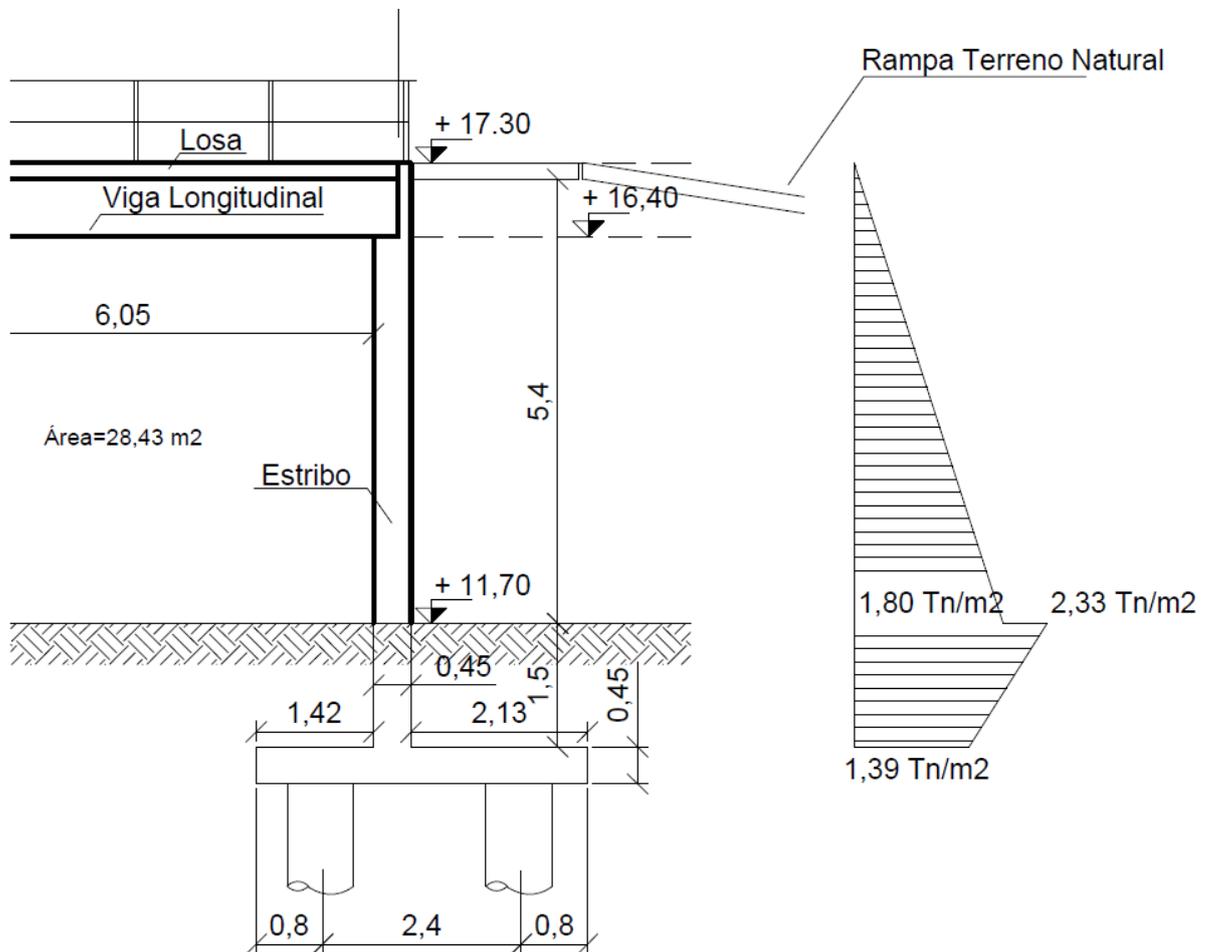


Figura 42 – Diagrama de empujes resultantes.

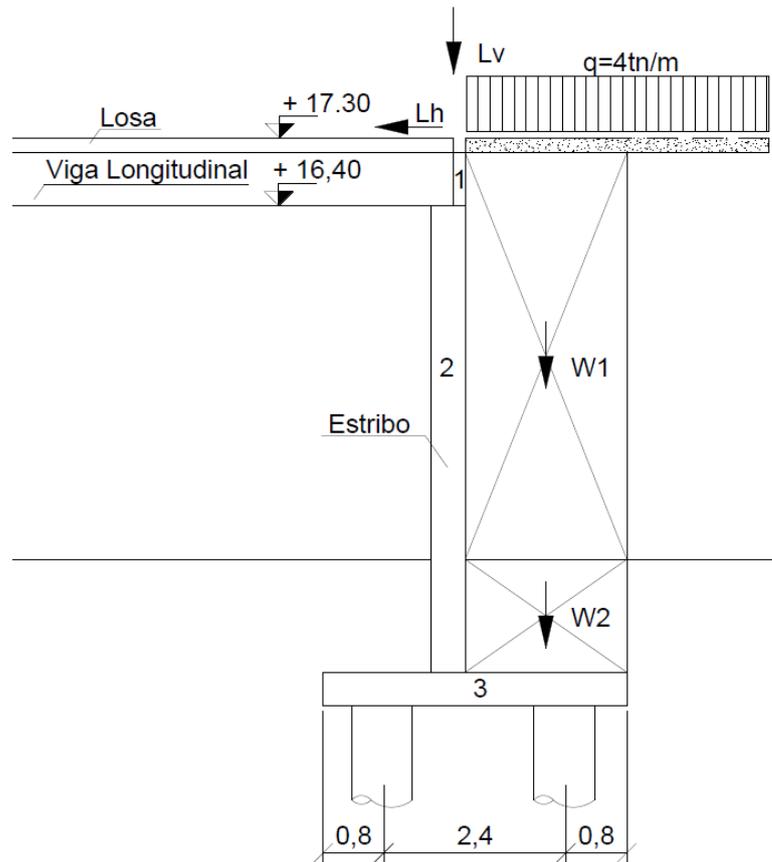


Figura 43 – Determinación de solicitaciones sobre cabezal de pilotes.

Acción vertical (Reacción vigas)

$$Lv = \frac{46,33 \text{ tn} \times 2 + 46,39 \text{ tn}}{6\text{m}} = 24 \text{ tn/m}$$

Acción horizontal (15 % del peso de la aplanadora –según reglamento DNV)

$$Lh = \frac{0,15 \times 30 \text{ tn}}{6\text{m}} = 0,75 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

Acciones primas laterales suelo:

$$W1 = 5,40\text{m} \times 2,13\text{m} \times 2,00 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 23 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

$$W2 = 1,50\text{m} \times 2,13\text{m} \times 1,13 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 3,61 \frac{\text{tn}}{\text{m}}$$

Acciones verticales (Peso Estribo):

$$W(1 + 2) = 6,90m \times 0,45m \times 2,40 \frac{t}{m^3} = 7,45 \frac{tn}{m}$$

$$W3 = 0,45m \times 4,00m \times 2,40 \frac{t}{m^3} = 4,32 \frac{tn}{m}$$

Resumen cargas actuantes:

$$Ph = 7,65 \frac{tn}{m} \text{ (Empuje Horizontal Resultante)}$$

$$Lv = 24,00 \frac{tn}{m}$$

$$Lh = 0,75 \frac{tn}{m}$$

Solicitaciones sobre cabezal de pilotes:

Carga horizontal

$$H = 7,65 \frac{tn}{m} + 0,75 \frac{tn}{m} = 8,40 \frac{tn}{m}$$

Carga vertical

$$V = 23,00 \frac{tn}{m} + 3,61 \frac{tn}{m} = 7,45 \frac{tn}{m} + 4,32 \frac{tn}{m} + 24,00 \frac{tn}{m} = 62,38 \frac{tn}{m}$$

Momentos

$$\sum Ma = W1 \times 2,94m + W2 \times 2,94m + Lv \times 1,65m - Lh \times 6,05m - Ph \times 2,89m =$$

$$\sum Ma = 23 \frac{tn}{m} \times 2,94m + 3,61 \frac{tn}{m} \times 2,94m + 24 \frac{tn}{m} \times 1,65m - 0,75 \frac{tn}{m} \times 6,05m - 7,65 \frac{tn}{m} \times 2,89m =$$

$$\sum Ma = 91,29 \frac{tnm}{m}$$

$$\text{Momento solicitante : } Mo = 26,54 \frac{tnm}{m}$$

$$\text{Momento Resistente : } Mr = 117,83 \frac{tnm}{m}$$

$$\text{Factor de Seguridad } Fs = \frac{Mr}{Mo} = \frac{117,83 \frac{tnm}{m}}{26,54 \frac{tnm}{m}} = 4,44 > 2 \text{ verifica}$$

Sin considerar Lv (Carga vertical)

$$\text{Momento solicitante : } Mo = 17,46 \frac{tnm}{m}$$

$$\text{Momento Resistente : } Mr = 78,23 \frac{tnm}{m}$$

$$\text{Factor de Seguridad } F_s = \frac{M_r}{M_o} = \frac{78,23 \frac{tnm}{m}}{17,46 \frac{tnm}{m}} = 2,95 > 2 \text{ verifica}$$

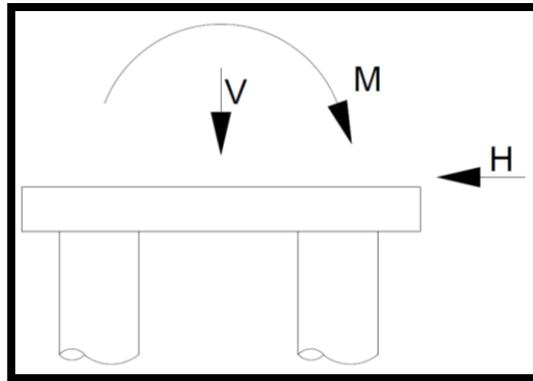


Figura 44 – Acciones sobre el cabezal del pilote

Dimensionamiento pilotes:

Adoptamos un diámetro de pilotes $\varnothing=0,80 \text{ m}$

Calculo de Rigidez Relativa:

$$R = \sqrt[4]{\frac{E \times I}{Kh \times B}}$$

Determinación de coef. de balasto horizontal:

Por tabla $K1 = 15 - 35 \text{ kg/cm}^2$ (coef. De balasto vertical placa de 1pie)

Adoptamos $K1 = 20 \text{ kg/cm}^3$

$$Kh = 0,67 \times \frac{k1}{\frac{B}{30 \text{ cm}}} = 0,67 \times \frac{20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}}{\frac{80 \text{ cm}}{30 \text{ cm}}} = 5,025 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

Inercia Pilote

$$I = \frac{\pi \times \varnothing^4}{64} = \frac{\pi \times (80 \text{ cm})^4}{64} = 2,01 \times 10^6 \text{ cm}^4$$

Entonces, la rigidez relativa, será:

$$R = \sqrt[4]{\frac{250000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 2,01 \times 10^6 \text{ cm}^4}{5,025 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \times 80 \text{ cm}}} = 188 \text{ cm}$$

Para trabajar con pilotes largos la longitud deberá ser:

$$L \geq 4 \times R = 4 \times 188 \text{ cm} = 750 \text{ cm}$$

Momento último resistente:

$$M_u = \sigma_s \times F_e \times 0,6 \times h$$

$$\sigma_s = \text{tensión fluencia acero} = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

F_e = Sección de Acero

h = diámetro sin recubrimiento

$$h = 0,80\text{m} - 0,05\text{m} = 0,75\text{m}$$

Adoptamos $\varnothing = 25 \text{ mm}$ c/ 25 cm (10 barras)

$$F_e = 10 \times \frac{\pi \times (2,5 \text{ cm})^2}{4} = 49,09 \text{ cm}^2$$

Entonces:

$$M_u = \sigma_s \times F_e \times 0,6 \times h$$

$$M_u = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 49,09 \text{ cm}^2 \times 0,6 \times 75 \text{ cm} = 9278010 \text{ kgcm}$$

$$M_u = 92,78 \text{ tnm}$$

$$\frac{M_u}{C_u \times B^3} = \frac{92,78 \text{ Tnm}}{2,5 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times 0,8 \text{ m}^3} = 72,48$$

$$\frac{e}{B} = 0$$

Por Diagrama de Broms

$$\frac{H_u}{C_u \times B^2} = 26$$

Entonces, nos queda:

$$H_u = 26 \times C_u \times B^2 = 26 \times 2,5 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times (0,8\text{m})^2 = 41,6 \text{ tn}$$

Solicitud Horizontal:

$$H = \frac{8,4 \frac{\text{tn}}{\text{m}} \times 9\text{m}}{6 \text{ pilotes}} = 12,6 \text{ tn}$$

Factor de Seguridad:

$$\text{Factor de Seguridad } F_s = \frac{H_u}{H} = \frac{41,6 \text{ tn}}{12,6 \text{ tn}} = 3,30 > 1,5 \text{ verifica}$$

Verificación por capacidad de carga vertical:

Teniendo en consideración y para estar del lado de la seguridad en los cálculos realizados, no se ha tomado en cuenta el aporte de resistencia que genera del relleno del puente cercano a los estribos, considerando que este puede erosionarse en un futuro, de esta manera, la resistencia obtenida en los cálculos posteriores son valores minorados respecto a su resistencia última.-

Capacidad de carga por fuste pilote:

$$q_f = c + \sigma' \times K_a \times t g \phi$$

$$q_f = 2,5 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} + 1,13 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} \times 7,5 \text{ m} \times 0,36 \times t g (28^\circ)$$

$$q_f = 4,12 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

$$Q_f = q_f \times A_f = 4,12 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times \pi \times 0,80 \text{ m} \times 7,50 \text{ m} = 77,66 \text{ tn}$$

Capacidad de carga por punta pilote:

$$q_p = (C_x N_c + q_x N_q) \times S_{cdc}$$

De tablas:

Para $\phi=28^\circ$:

$N_c=24,85$

$N_q=13,94$

$S_{cdc}=2,3$

$$q_p = (C_x N_c + q_x N_q) \times S_{cdc}$$

$$q_p = \left(2,5 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times 24,85 + 1,13 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} \times 7,5 \text{ m} \times 13,94 \right) \times 2,3$$

$$q_p = 414,61 \text{ tn/m}^2$$

$$Q_p = q_p \times A_p = 414,61 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times \frac{\pi \times (0,80 \text{ m})^2}{4} = 208,40 \text{ tn}$$

Carga total Admisible:

$$Q_t = Q_f + Q_p = 77,66 \text{ tn} + 208,40 \text{ tn} = 286,1 \text{ tn}$$

$$Q_{Adm} = \frac{Q_t}{F_s} = \frac{286,1 \text{ tn}}{2,5} = 114,44 \text{ tn}$$

Solicitud:

$$V = \frac{62,38 \frac{tn}{m} \times 9m}{6 \text{ pilotes}} = 93,57 \text{ tn}$$

Factor de seguridad:

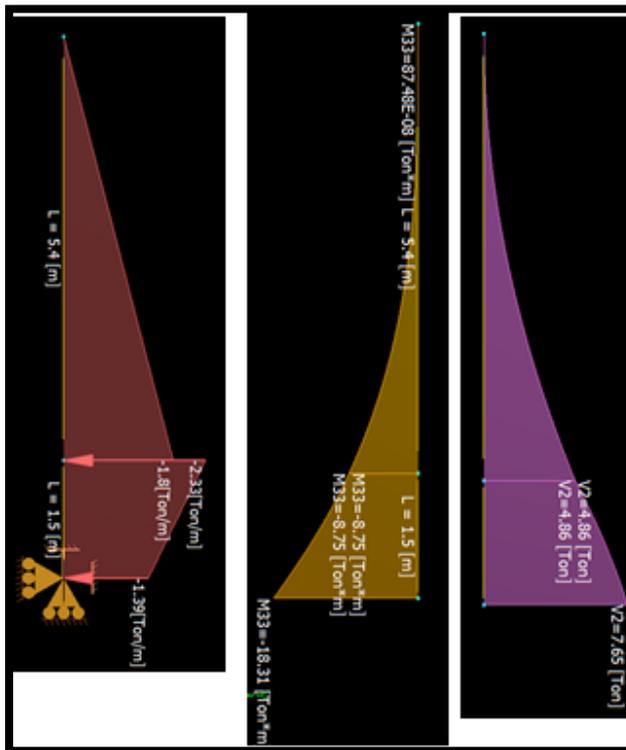
$$\text{Factor de Seguridad } Fs = \frac{Qt}{V} = \frac{286,1 \text{ tn}}{93,57 \text{ tn}} = 3,06 > 2,5 \therefore \text{verifica}$$

En cualquier caso, debe asegurarse, la NO erosión del lecho del Arroyo, y los estribos del puente, para esto se utilizaran geo mallas que permiten el crecimiento posterior de vegetación protegiendo dicha acción erosiva.

6.2.2 CÁLCULO DE ESTRIBOS:

Utilizando el diagrama de empuje activo de Rankine como carga sobre el estribo, trabajando como una viga empotrada, según se muestra en la siguiente Figura. Obtenemos del análisis de los diagramas de esfuerzos característicos (Momentos Flexores, y Esf. De Corte).-

Carga sobre estribo:



Mu=-18,31 tnm

Qu=7,65 tn

Figura 45 – Esfuerzos sobre estribos

6.2.3 CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE ARMADURAS - ESTRIBO:

6.2.3.1 DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SEGÚN CIRSOC 201-2005:

Momento requerido negativo

$$M_u = 5,25 \text{ tnm} = 179,62 \text{ KNm} = 0,180 \text{ MNm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,180 \text{ MNm}}{0,9} = 0,20 \text{ MNm}$$

$$K_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_n}{b}}}$$

$$K_d = \frac{0,40 \text{ m}}{\sqrt{\frac{0,20 \text{ MNm}}{1,0 \text{ m}}}} = 0,283, \text{ entonces } K_d = 0,383$$

$$K_d = 0,383 \implies \text{De tabla FLEXIÓN 3} \implies K_e = 28,324 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}}$$

$$A_s = K_e \times \frac{M_n}{d} = 28,324 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}} \times \frac{0,180 \text{ MNm}}{0,40 \text{ m}} = 12,74 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Adoptamos $A_{sx} : 1\emptyset 16 \text{ mm cada } 10 \text{ cm}$

Verificación de separación máxima entre barras:

$$S_{max} = 25 \times db = 25 \times 1,6 \text{ cm} = 40 \text{ cm (verifica)}$$

Armadura de repartición:

$$A_{sy} = 0,20 \times A_{sx} = 0,20 \times 12,74 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} = 2,55 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$A_{sx} : 1\emptyset 8 \text{ mm cada } 10 \text{ cm}$

Verificación de separación máxima entre barras:

$$S_{max} = 25 \times db = 25 \times 1 \text{ cm} = 25 \text{ cm (verifica)}$$

6.2.3.2 DIMENSIONAMIENTO A CORTE SEGÚN CIRSOC 201-2005:

$$Vu = 7,65 \text{ tn} = 75,05 \text{ KN} = 0,075 \text{ MN}$$

$$Vn = \frac{Vu}{\phi} = \frac{75,05 \text{ KN}}{0,75} = 100,1 \text{ KN}$$

Aporte Hormigón

$$Vc = \frac{1}{6} x \sqrt{fc'} x bw x d$$

$$Vc = \frac{1}{6} x \sqrt{30 \text{ MPA}} x \frac{1000 \text{ mm} x 180 \text{ mm}}{1000} = 164,32 \text{ KN}$$

$$Vc > Vn$$

En consecuencia no es necesario disponer armadura de corte en el Estribo.

PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

7.1 GENERALIDADES:

Las reformas introducidas en el año 1994 a la Constitución Nacional, incorporan en su artículo 41, varias disposiciones sobre la temática ambiental en un sentido amplio, refiriéndose al derecho del hombre a un ambiente sano y apto para el desarrollo humano y sus actividades productivas, sin que se comprometa ni se afecte la calidad del ambiente para las generaciones futuras.

En el mismo sentido, la reforma introdujo la obligación de las autoridades de cada jurisdicción a la protección de estos derechos, a velar por la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural, de la diversidad biológica y a la información y educación ambientales.

Leyes de Presupuestos Mínimos y Normas Ambientales de Carácter General:

En materia ambiental las facultades para dictar normas y regular, son concurrentes entre la Nación y las provincias, con un criterio de complementariedad. Por la manda constitucional del art. 41, corresponde a la Nación el dictado de la normativa que incluya los niveles mínimos de protección y a las Provincias las facultades de complementar y enriquecer dicha normativa, no pudiendo legislar por debajo de estos niveles mínimos de protección.

En materia de presupuestos mínimos de protección ambiental, la Ley N°25.675, denominada Ley General del Ambiente, sancionada el 6 de Noviembre de 2002, constituye el andamiaje institucional básico de interpretación de las leyes dictadas y las que se dicten en el futuro, incluso realiza una definición de presupuestos mínimos (PPMM) en su art. 6° estableciendo que: *“Se entiende por presupuesto mínimo, establecido en el artículo 41 de la Constitución Nacional, a toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental. En su contenido, debe prever las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable”*.

La Ley N° 25.675; establece:

Presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Principios de la política ambiental. Presupuesto mínimo. Competencia judicial. Instrumentos de política y gestión. Ordenamiento ambiental. Evaluación de impacto ambiental. Educación e información. Participación ciudadana. Seguro ambiental y fondo de restauración. Sistema Federal Ambiental. Ratificación de acuerdos federales. Autogestión. Daño ambiental. Fondo de Compensación Ambiental.

Se entiende por impacto ambiental a la incidencia positiva o negativa sobre el ambiente, producida como resultado de una actividad. A continuación, se describirán los documentos que intervienen en el estudio de impacto ambiental:

Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)

Su objetivo es identificar, predecir y valorar el impacto ambiental de las actividades a desarrollar que puedan afectar el ambiente, de esta manera el responsable del proyecto puede proponer ante la autoridad de aplicación las medidas adecuadas de atenuación o mitigación necesarias.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Es un procedimiento Técnico-Administrativo, realizado por la Autoridad de aplicación, basado en el estudio de impacto ambiental, con el fin de aprobar o rechazar el Estudio de Impacto Ambiental.

Ambos elementos serán determinantes para la elaboración de un Plan de Mitigación que se ajuste al proyecto.

Se realizaron una serie de estudios (aire, agua, suelo, etc.) de las obras a ejecutar que permiten elaborar la línea de base ambiental de las áreas en que se implantará el proyecto y su entorno.

Se enumeran los principales componentes ambientales afectados a los cuales se los valora de acuerdo al grado de afectación a los que estos están sometidos:

- Componentes Fisicoquímicos (calidad Agua, Aire, Ruido, Suelo)
- Componentes Ecológicos (Vegetación, Fauna, Impacto Visual)
- Componente Social (Accesibilidad, Estilo de vida, Accidentabilidad, Migración)
- Componentes Económicos (Empleo, Crecimiento del Sector, Valorización, Uso del suelo, Servicios, Alquiler de equipos)

En función a esta valorización se ve la afectación adversa, y la afectación benéfica de los distintos componentes ambientales, a través de la utilización de la matriz de Leopold. Y de esta manera elaborar un plan de Gestión Ambiental (PGA) para mitigar los impactos negativos.

En este apartado se presentan los requerimientos mínimos que deberá contener el Plan de Gestión Ambiental (PGA) y los correspondientes Programas asociados. En este sentido, se requiere estructurar recursos para la implementación eficiente de las medidas de mitigación que minimicen o eviten la ocurrencia de los potenciales impactos ambientales descritos en los párrafos antecedentes. Teniendo en cuenta la metodología constructiva y el cronograma de obras propuesto en las especificaciones técnicas. Para la implementación del PGA se recomienda establecer claramente, en el ámbito organizativo, las funciones y responsabilidades de cada actor involucrado, asignando al gerenciamiento del PGA un nivel de decisión cercano con la Dirección del Proyecto.

El PGA tiene por objetivo:

- Incorporar la consideración ambiental como elemento de decisión permanente.
- Garantizar que la construcción y operación del proyecto se desarrollen en equilibrio con el medio ambiente natural y antrópico en su área de influencia.
- Materializar adecuados mecanismos de información a la comunidad, así como la participación organizada de la misma en aspectos de interés para el proyecto.
- Llevar a cabo, el monitoreo y control de la ejecución de las acciones de prevención y mitigación identificadas y las que surjan como necesarias durante la construcción del proyecto y su operación.

En el PGA se deberán proponer aquellas medidas viables y efectivas para prevenir, monitorear y mitigar los impactos ambientales adversos que puedan generar la realización de las obras.

7. 2 CONTEXTO AMBIENTAL:

Concordia se emplaza sobre las terrazas aluviales antiguas de la margen derecha del Río Uruguay. La zona presenta una topografía suavemente ondulada sin observarse pendientes abruptas, influenciada por las derivaciones longitudinales de la Cuchilla Grande. Estas derivaciones, constituidas por una mayor elevación del terreno, se presentan en sentido general Noroeste-Sureste, contribuyendo a definir los principales cursos de agua de la región.

Este relieve determina la presencia de 3 arroyos principales, que atraviesan el ejido de Oeste a Este, recolectando casi todo el escurrimiento superficial del Departamento hasta desaguar en su totalidad en el Río Uruguay. Estos son: el A° Ayuí Grande, el A° Yuquerí Grande y el A° Yuquerí Chico. A su vez, deben mencionarse otros 4 arroyos de menor dimensión pero de gran relevancia ya que atraviesan las zonas más densamente pobladas, el A° Concordia, el A° Manzores, el A° Camba Paso y el A° Yuquerí Grande.

El municipio se extiende desde el Sur del Lago Salto Grande hasta el A° Yuquerí Chico, siendo el límite al Este el Río Uruguay, y al Oeste chacras que marcan una línea recta paralela a la actual RN 14 que une ambos cursos de agua, y que pasa inmediatamente al Oeste del predio basural "El Abasto" y de la localidad de Osvaldo Magnasco. Al igual que en la zona circundante a Puerto Yerúa, se verifica en

Concordia la presencia de basaltos tholeíticos a escasa profundidad, los que tienden a aflorar en las proximidades y lecho del Río Uruguay. En cuanto a la caracterización de los suelos, en el Departamento Concordia se encuentran 2 tipos: un 53% está cubierto por suelos de tipo Vertisoles y un 47% por Entisoles, se distinguen dos subtipos de suelo: arenosos rojizos profundos y suelos arenosos pardos.

El clima en la región corresponde a una zona de transición entre los dos presentes en la provincia (subtropical sin estación seca, característico de la región Noreste, y templado pampeano húmedo en el resto), con una temperatura media anual de 18,5 °C y precipitaciones medias aproximadas de 1.300 mm anuales. Ubicada a una altura media de 21 msnm. la planta urbana de Concordia presenta distintos grados de aglomeración y desarrollo, coincidiendo las zonas más antiguas con aquella más consolidada, hacia el Sureste.

Debe destacarse que la Municipalidad de Concordia ha contado desde hace prácticamente 80 años con planes de Desarrollo Urbano concluyéndose la última propuesta de actualización recientemente. Dicha actualización plantea 19 zonas de uso y actividades en el suelo del ejido proponiendo ajustes al código urbano. El estudio de actualización define asimismo 5 grandes áreas, a saber: 1. Área Central: concentra los sectores netamente urbanos consolidados y barrios; 2. Área Norte: se configura a partir de actividades turísticas y de esparcimiento, al Norte de Villa Zorraquín; 3. Área Sur: se desarrollan los sectores de carácter industrial y servicios; 4. Centros Urbanos: Villa Zorraquín, Benito Legerén, Villa Adela, Las Tejas, Osvaldo Magnasco; 5. Áreas Rural y de Paisaje Protegido: incorporan la franja costera, zonas de reserva natural, los arroyos, la zona agropecuaria y el lago.

En relación al frente costero de Concordia, su integración y aprovechamiento se vio históricamente condicionado por las recurrentes crecientes. No obstante, se destaca en la última década la construcción de obras de defensa y la reciente recuperación de la Costanera. La ciudad cuenta además con la reserva natural municipal Parque San Carlos, de 98 ha de lomadas y selvas en galería, en la que se encuentran las ruinas del castillo homónimo. En 1993 el Parque fue declarado Reserva de Aves Silvestres y en 1995 Área Natural Protegida y Zona de Reserva a la selva en galería.

La zona próxima al arroyo Ayuí Chico se encuentra cubierta con una vasta cantidad de vegetación y árboles autóctonos de distintos tipos, generando un ambiente óptimo para la proliferación y crecimiento de diversas especies animales, como así también un lugar óptimo para disfrutar de un paisaje natural dentro de la ciudad, pero a la vez se puede observar una gran contaminación, producto de la negligencia de la población como bolsas de basura, botellas plásticas, vertidos cloacales, entre otras cosas. Además, se suma el avance poblacional que está generando pequeños asentamientos precarios cercanos a la margen del arroyo, siendo esto peligroso debido a las continuas avenidas que generan que dichas zonas queden bajo agua, provocando un riesgo importante para las familias allí ubicadas. La intervención del municipio para poder desplazar a dichas personas a un lugar adecuado y habitable es importante si se quiere preservar y cuidar el patrimonio natural que representa el arroyo Ayuí Chico y su entorno. También se debe supervisar y controlar las futuras construcciones que puedan suceder tanto aguas arriba del puente como abajo, para evitar modificaciones en la cuenca que perjudiquen tanto al tránsito del camino Pampa Soler como al microsistema que se desarrolla en torno al arroyo.



Figura 46 - Residuos aguas abajo del puente



Figura 47 - Vertido de líquidos cloacales en el arroyo Ayuí Chico, Camino Pampa Soler



Figura 48 - Vista sur-norte, ingreso al cruce del camino con el arroyo.



Figura 49 - Vista sur-nordeste, aguas abajo del cruce del camino con el arroyo.



Figura 50 - Vista sur-norte, salida del cruce con el arroyo.

7.3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - EsIA

Este proyecto contempla la ejecución de un puente de hormigón armado en una zona donde se debe procurar la preservación del ambiente, dadas las diferentes ordenanzas y expedientes municipales que así lo solicitan (Ordenanza Municipal N° 33.883, Expediente N° 1042891, citadas en la Sección 2.2), esto promueve realizar la menor intervención posible en el lugar. Cabe aclarar que la intervención del hombre, por mínima que sea, inevitablemente generará un impacto o modificación en el medio, lo único que se puede hacer es tratar de minimizar al máximo dicho impacto, pero para eso se necesita tener en claro la situación en la que se encuentra el lugar de emplazamiento de la obra y sus alrededores, esto es clave para poder tomar las medidas necesarias durante la construcción y a lo largo de la vida útil del puente.

Es bien sabido que las actividades de la industria de la construcción producen contaminación, en general, atmosférica, acústica, así como generan gran cantidad de residuos. En la ejecución de un puente se debe considerar el efecto generado por el movimiento de tierras, la canalización del cauce de agua, destrucción de vegetación, depósitos de materiales, expropiación de terreno, etc. Se debe estudiar como impactan los ítems de funcionamiento propiamente dichos: incremento del tráfico, maquinaria de mantenimiento, acciones ligadas a la demografía, generación de nuevas zonas industriales y urbanizaciones, e innumerables tópicos más.

A continuación se detallan los ítems que se usarán para realizar el EsIA:

- 1) Transporte de materiales.
- 2) Cerramientos y obrador.
- 3) Desmonte y limpieza.
- 4) Movimiento de suelos.
- 5) Estructuras de hormigón.
- 6) Carpeta de rodamiento.
- 7) Iluminación y señalización.
- 8) Operación y funcionamiento.
- 9) Adecuación final.

1. Transporte de materiales

Esta actividad consiste en el transporte de los materiales a utilizar en la construcción del puente, sean áridos, cementicios o agua para el amasado del hormigón fresco, etc. Se realizará por medio de vehículos aptos para tal actividad, sean pertenecientes al constructor o al proveedor de los materiales. Los mismos serán acopiados en el obrador o en pie de obra y deberán estar protegidos de agentes atmosféricos y de posible vandalismo. Deberá preverse que los acopios no pueden andar moviéndose de un lado a otro de la obra, por ello es muy importante tener en claro su ubicación dentro de la obra colocándolos en cercanías a los puntos de utilización.

2. Cerramientos y obrador

El constructor deberá proveer temporalmente de las edificaciones destinadas al pañol de herramientas, depósitos de materiales, oficinas, laboratorios, y demás espacios que sean requeridos para la correcta administración y ejecución de la obra. Los baños instalados en el obrador serán químicos.

Con respecto al cerramiento de la obra, se generará un cerramiento perimetral según la normativa vigente en el momento de ejecución. En todos los casos serán estructuras transitorias fácilmente removibles.

3. Desmonte y limpieza:

Consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocupará la obra, y las zonas laterales del camino que se encuentra cubiertas de maleza, arbustos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basura, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y resulte apta para iniciar el resto de los trabajos. El trabajo incluye también la disposición final de los residuos.

4. Movimiento de suelo

Este trabajo consiste en la excavación de material en general y la construcción de rellenos a disponer en las zonas de las rampas de acceso. Esto incluye el suministro, acarreo, acopio, colocación, desecho, formación de taludes, conformación, compactación y acabado de material de tierra y rocoso.

5. Estructuras de hormigón

Comprende la ejecución y terminación de todos los elementos estructurales de hormigón, las fundaciones realizadas por medio de pilotes de hormigón armado, los cabezales de los pilotes, los estribos del puente y la pila central, las vigas longitudinales pre-fabricadas, el tablero del puente, las losas de aproximación y veredas peatonales sobre losa. El sistema de encofrado deberá ser reutilizable.

6. Carpeta de rodamiento

Consiste en la ejecución de una carpeta asfáltica sobre la calzada del puente.

7. Iluminación y señalización

Este trabajo consiste en la colocación de los postes de iluminación del puente, y la señalización vertical y horizontal correspondiente para asegurar la circulación vehicular y peatonal dentro de un marco de seguridad vial.

8. Operación y funcionamiento

Esta etapa es muy importante a la hora de evaluarla, considera todo lo que implica el mantenimiento del puente, desde el cuidado de la carpeta asfáltica, sellado de fisuras, pintura de barandas y piezas metálicas, control y monitoreo del hormigón, mantenimiento de los taludes, control de la vegetación que crece alrededor, entre otras cosas. También se destaca en este ítem los puntos de impacto socio-económicos que se generan al realizar esta mejora del camino, teniendo en cuenta el crecimiento de la zona, el aumento de caudal vehicular que se genere en consecuencia, ya que la vía va a poder transitarse con mayor comodidad y confort.

9. Adecuación final

Contempla la adecuación paisajística de las aéreas intervenidas, tales como: fuentes de materiales utilizadas, sitios de disposición de escombros, taludes, etc. También el desmantelamiento del obrador, dejando el sitio en un estado de limpieza satisfactorio. Se deberá retirar del sitio de trabajo todo el equipo de construcción, los materiales sobrantes, escombros y obras temporales de toda clase.

7.3.1 VALORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Suelo

Los componentes de suelo, dentro de los que se caracterizan los geomorfológicos y geológicos, se ven afectados en forma negativa debido a los cambios de relieve o las formas topográficas del área de estudio producidos por los movimientos de suelo, la limpieza y el desmonte, la ejecución de la estructura de H°A° y las obras complementarias, y en forma moderada por la operación y funcionamiento de la obra. La evaluación del impacto sobre estas actividades está asociada a la estabilidad geoestructural y a los procesos erosivos.

Estas actividades también generan modificaciones de forma mecánica en las condiciones naturales del suelo (en cuanto a la forma de sus agregados). Casi todos los procesos de degradación física están muy relacionados entre sí y conllevan a una reducción de la porosidad, y en consecuencia a un deterioro de las relaciones aire-agua en el suelo. Este componente también puede verse afectado de forma moderada con actividades como el montaje del obrador y el movimiento de maquinaria y equipos pesados.

El cambio y los efectos generados por las actividades evaluadas se ven expresados en la compactación del terreno, pérdida de capacidad de infiltración, reducción de porosidad del suelo, pérdida del horizonte superficial (asociado con procesos erosivos y la pérdida de nutrientes del suelo). También implican cambio en la morfología y topografía de la zona impactada y afectación sobre la estabilidad estructural del terreno que puede generar cierto grado de inestabilidad geológica dependiendo del movimiento de tierras y la incidencia de las otras actividades.

En la valoración de impacto ambiental, el movimiento del suelo, que hace parte de las actividades previas para la ejecución de las obras, tiene un impacto negativo significativo, dado que el grado de incidencia es muy alto. El montaje del obrador, la construcción de la estructura de H°A°, y las obras complementarias, tienen una calificación con un nivel de importancia moderado en la generación de procesos erosivos. Los cambios en la calidad de los suelos en la etapa de construcción tienen un impacto negativo con una importancia moderada y moderada significativa, relacionándose directamente con la modificación de la calidad o generación de procesos de contaminación por efluentes, derrames, arrastre o disolución de sustancias (especialmente en la etapa constructiva), por posible pérdida de fluidos de las maquinarias y equipos o materiales de construcción en sí mismo. Además, se podría presentar contaminación de suelos, cuando hay incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, productos peligrosos, entre otros, lo cual podría producir un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.

Fluido y Calidad del Agua

El movimiento de suelo, y las implicancias que provoca sobre el escurrimiento del arroyo, genera un efecto directo de alta intensidad sobre éste y la calidad del agua. Además, actividades como el montaje del obrador, la ejecución del puente y las obras complementarias fueron valoradas con un impacto negativo moderadamente significativo, puesto que genera modificaciones en el relieve, afectando las áreas normales de escurrimiento e infiltración de agua en el suelo.

Los cambios generados por la obra incorporan mayor cantidad de sedimentos al arroyo, modificando la dinámica ecosistémica aguas abajo, sin embargo, este impacto es reversible a mediano plazo, dado que es una actividad temporal. Así también la calidad del agua se ve afectada negativamente, acciones como la preparación del terreno, la construcción en H°A° y las obras complementarias, tienen un

mayor aporte de sedimentos al cauce, generando cambios físico-químicos en el agua (conductividad eléctrica, pH, alcalinidad, etc.) estando ligado a alteraciones de la fauna acuática, igualmente se consideran reversibles a mediano plazo.

Por otra parte, las áreas destinadas a la construcción de proyecto pueden ser susceptibles a contaminación por sustancias ajenas como combustibles, aceites que puedan alcanzar el cuerpo de agua. Estos posibles eventos serán considerados como posibles contingencias, y se establecerán medidas para su adecuado manejo en caso de presentarse. También se debe prestar atención al uso de lodo bentonítico para la ejecución de los pilotes de H°A°, estos deberán ser captados y vertidos donde corresponda y no en el cauce del arroyo.

Calidad del Aire

La generación de afectación temporal del aire es inevitable, el desarrollo de las etapas constructivas del proyecto generan efectos negativos, emitiendo polvo y gases originados por el movimiento de tierra o el tránsito de vehículos sobre los caminos o vías de acceso al área del proyecto y zonas aledañas, además la generación de ruidos y vibraciones generadas por la actividad en sí, y el tránsito de maquinaria vinculada al proyecto.

Las actividades constructivas generan un impacto negativo de forma moderada y de moderada a significativa por el transporte y acopio de materiales y escombros. Esto es debido a la emisión de material particulado y gases producidos en las etapas de desmonte y limpieza, movimiento de suelo, acopio de materiales y tránsito de vehículos en general.

La contaminación sonora será producida por el movimiento de materiales, desmonte, ejecución y demolición de estructuras o el funcionamiento de maquinaria y equipos. El ruido durante la construcción será generado principalmente por la maquinaria y equipos pesados en sus labores diarias, impactando en forma directa a la zona ejecución del proyecto, generando también molestias a las zonas residenciales circundantes.

A todo esto se le suma la contaminación por vibración provocado por las vibraciones mecánicas de las máquinas y los equipos utilizados. Este fenómeno físico puede ser percibido en menor o mayor medida por el suelo, las estructuras y los trabajadores de la obra.

Estas perturbaciones (ruido y vibraciones) son considerados de importancia moderado a moderado significativo. Es importante desarrollar una serie de medidas ambientales que pueden prevenir los impactos negativos altamente significativos y minimizar los efectos generados, hasta una condición que respete las normativas de protección vigentes.

Vegetación y Fauna

Los impactos negativos significativos sobre la vegetación se relacionan principalmente con el desmonte y limpieza, y el movimiento de suelo. Las otras actividades constructivas generan impactos moderados y/o leves.

Los cambios del perfil del suelo debido a la eliminación de la vegetación puede provocar la erosión del suelo e impactar visualmente, esta pérdida puede llegar a afectar el hábitat de la fauna, y si no se realiza un buen control de los residuos de dicha tarea, también puede afectar al arroyo.

La ejecución de la estructura de H°A°, el acopio y transporte de materiales generan impactos negativos moderados sobre la cobertura vegetal. Los árboles se ven afectados por la asfixia radicular provocada por la compactación del suelo, la rotura de las raíces, ramas y de la copa debido al paso de vehículos de grandes dimensiones.

Como impacto positivo directo, se tiene la recuperación de áreas intervenidas y el desmantelamiento de la infraestructura temporal.

El ruido es uno de los factores que más influye en la fauna, generando su desplazamiento y la reducción de áreas de actividad y reproducción. Además la iluminación, tanto de la obra como la que se

instale en el camino, interfiere alterando el comportamiento de aves, insectos y demás animales nocturnos, generando un desequilibrio ecológico moderado.

Las actividades como movimiento de suelo, construcción de la estructura de H^ºA^º, desmonte y limpieza generan un impacto negativo moderadamente significativo en la fauna, y el resto de las actividades obtienen una calificación moderada o leve.

Impacto Visual

El impacto visual ocasionado por las actividades de construcción sobre la calidad escénica y del paisaje está relacionado con las modificaciones morfológicas del relieve, cambios de calidad visual por la intervención antrópica sobre el área de estudio, provocados principalmente por el movimiento de suelos e implantación del nuevo puente.

El desarrollo de las actividades constructivas genera un impacto visual negativo. La ejecución del puente y sus complementos afectan el paisaje natural que tiene la zona del camino Pampa Soler, afectado por la remoción de la cobertura vegetal, la variación de la topografía, entre otros puntos. La ejecución del obrador, el acopio de materiales y desechos, y la preparación del terreno, implican también un impacto negativo moderadamente significativo.

El movimiento de suelos, el transporte y disposición de material para la ejecución de las obras, las excavaciones, la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado para colocar un terraplén nuevo, previa la ejecución de las obras de desmonte y limpieza; implican el cambio en la morfología.

A medida que avanza la obra el impacto visual se va reduciendo, y llegada la finalización de la misma, se puede alcanzar una mejora del paisaje, en cierta medida. Como actividad positiva en el impacto visual esta la tarea de adecuación final del terreno y la zona circundante.

Socioeconómico

De acuerdo con la evaluación ambiental para el aspecto socioeconómico del proyecto, para la etapa de construcción del proyecto se evaluaron los componentes relacionados con empleo y la integración social y económica.

En general, las actividades de construcción del proyecto se traducirán en una fuente temporal de empleo (durante la etapa de construcción) siendo un impacto directo positivo que tendrá un grado de incidencia de medio a alto. Es de esperarse también la generación de empleo indirecto el cual puede que incluye personal de empresas que brindan bienes y servicios al contratista.

Además de la responsabilidad social que tiene el proyecto en el tema laboral, existen otros aspectos que deben ser considerados desde el punto de vista de la interacción y relación del proyecto de construcción, en particular la comunidad vecina a su área de desarrollo.

Para la población que se encuentre en los alrededores del área de influencia, el proyecto debe integrarse e insertarse de forma apropiada con la comunidad, porque la falta de comunicación y consulta con las comunidades vecinas puede conducir a: oposición al proyecto, demoras en el proceso de construcción, entre otros.

Las obras constructivas que implican el movimiento de maquinaria y equipos pesados, la construcción del puente de H^ºA^º y sus complementos, generan un impacto negativo moderado sobre el componente social, al igual que otras actividades (de forma leve). Estas son actividades que implican el aumento de ruido, polvo, contaminantes en el aire (causados por los vehículos de la construcción), modificaciones y/o alteraciones en el paisaje, vegetación, formas del terreno, entre otros que pueden generar molestias, afectando la calidad de vida en la población residente en el área de estudio.

Por otro lado, las personas que trabajen en el proyecto en la etapa constructiva, se verán beneficiadas con empleo durante un determinado período de tiempo, lo cual les asegurara un ingreso que ayudará a mejorar la calidad de vida.

Con la adecuación del terreno, posterior a las obras constructivas, se estima un impacto positivo en el ámbito social y económico, en particular, por los beneficios que se podrían generar, puesto que contar con una infraestructura vial en buen estado se traduce en el desarrollo de una región. Los beneficios pueden ser: el mejoramiento de sus especificaciones técnicas iniciales, la reducción de los tiempos de viaje y los costos de operación de los vehículos que ahora podrán transitar todo el año por esta vía, el transporte de bienes y servicios propiciando la integración social y económica de la población. Con la adecuación final del proyecto, con la que también se espera mejorar la calidad del paisaje.

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS	ACTIVIDAD	Transporte de materiales		Cerramientos y obrador		Desmante y limpieza		Movimiento de suelos		Estructuras de hormigón		Carpeta de rodamiento		Iluminación y señalización		Operación y funcionamiento		Adecuación final (Acond. Y Limp.)		NÚMEROS DE IMPACTOS	FACTORES BENEFICIADOS	MAYORES IMPACTOS		
		EFECTOS																						
FÍSICO-QUÍMICOS	Calidad Agua	-2	2	-3	2	-3	2	-4	5	-3	2	-2	2	-	-	-	-	-	-	-17	15	6	0	-4
	Calidad Aire	-4	3	-4	3	-4	3	-3	3	-3	3	-2	2	-	-	-1	2	-	-	-21	19	7	0	-4
	Fluido	-2	2	-3	2	-2	2	-4	5	-3	3	-2	2	-	-	-	-	-	-	-16	16	6	0	-4
	Suelo	-3	2	-3	2	-4	3	-4	4	-3	2	-2	2	-	-	-2	1	3	4	-18	20	8	1	+3 -4
ECOLÓGICOS	Vegetación	-	-	-3	3	-4	4	-4	4	-3	2	-1	2	-1	1	-2	2	4	4	-14	22	8	1	+4 -4
	Fauna	-2	3	-3	2	-4	4	-3	3	-4	4	-1	3	-2	3	-2	3	4	4	-17	29	9	1	+4 -4
	Impacto Visual	-2	2	-3	3	-3	3	-4	3	-4	3	-2	2	-1	1	-1	1	4	4	-16	22	9	1	+4 -4
SOCIAL	Actividades - Estilo de vida	-4	4	-	-	-3	3	-4	3	-3	3	-3	3	3	3	4	4	4	4	-6	27	6	5	+5 -4
	Accidentalidad	-3	3	-	-	-	-	-2	2	-2	3	-4	4	3	2	-2	2	3	2	-7	18	7	2	+3 -4
	Migración	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	2	2	2	2	4	4	-	-	12	12	4	4	4
ECONÓMICOS	Empleo	2	4	4	4	4	4	3	3	5	5	4	4	1	1	2	2	2	2	27	29	8	8	5
	Crecimiento Sector	-	-	3	3	-	-	3	2	5	5	3	2	1	1	2	2	-	-	17	15	6	6	5
	Valoración	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	3	3	1	1	4	4	-	-	12	12	4	4	4
	Uso del suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	-	-	4	4	-	-	10	10	2	2	4
	Servicios	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	4	3	1	1	4	5	-	-	14	14	4	4	5
	Alquiler Equipos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	-	-	2	2	28	28	8	8	4
		-16	29	-11	28	-19	32	-22	41	2	55	4	43	10	18	14	36	26	26					
ANÁLISIS	Mayor Magnitud	+4 -4		+4 -4		+4 -4		+4 -4		+5 -4		+4 -4		+3 -2		+4 -2		4						
	Mayor Importancia	4		4		4		5		5		4		3		4		4						
	Número de impactos	9		10		10		11		16		16		11		13		7						

VALORACIÓN

Importante	
Considerable	
Despreciable	

Tabla 19 - Referencia de magnitud e importancia, Matriz de Leopold.

IMPORTANCIA	VALOR	MAGNITUD	VALOR
Sin importancia	1	Muy Baja Magnitud	1
Poco importante	2	Baja Magnitud	2
Medianamente importante	3	Mediana Magnitud	3
Importante	4	Alta Magnitud	4
Muy importante	5	Muy Alta Magnitud	5

MAGNITUD	IMPORTANCIA
----------	-------------

La suma de las columnas corresponde a la fragilidad ambiental de cada unidad ambiental considerada y el de filas, al nivel de agresividad de una acción.

Una vez elaborada la matriz de Leopold, se observan los distintos componentes y su grado de afectación.

En la matriz de Leopold se puede observar la afectación negativa de algunos componentes principales, como físicos-químicos, Ecológicos, Sociales (Agua, Aire, Ruido, suelo, vegetación, fauna, accidentabilidad) y en función de estos elaborar un programa con sus posibles medidas de Mitigación.

A continuación se presenta de forma resumida como quedo valorada cada actividad y efecto de la obra.

<u>VALORACIÓN</u>		<u>EFECTOS</u>	
Importante		FÍSICO-QUÍMICOS	Calidad Agua
Considerable			Calidad Aire
Despreciable			Fluido
			Suelo
<u>ACTIVIDAD</u>		ECOLÓGICOS	Vegetación
			Fauna
			Impacto Visual
		SOCIAL	Actividades - Estilo de vida
			Accidentalidad
		ECONÓMICOS	Migración
			Empleo
			Crecimiento Sector
Valoración			
Uso del suelo			
		Servicios	
		Alquiler Equipos	

Tabla 20 - Valoración de actividades y efectos

Las Medidas de Mitigación son un conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos, que deben acompañar el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sustentable de los recursos naturales y la protección del ambiente.

7.4 PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL - PMA

Las Medidas de Mitigación son un conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos, que deben acompañar el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sustentable de los recursos naturales y la protección del ambiente.

Las Medidas de Mitigación surgen del Estudio de Impacto Ambiental, y son de implementación simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.

Aunque los impactos hayan sido identificados y evaluados correctamente en los Estudios Ambientales, éstos no cumplen con sus objetivos si no incorporan de manera explícita las recomendaciones para la eliminación, neutralización, reducción o compensación de los impactos ambientales negativos. Es importante que tanto las medidas de mitigación como las buenas prácticas constituyan un elemento técnico de alta calidad y detallado en los EslA y que no sean sólo un catálogo de buenas intenciones. Su correcta utilización es lo que le da sentido al EslA y contribuye a una mejora en la toma de decisiones.

7.4.1 CALIDAD AGUA Y FLUIDO

Con las siguientes medidas se busca minimizar la cantidad de sedimentos que puedan modificar la calidad del agua superficial del arroyo Ayuí Chico, reducir los factores de riesgo de contaminación y favorecer la infiltración del agua.

1. No se realizará ningún tipo de vertido sobre el arroyo Ayuí Chico.
2. Previo al inicio de los trabajos, se deberán obtener los permisos de la autoridad competente, con la ubicación de los lugares de donde se extraerá el agua necesaria para la construcción y provisión del obrador. La extracción de agua para la construcción de ninguna manera podrá afectar las fuentes de alimentación de consumo de agua de las poblaciones o asentamientos de la zona de influencia de la obra.
3. Se debe tener en cuenta en la instalación del obrador el escurrimiento superficial, y así minimizar el riesgo de contaminación y por ende la pérdida de calidad del agua. También se debe prestar atención a los posibles focos de pasivos ambientales generados por desechos químicos.
4. Se debe disponer de sitios habilitados para realizar el mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos empleados en el proyecto, con el propósito de evitar escurrimientos hacia el arroyo Ayuí Chico.
5. Durante la etapa de construcción, para el almacenamiento temporal de los efluentes líquidos de tipo doméstico, se instalarán como mínimo dos unidades de saneamiento portátiles (baños químicos), se debe realizar la limpieza y la adecuada disposición final del residuo líquido en los lugares aptos para tal fin ya sea relleno sanitario y/o planta de tratamiento de aguas residuales.
6. El tratamiento de los líquidos cloacales y aguas residuales que contienen aceites, grasas y detergentes (estos últimos efluentes deberán ser tratados previamente en cámaras interceptoras) se realizará en cámaras sépticas que permiten tanto la sedimentación como la digestión del lodo. Serán dimensionadas para retener líquidos y los lodos por lo menos durante 12 horas y en función de un consumo de agua de aproximadamente 150 litros/persona/día, que incluyen el consumo humano y los requerimientos de las actividades que se desarrollaran en el obrador.
7. Para el pretratamiento de las aguas residuales que contienen aceites, grasas, detergentes y sólidos suspendidos, se deberán utilizar cámaras interceptoras. Dichas cámaras interceptoras retienen las grasas por enfriamiento y flotación y los aceites por flotación. La cámara sirve como un intercambiador de calor, enfriando el líquido, lo cual ayuda a solidificar las grasas. En lo que se refiere a la flotación, para que esta sea efectiva, el sistema debe estar diseñado para retener el fluido durante un tiempo adecuado (entre 30 minutos y una hora). El otro problema que se presenta es la presencia de sólidos, el cual puede ser resuelto utilizando tamicas cambiables y lavables en el canal de entrada.

7.4.2 CALIDAD AIRE

El objetivo de estas medidas es reducir las emisiones de material particulado y contaminantes a la atmósfera, como así también controlar las fuentes generadoras de ruido.

1. Se deberá contar con cobertura sobre el acopio de materiales finos, para evitar su dispersión por acción del viento.
2. Continuamente se realizarán tareas de limpieza en el obrador y el área de trabajo de la construcción.
3. Verificación técnica del estado de los equipos y los vehículos para reducir los gases de combustión, y por otra consiguiente la reducción de los niveles de ruido. Los vehículos empleados deberán contar con la correspondiente Verificación Técnica Vehicular (VTV).
4. El transporte de materiales se realizará en vehículos aptos para tal actividad y deberán transitar a baja velocidad, además de contar con una lona de cobertura del material.
5. Las operaciones en los obradores se realizarán de forma tal de minimizar la contaminación atmosférica por emisión de polvo o gases y que los niveles de ruido exterior, medidos en un lugar sensible al ruido, no superen los 65 Db. A tales efectos se deberá dotar al personal de equipo de seguridad industrial.
6. Se deberá evitar el uso de maquinaria que produzca altos niveles de ruido. El uso de maquinaria y equipos estará restringido a horarios diurnos.
7. Se deberán respetar las medidas de salud y seguridad en el trabajo, para evitar problemas generados por material particulado, emisión de gases, ruidos y vibraciones,
8. Reducir la contaminación lumínica, dado que tiene un efecto directo, por dispersión y por reflexión sobre las superficies en la fauna local, para evitar este impacto se deberán adoptar luminarias tales que, una vez instaladas, no emitan luz sobre el plano horizontal que pasa por el centro de la lámpara interna a la misma.

7.4.3 RECURSO HÍDRICO-SUELO-ATMÓSFERA

Implementar la gestión integral de residuos, realizando la identificación y clasificación de residuos generados y disponiendo adecuadamente de ellos.

1. Realizar la adecuada disposición de residuos de construcción.
 - Los residuos de limpieza deben ser retirados inmediatamente una vez sean generados.
 - En caso de ser necesario disponer de un sitio para el almacenamiento temporal de residuos, para su posterior disposición en los lugares adecuados para tal fin.
2. Realizar las tareas de carga de combustibles y mantenimiento de equipos móviles con manejo de lubricantes y otros compuestos químicos en las áreas designadas para tal fin, se buscará que sean áreas impermeabilizadas para evitar contaminación del suelo.
3. Proveer de equipo de contención de derrames, contenedores para el acopio de residuos peligrosos.
4. Se debe contar con manuales de gestión de derrames y entrenamiento del personal para su correcto uso.
5. Implementar un plan integral de gestión de residuos sólidos, quedando totalmente prohibido quemar cualquier tipo de desecho.
6. Durante la etapa de construcción se instalarán los contenedores necesarios para el almacenamiento temporal de residuos.
7. Los cambios de aceites de las maquinarias deberán ser cuidadosos, disponiéndose el aceite de desecho en bidones o tambores y su disposición final deberá ser aprobada.

7.4.4 SUELO

Con respecto al movimiento de suelo se deberá mitigar el impacto negativo generado, reduciendo la degradación química y biológica del suelo, como así también contrarrestar la compactación del mismo y favorecer la infiltración de agua.

1. Se deberá realizar una adecuada planificación de las tareas de obra por parte del contratista, con el fin de evitar la remoción innecesaria de suelo.
2. El abastecimiento de combustible de la maquinaria, vehículos y equipos, deberá ser en áreas totalmente impermeabilizadas, evitando el contacto con el terreno.
3. Realizar un correcto acopio de los combustibles y lubricantes para así disminuir la probabilidad de contaminación del suelo.
4. Evitar y controlar la erosión del suelo por medio del uso de la vegetación.
5. Acumular y conservar los suelos orgánicos removidos, para utilizarlos posteriormente en la recomposición de la cobertura vegetal en los sitios donde corresponda.
6. Reducir las actividades en condiciones climáticas adversas, especialmente en días de lluvia, con el fin de reducir la compactación de suelo.
7. Se utilizará, en lo posible, productos como desencofrantes, aceites, etc., del tipo biodegradables, con el fin de reducir la contaminación por el vertido de los mismos en el suelo o en el agua.

7.4.4 IMPACTO VISUAL

Con el fin de mitigar el impacto visual que generará la obra, se deben tomar ciertas medidas que pueden ayudar a reducir la interferencia visual. Son medidas a aplicar en el obrador y la zona inmediata afectada.

1. Se debe planificar la instalación del obrador, teniendo en cuenta la cercanía a las vías de acceso y a los sitios de obra, considerar el escurrimiento superficial y dirección del viento, como así también la nivelación del terreno.
2. Se recomienda que la infraestructura temporal y permanente sean de colores opacos, que no produzcan un contraste visual con el fondo natural.
3. Realizar un adecuado acopio de los materiales de la construcción, se deberá almacenar temporalmente los materiales en los lugares en donde se genere la menor interferencia visual y garantizando la menor dispersión posible.
4. Manejo de materiales de construcción:
 - Organizar los suministros de materiales.
 - El acopio de materiales de construcción se debe realizar en pilas con cobertura, de manera que eviten la dispersión de partículas a la atmósfera.
 - Limpiar y retirar los materiales y residuos generados.
 - Limpiar con frecuencia las áreas operativas y administrativas.
 - Realizar el acopio de los residuos en un lugar destinado para ello, minimizando el tiempo de almacenamiento en el predio.

7.5 PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD

Tiene como objetivo principal la eliminación o la reducción de los riesgos evitables relacionados con la actividad.

El personal que lleva a cabo funciones que pueden causar impactos ambientales reales o potenciales significativos, o impactos asociados, debe haber adquirido la competencia necesaria mediante una educación, formación o experiencia adecuadas. Con el objeto de asegurar los conocimientos, habilidades y aptitudes requeridas para una mejor y más segura realización de las tareas, es necesario establecer e implementar un Plan de Capacitación Ambiental, con el objetivo de mejorar el desempeño ambiental del personal y un Plan de Capacitación de Higiene y Seguridad, para el desempeño laboral propiamente dicho. En este sentido, ninguna persona involucrada en la obra podrá alegar el desconocimiento de los programas, subprogramas y procedimientos aprobados. Así mismo, las empresas contratistas deberán llevar registros actualizados de las capacitaciones impartidas, en cuanto a su contenido, responsable de instrucción, fecha y personal asistente.

El plan debe abarcar los siguientes ítems:

1. Garantizar la presencia permanente de un supervisor de Seguridad, Higiene y Ambiente en todas las actividades.
2. Se deben realizar los correspondientes exámenes pre-ocupacionales, de tal modo que se garantice la seguridad y salud de los trabajadores, por otra parte se deberá garantizar la idoneidad de cada trabajador para las tareas que se le asigne.
3. Se realizarán jornadas de capacitación del personal, en donde se informe de los riesgos de las actividades a realizar y las correspondientes medidas de prevención del deterioro de la integridad física y posibles accidentes laborales.
4. La maquinaria y equipos empleados deberán estar en condiciones óptimas y de este modo reducir posibles accidentes laborales.
5. Se garantizará el suministro de los elementos de protección personal, estos deberán estar certificados de acuerdo a las directrices de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo:
 - Cascos
 - Calzado de seguridad
 - Guantes (de diferentes tipos de acuerdo a la actividad a realizar)
 - Protección ocular
 - Protección auditiva
 - Ropa de trabajo
6. Colocar avisos de seguridad en lugares visibles del área de trabajo que indiquen los riesgos existentes. Se deberán seguir los estándares establecidos por la norma IRAM 10005.
7. Proveer al personal de los elementos de protección personal, como protectores buco nasal con filtros de aire adecuados que eviten la inhalación de polvo o gases que se desprenden de las mezclas en preparación.
8. Capacitar a todo el Personal involucrado en el proyecto sobre el PMA.
9. Suspensión de actividades durante periodos de mal tiempo (precipitaciones pluviales), durante la etapa de construcción.

CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

8.1 CONSIDERACIONES

Los precios de cada ítem fueron extraídos de la revista "Vivienda" y del diario "El Constructor". Son valores aproximados que brindan un costo estimativo de la obra.

CÓMPUTO Y PRESUPUESTO							
OBRA:	Nuevo Puente sobre Arroyo Ayuí Chico camino Pampa Soler - Ciudad de Concordia						
AÑO:	2018						
Nota:	Los precios son globales, e Incluyen Mano de Obra y Materiales						
ÍTEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL	P. ÍTEM	%
1	PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DEL TERENO						
1.1	Preparación y limpieza del terreno	gl	1	\$ 14.680,24	\$ 14.680,24	\$ 14.680,24	0,31%
2	OBRADOR						
2.1	Oficina 6,20 x 2,30 m, puerta y dos ventanas	Mes	12	\$ 10.096,25	\$ 121.155,00		
2.2	Casilla de Vigilancia 1,20 x 1,20 m	Mes	12	\$ 2.905,00	\$ 34.860,00	\$ 241.035,00	5,04%
2.3	Pañol de herramientas y materiales 6,20 x 2,30 m	Mes	12	\$ 7.085,00	\$ 85.020,00		
3	MOVIMIENTO DE SUELOS						
3.1	Desmontes y Explanaciones <i>Amáquina</i>	m ³	65	\$ 476,63	\$ 30.980,63		
3.2	Terraplenamientos <i>Compactación mecánica con pata de cabra, en capas de aprox. 20 cm con riego y terminación con vibrador (sin aporte de tosca)</i>	m ³	4162,59	\$ 218,90	\$ 911.190,95	\$ 1.099.822,82	23,02%
3.3	Excavación bases de fundación	m ³	10,8	\$ 1.045,34	\$ 11.289,65		
3.4	Relleno de Suelo Seleccionado en Estribos	m ³	302,4	\$ 484,00	\$ 146.361,60		
4	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN						
4.1	Pilotes de Hormigón Armado	ml	135	\$ 4.625,24	\$ 624.407,06		
4.2	Estribos (Hormigón a la vista)	m ³	68,31	\$ 21.415,53	\$ 1.462.894,51		
4.3	Vigas Longitudinales Pre-fabricadas	un.	6	\$ 50.458,29	\$ 302.749,73	\$ 2.866.069,64	59,99%
4.4	Tablero - Losa H°A°	m ³	20,54	\$ 15.466,74	\$ 317.686,79		
4.5	Veredas Peatonales sobre Losa	m ³	4,94	\$ 13.042,14	\$ 64.428,16		
4.6	Losa de Aproximación	m ³	7,2	\$ 13.042,14	\$ 93.903,39		
5	CARPETA DE RODAMIENTO						
5.1	Carpeta Asfáltica sobre Tablero	m ²	78	\$ 2.696,31	\$ 210.312,38	\$ 210.312,38	4,40%
6	APOYO DE NEOPRENO						
6.1	Apoyo de Neopreno con Refuerzo de Acero	Un.	6	\$ 1.562,50	\$ 9.375,00	\$ 9.375,00	0,20%
7	CONDUCTOS EN TERRAPLEN DE ACCESO						
7.1	Caño de Hormigón Pre-fabricado Ø600 mm	Un.	32	\$ 2.187,50	\$ 70.000,00	\$ 70.000,00	1,47%
8	TERMINACIÓN VEREDAS						
8.1	Carpeta Cementicia sobre Vereda	m ²	24,7	\$ 267,74	\$ 6.613,12		
8.2	Revestimiento Veredas	m ²	24,7	\$ 148,48	\$ 3.667,33	\$ 10.280,45	0,22%
9	DEFENSAS PARA CAMINOS						
9.1	Defensa tipo A, chapa 2,5mm, largo útil 3,81m	Un.	26	\$ 2.415,75	\$ 62.809,50		
9.2	Poste liviano para hincar 70x170x70x1500mm	Un.	44	\$ 976,13	\$ 42.949,50	\$ 105.759,00	2,21%
10	BARANDA METÁLICA						
10.1	Colocación y Terminación de Barandas ambas Veredas	ml	26	\$ 2.125,00	\$ 55.250,00	\$ 55.250,00	1,16%
11	PROTECCIÓN EROSIÓN EN ESTRIBOS						
11.1	Revestimiento Geotextil Fornit 20 en Estribos	m ²	77,5	\$ 562,50	\$ 43.593,75	\$ 43.593,75	0,91%
12	ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN						
12.1	Cartelería Vertical y Demarcación Horizontal	Gl.	1	\$ 12.500,00	\$ 12.500,00	\$ 51.756,75	1,08%
12.2	Poste de Alumbrado Público	Un.	4	\$ 9.814,19	\$ 39.256,75		
TOTAL						\$ 4.777.935,02	100,00%

FACTOR K	1,7	TOTAL	\$ 8.122.489,53
-----------------	------------	--------------	------------------------

APENDICE

Se adjuntan Planos generales del proyecto, Planos de detalles de armados, Perfiles Estratigráficos, Planos Estructurales de Superestructura e Infraestructura, Imágenes 3D Renderizadas del Proyecto.-

BIBLIOGRAFIA

- “Urquiza, ascendencia vasca y descendencia en el Río de la Plata “(1999)- Susana T.P. de Dominguez Soler.
- “Entre Ríos Vinas y Vinos” (2000)- Susana T.P. de Dominguez Soler.
- “Soler, un linaje originado en Felenitx, Mallorca” (2004)- Susana T.P. de Dominguez Soler.
- Aparicio Mijares, F.C. (1989) – Fundamentos de Hidrología de Superficie, editorial Limusa Mexico.
- Zamanillo, E. et al. (2008) – Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos.
- Ven Te Chow (1994) - Hidrología Aplicada, editorial McGraw-Hill.
- Bases para el Cálculo de Puentes de la D.N.V.
- Reglamentos CIRSOC.
- “Estudio y proyecto de puentes de hormigón armado” (H.M. Somenson 2005, UC@LP),
- Reglamento AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials) LRFD Bridge Construction Specifications.
- Página de la Secretaria de Ambiente – Ministerio de Producción – Gobierno de Entre Ríos. Link: <http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Plan%20Girsu/B%20-%20Gesti%C3%B3n%20de%20Residuos/9%20-%20Relevamiento%20girsu/Fichas%20Tecnicas/Concordia.pdf>.
- Ambiente y Territorio S.A. (2017) – “Estudio de Impacto Ambiental Ampliación Puente Pasarela “Balneario Municipal”.
- Salvatori, A. et al. - Enseñanza del diseño y construcción de puentes, considerando sus impactos ambientales, Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur.

