



PARQUE OESTE – RUFINO

Diseño de una laguna estable y su parque que la rodea. Esta laguna recibirá el agua que escurre por la ciudad producto de las precipitaciones siendo un almacenamiento temporal y un hito turístico.

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

ALUMNOS:

GUARMES, AGUSTIN ALEJANDRO (G-5181/1)

IRUSTA, ARIEL (I-0590/8)

ROTH, MA. LAURA (R-3974/8)

SÁNCHEZ GRANEL, FACUNDO (S-4954/9)

DIRECTORES: FORESTIERI, Claudia

NAVARRO, Raúl

ASESORES: SERVERA, Cristina

PORTAPILA, Margarita

TITULAR DE CÁTEDRA: ING. RUBÉN LOPEZ

AGOSTO 2022

PROYECTO IV 2022

1	OBJETIVOS	4
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
3	RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES	10
4	INTRODUCCIÓN	11
4.1	RESEÑA HISTORICA	11
4.2	UBICACIÓN	11
4.3	LA CIUDAD DE RUFINO	13
4.4	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	15
5	SISTEMA HIDRICO RUFINO Y ZONA	19
5.1	RUFINO EN LA CUENCA	19
5.2	RUFINO COMO LOCALIDAD	22
6	PROBLEMÁTICA EXISTENTE Y PLANTEO DE ALTERNATIVAS	25
7	DISEÑO Y CALCULO DE LA LAGUNA ESTABLE	26
7.1	UBICACIÓN DEL PREDIO	26
7.2	DETERMINACIÓN DE PARAMETROS MÉTODO RACIONAL MODIFICADO:	28
7.2.1	RECURRENCIAS DE DISEÑO	28
7.2.2	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN E INTENSIDAD DE LLUVIA	29
7.2.3	AREA DE LA CUENCA URBANA	29
7.2.4	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	31
8	CONDUCTOS PLUVIALES URBANOS	33
9	OBRAS DE ARTE TERRAPLEN FERROCARRIL SAN MARTIN	35
10	LAGUNA ESTABLE	36
10.1	CAUDALES Y VOLUMENES A EMBALSAR	36
10.2	NIVELES	36
10.3	CONDICIONES DE BORDE Y NIVELES	38
11	CONDUCTOS DE DESCARGA DE LA LAGUNA A GRAVEDAD	41
12	ESTACIÓN DE BOMBEO	42
13	DISEÑO DEL PARQUE OESTE	43
14	ANALISIS AMBIENTAL	45
15	FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	47
16	COMPUTOS Y PRESUPUESTOS	48
17	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	51
18	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53

19	BIBLIOGRAFIA	54
20	ANEXO 1: INDICE DE PLANOS	55
21	ANEXO 2: MEMORIA DE CALCULO	56
21.1	CALCULOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS	56
21.1.1	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN E INTENSIDAD DE LLUVIA	56
21.1.2	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	58
21.2	DISEÑO DE CONDUCTOS PLUVIALES	59
22	ANEXO 4: DISEÑO GEOMETRICO E HIDRÁULICO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	63

1 OBJETIVOS

El proyecto Parque Oeste nace a partir de estar en contacto con las autoridades de la Municipalidad de la ciudad de Rufino, al sur de la provincia de Santa Fe, las cuales buscaban revitalizar una zona adyacente al centro de la ciudad y dotarla de un atractivo especial como es el agua en una zona carente de ríos o mar.

El objetivo de este proyecto es la intervención de una superficie actualmente desocupada de 20Has dentro del tejido urbano de dicha ciudad. Hasta la década del noventa en este terreno funcionaba un basural a cielo abierto que fue clausurado y trasladado a otro predio por parte de las autoridades del momento.

El planteo de este proyecto por parte de la Comuna de Rufino y el posterior análisis realizado por el grupo, surge de problemas de anegamientos en la localidad. No solo por esta situación, sino que también se busca sanear el terreno retirando los residuos que pudiesen quedar allí.

La laguna funcionará como reservorio reteniendo parte del agua que escurre por la cuenca urbana antes de evacuarla al Canal Oeste, que como indica el nombre se encuentra al oeste de la ciudad de Rufino, este se podrá observar en las imágenes más adelante. Junto al planteo del embalse urbano, se diseñan los conductos pluviales para conducir el agua desde la cuenca urbana hacia dicho punto.

Tomando como iniciativa su propuesta, a nivel educativo, se comenzó a diseñar este parque.

En la Imagen 01 se puede observar la planta urbana de la ciudad de Rufino. La cercanía con el límite interprovincial Santa Fe – Córdoba se observa en línea de puntos.



Imagen 01 Vista aérea de Rufino y límites provinciales [1]

La localidad en cuestión se encuentra dividida en dos grandes sectores, norte y sur, debido al paso del ferrocarril San Martín. Al sur de dichas vías y contra el límite oeste de la ciudad se encuentra el predio a intervenir. Se puede observar en la Imagen 02 la ubicación del predio mencionado resaltado en color bordo.



Imagen 02 Rufino y superficie a intervenir. [1]

Se puede también observar en la Imagen 03 que la ciudad de Rufino está rodeada de canales y el terreno elegido linda con el mencionado canal Oeste, siendo este un dato importante que se desarrollará más adelante.

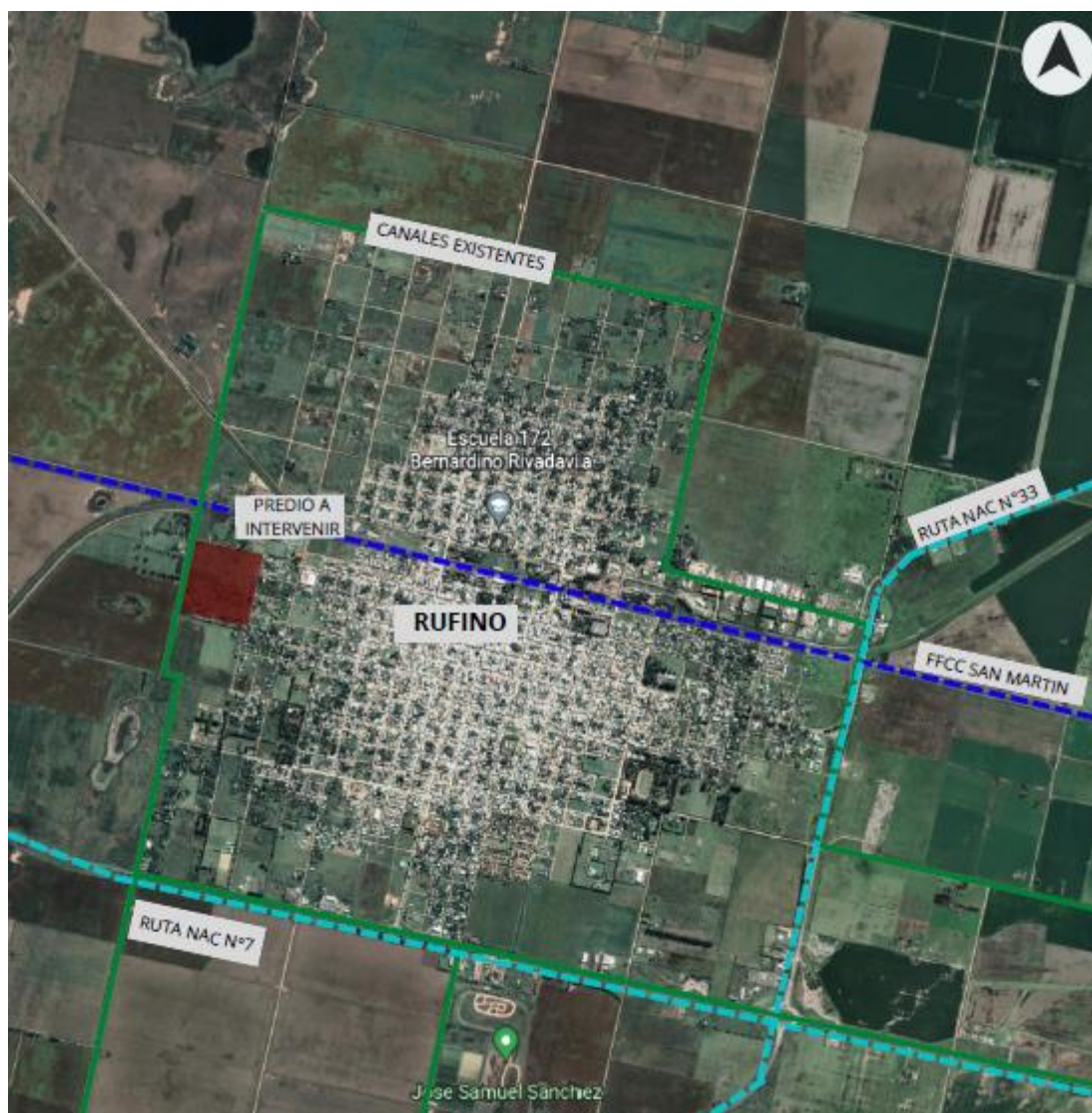


Imagen 03 Rufino, superficie a intervenir y canales existentes. [1]

El predio será revitalizado buscando generar un parque recreativo con una laguna. En la zona adyacente a la misma habrá espacios recreativos diversos, un anfiteatro y un espacio de sanitarios. Estos últimos se encontrarán en el edificio perteneciente al Tiro Federal Argentino, ubicado al sureste de la superficie a intervenir, actualmente en desuso. Todos estos espacios estarán conectados mediante senderos, buscando que los residentes puedan disfrutar íntegramente del parque. Darle valor al predio con un parque recreativo, revitalizará toda la zona aledaña, que según las autoridades “su marginalidad la excluye de cualquier uso público en la actualidad.” [2]

En la Imagen 04 se puede observar dicho predio rodeado de las calles Juan B. Justo al norte, Victorero al sur, Zolezzi al este y el canal perimetral Oeste, al oeste.



Imagen 04 Superficie a intervenir [1]

Teniendo en consideración los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, se los analizó pensando cual podría relacionarse con el proyecto en cuestión.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como se introdujo en los objetivos del proyecto, se realizará la intervención de una superficie desocupada de 20has al sur-oeste de la ciudad de Rufino. Este predio será transformado en un parque recreativo el cual rodea una laguna de gran extensión.

Una de las funciones de esta laguna es hidráulica, retendrá parte del agua que escurre por la cuenca urbana de la ciudad en cuestión, antes de descargar en el canal Oeste, el cual como se mencionó anteriormente es lindante al terreno. Además, en el Plano 02 se puede observar la ubicación de la laguna con respecto al predio y al canal.

La elección del predio no fue aleatoria. Se estudió la misma a partir de lo comentado por las autoridades de la ciudad, que ya sabían que la intervendrían con este objetivo. Además, este terreno nunca fue desarrollado debido a sus condiciones hidráulicas propias.

En épocas de lluvia, el agua de la ciudad escurre naturalmente hacia ese lugar, generándose entonces pequeñas inundaciones sobre el mismo. Es por esto, que se analizó la zona que lo rodea para saber cuál es su cuenca urbana de aporte y poder así continuar con el estudio del proyecto.

Delimitada la cuenca que aporta a la laguna se continuó con el dimensionamiento de la misma. Se partió de la idea que su capacidad sea tal que pueda retener un volumen importante de agua antes de ser descargada en el canal Oeste. Este canal, ya mencionado, es uno de los canales que rodean la ciudad de Rufino, pensados y dimensionados como defensa de la ciudad ante posibles inundaciones producidas en la cuenca rural a la cual pertenece, la cuenca de La Picasa. Se observa en la imagen 05 la ubicación de Rufino dentro de la mencionada cuenca.

Al conducir el agua de parte de la ciudad hacia la laguna, se verán aliviados los vecinos que se encuentran en esa cuenca urbana y son los que actualmente se ven anegados en época de lluvias.

No solo se tendrá un impacto social positivo para ellos, sino que toda la ciudad se verá beneficiada de este proyecto al tener una nueva zona recreativa.

El estudio comenzó entonces con la recopilación y análisis de antecedentes. En esta etapa se obtuvo información topográfica, hidrológica y geológica específica de la zona a intervenir, así como de la zona donde se encuentra ubicada la ciudad de Rufino. Los antecedentes fueron volcados en el presente informe y en planos.

Se realizó un análisis general de la cuenca a la cual pertenece la ciudad de Rufino, cuenca de La Picasa. Analizado el entorno, se continuó con el análisis propio de la ciudad, sus cuencas urbanas y el escurrimiento dentro de las mismas.

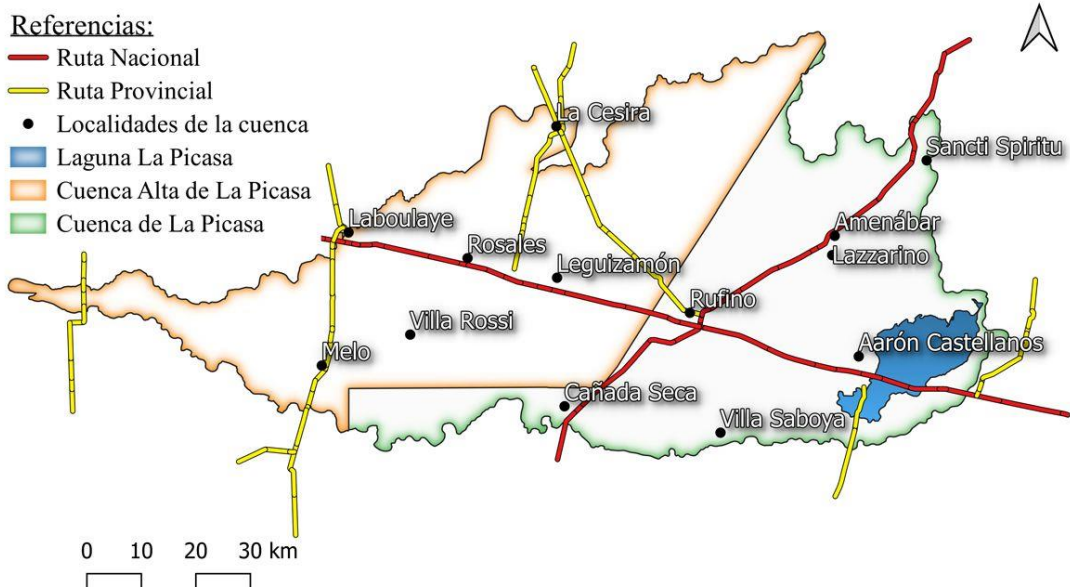


Imagen 05 Rufino en la cuenca de La Picasa

Las cuencas urbanas se delimitaron dentro del tejido urbano analizando curvas de nivel, canalizaciones y desagües pluviales existentes. Este análisis hidrológico e hidráulico permitió encontrar el caudal que alcanza a la laguna analizada. Con dicho valor para las recurrencias de diseño adoptadas, se dimensionaron valores como la capacidad de almacenaje que debería tener, los valores de revanchas y niveles de descarga.

Estudiada la laguna con fines hidráulicos se prosiguió con el análisis del predio donde se encuentra, buscando armonía con el parque natural planeado a su alrededor. En esta etapa se diseñó el parque considerando el uso recreativo que le darán los residentes de la ciudad, así como también se analizó la posible revalorización del edificio del Tiro Federal Argentino, observado en la Imagen 04 en su ubicación con relación al terreno. El Tiro Federal será desarrollado en el apartado 14: Diseño del Parque Oeste.

3 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

En esta etapa se presenta toda la información recopilada para ser utilizada en el “Proyecto Ejecutivo Parque Oeste, Rufino – Santa Fe”.

La información recopilada incluye:

- Curvas de nivel
- Proyecto “Sistematización colectores finales de las obras de Protección contra inundaciones de Rufino”, por Ing. en Recursos Hídricos A. M. Verano. Noviembre 2014
- Defensa y canal perimetral ciudad de Rufino. Dirección provincial de Obras Hidráulicas. Ministerio de aguas, servicios públicos y medio ambiente. Provincia de Santa Fe.
- Proyecto 5: Parque Oeste, Municipalidad de la ciudad de Rufino.
- Plan Estratégico de Desarrollo Rufino, promovido por el Foro de Instituciones para el Desarrollo de Rufino (FIDeR), año 2016.
- Ley provincial 13246: Estabilización de los aportes originados por escurrimientos superficiales procedentes de precipitaciones en la Cuenca de Aporte del Sistema del Arroyo Ludueña.
- Colector principal Larrea – Cuenca Flores. Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz. Secretaria de obras públicas y recursos hídricos. Subsecretaria de planeamiento hídrico.

4 INTRODUCCIÓN

4.1 RESEÑA HISTORICA

Los hermanos Gerónimo y Francisco Rufino compraron las tierras en 1879. El 8 de octubre de 1886, el entonces ferrocarril Buenos Aires al Pacífico, luego San Martín inauguró la estación Rufino. El proyecto de los hermanos Rufino, para la creación de la localidad, fue aprobado por el Gobernador José Gálvez el 29 de marzo de 1889. Esta fecha es considerada como el día de la fundación.

Originalmente, el lugar donde estaría Rufino pertenecía a la provincia de Córdoba. Pero la Corte Suprema de Justicia dispuso que el territorio pasará a la provincia de Santa Fe, marcando los límites entre las provincias. En cuanto al origen del nombre de dicha ciudad la historia revela que al inaugurarse la estación del ferrocarril Buenos Aires al Pacífico, se la denominó Rufino por los hermanos donantes de las tierras donde se estableció el ferrocarril. [1]

4.2 UBICACIÓN

Rufino se encuentra ubicada en la Provincia de Santa Fe, el extremo sudoeste del Departamento General López, en un nudo limítrofe tripartito junto a las provincias de Córdoba y Buenos Aires, Imagen 05.

La ciudad se encuentra emplazada en un sitio estratégico, donde se entrecruzan las rutas nacionales N° 7 y 33, que la comunican con los grandes centros urbanos del país, Imagen 06.

Las distancias a las principales ciudades del país son 430 km al oeste de Buenos Aires, a 260 km al sur de Rosario, a 430 km al sur de Santa Fe y a 616 km al este de Mendoza.

Se halla en una zona de llanura conocida como “Pampa Húmeda Argentina”, con un clima templado y un régimen regular de lluvias que determinan un tipo de suelo muy apto para la explotación agrícola – ganadera.

Esta ciudad es centro agrícola y ganadero, estando conectada con los puertos de la región a través de las rutas nacionales mencionadas.

DEPARTAMENTO GENERAL LOPEZ

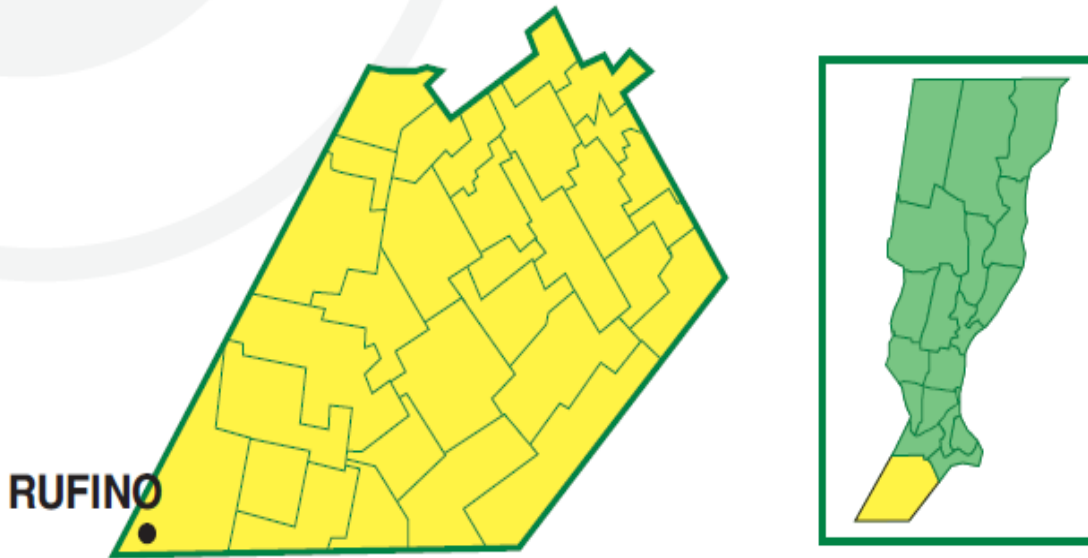


Imagen 06 Ubicación ciudad de Rufino - Departamento General López - Provincia Santa Fe [3]

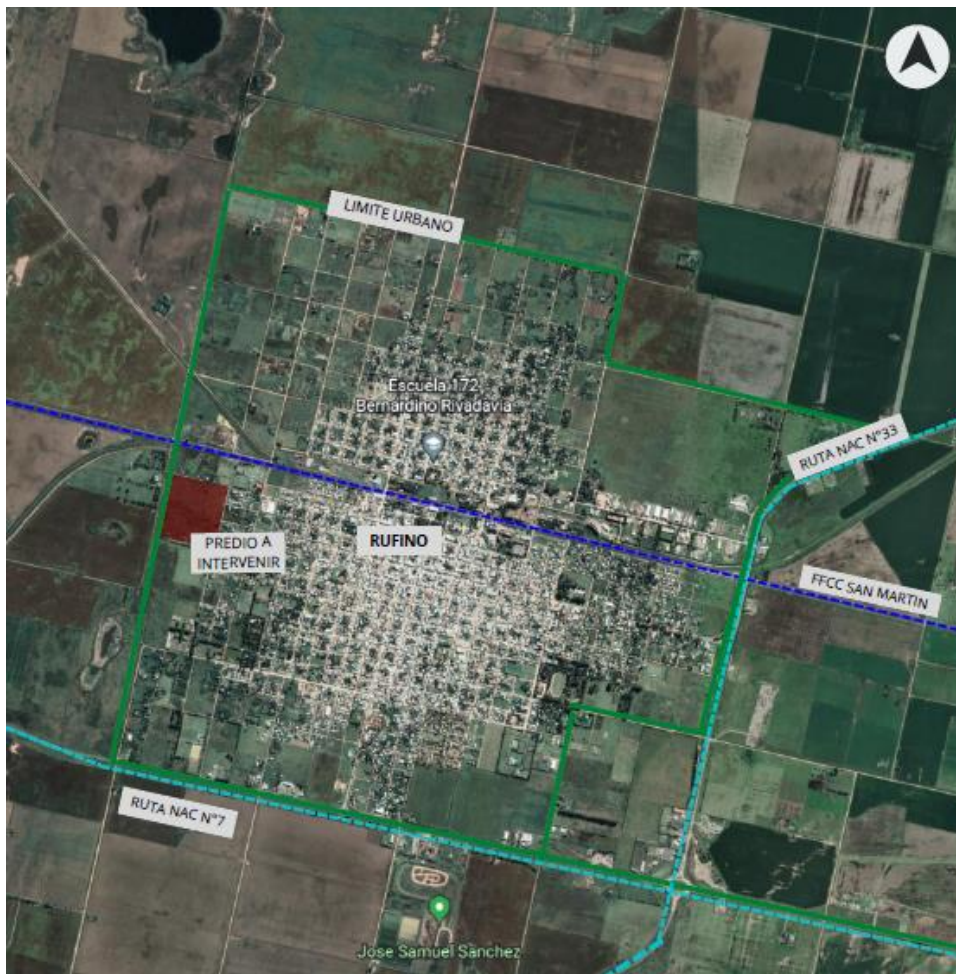


Imagen 07 Planta Urbana - Ciudad de Rufino [1]

4.3 LA CIUDAD DE RUFINO

La ciudad de Rufino, como muchas localidades de la provincia, creció con un eje principal, la traza del ferrocarril. La mayor concentración de población se encuentra cercana a esta línea que es la vía del tren, extendiéndose al norte y al sur de la misma. Paralela a esta división de la ciudad y al sur de la misma, se encuentra la Ruta Nacional N°7. Entre estos dos hitos habitan la mayoría de los habitantes de la localidad, dándose una clara diferencia entre la parte norte de la ciudad, donde todavía se observan grandes extensiones verdes.

Si se observa la evolución temporal de la ciudad, con su crecimiento y expansión del tejido urbano, aunque parezca que creció ordenadamente, no hubo un plan por detrás. Los distintos usos del suelo, residenciales, industrial, recreativos, se fueron cruzando conflictivamente en la estructura cuadrangular de forma desordenada, generando problemas en la ciudad como es el caso de las inundaciones recurrentes, este tema se tratará más adelante.

La superficie del distrito donde se encuentra es de 83.766 hectáreas, 766 constituyen el área urbana y 83.000 pertenecen al ámbito rural, donde la población actual supera los 20.000 habitantes. Esta superficie del área urbana de Rufino está constituida por una planta urbana de 498 manzanas y cuenta con casi 300 cuadras pavimentadas.

Se observa en la Imagen 08, la cuadrícula que es la ciudad con la zonificación por servicios, obtenida del plan estratégico de Rufino [3]

RUFINO

Dpto. Gral. Lopez Peña, Santa Fe

ZONIFICACION SEGUN LOS SERVICIOS



MUNICIPALIDAD DE RUFINO



Detalle de los servicios por zonas.

Zona 1 'A': Limpieza y barrido de pavimento (manual y mecánico). Recol. de residuos domiciliarios. Recol. de residuos mayores. Mant. y conservación del pavimento y cordones. Mant. y reposición del abtobado público. Vacunación antirrábica. Fumigación contra insectos. Canalización y alcantarillados.

Zona 1 'B': Limpieza y barrido de pavimento (mecánico). Recol. de residuos domiciliarios. Recol. de residuos mayores. Mant. y conservación del pavimento y cordones. Mant. y reposición del abtobado público. Vacunación antirrábica. Fumigación contra insectos. Canalización y alcantarillados.

Zona 2 'A': Recol. de residuos domiciliarios. Recol. de residuos mayores. Riego. Abovedamiento y zanjeo. Mant. y reposición del abtobado público. Vacunación antirrábica. Fumigación contra insectos. Canalización y alcantarillados.

Zona 2 'B': Recol. de residuos domiciliarios. Recol. de residuos mayores. Riego. Abovedamiento y zanjeo. Mant. y reposición del abtobado público. Vacunación antirrábica. Fumigación contra insectos. Canalización y alcantarillados.

DISTRIBUCION	CATEGORIAS	
	EDIFIC.	BALDIO
ZONA 1 'A'	1	3
ZONA 1 'B'	2	4
ZONA 2 'A'	5	7
ZONA 2 'B'	6	8
ZONA 3	9	10

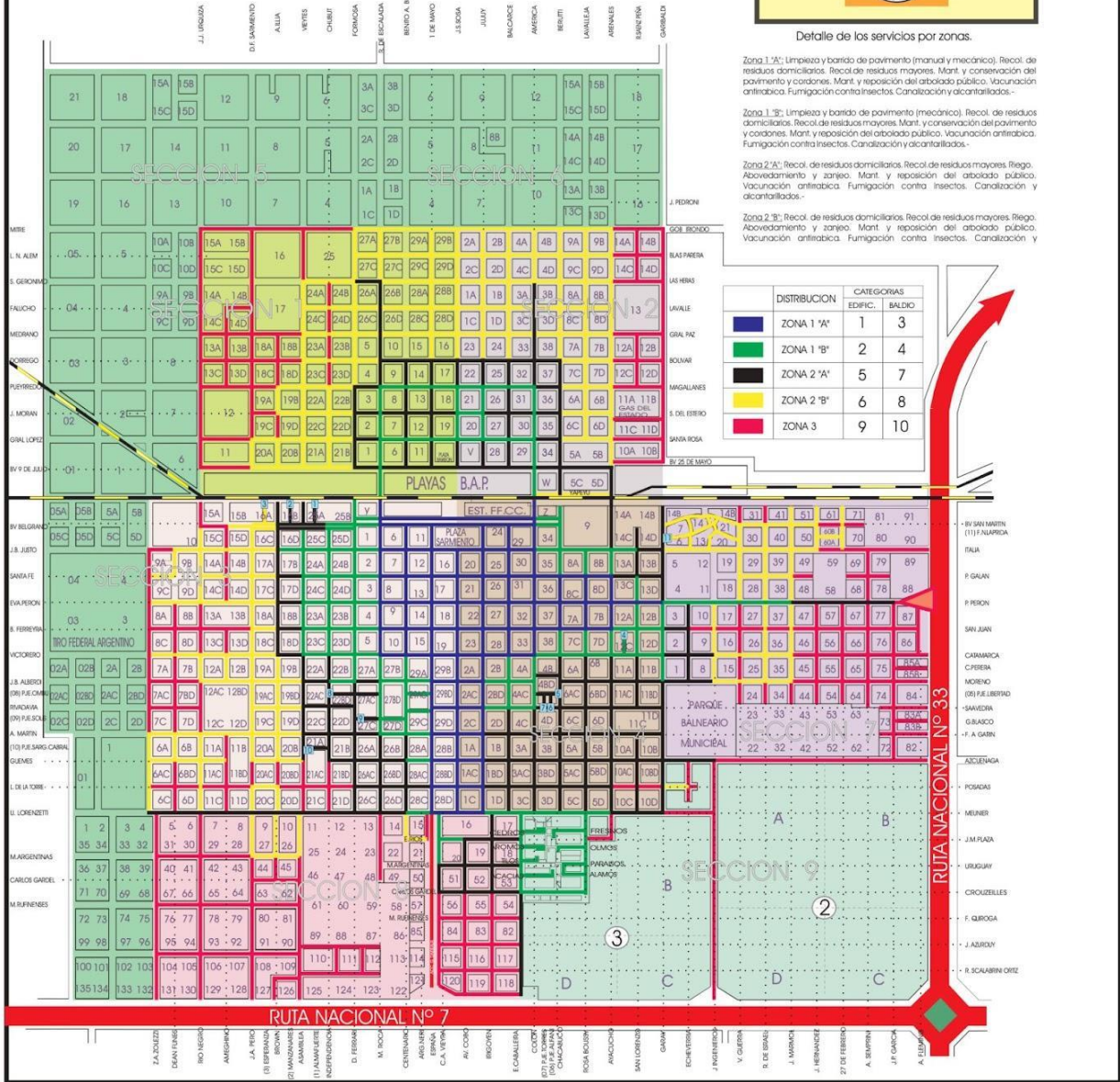


Imagen 08 Ciudad de Rufino - Zonificación según servicios [3]

4.4 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Se detalla a continuación la infraestructura obtenida a partir del censo nacional de población y vivienda 2010.

– Gas natural

La red de gas licuado provisto por Litoral Gas se encuentra a 1,5 km de la ruta 33 y como se puede ver en la siguiente imagen solo el 45% de la ciudad se encuentra provista por este servicio.

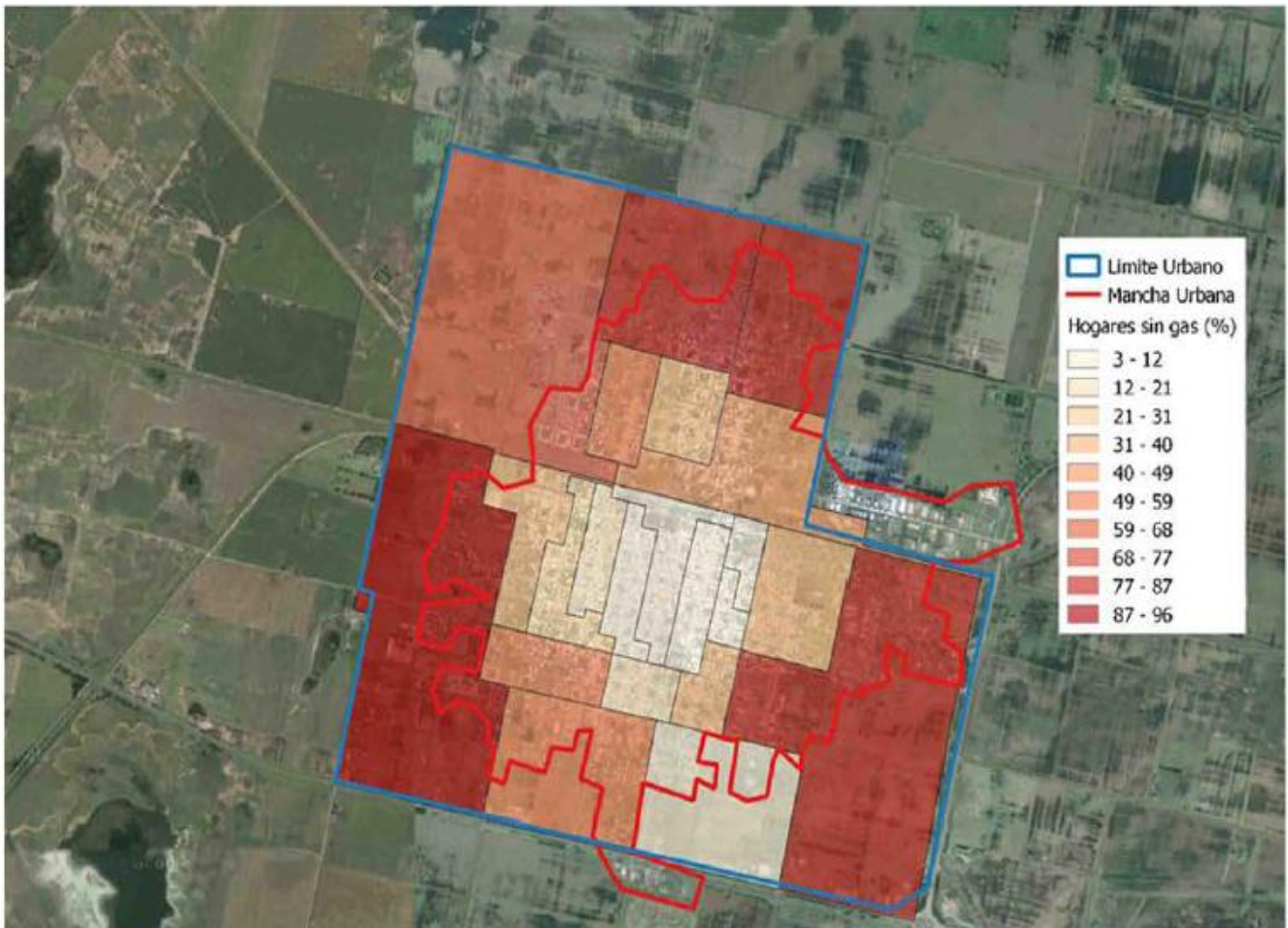


Imagen 09 Áreas de cobertura de gas natural [3]

– Energía eléctrica

La provisión de energía eléctrica de la ciudad de Rufino es brindada por la EPE a través de la cooperativa local (CELR). Además, ante eventuales irregularidades en el suministro la misma cuenta con la asistencia de una planta generadora termoeléctrica que asiste a toda la región.

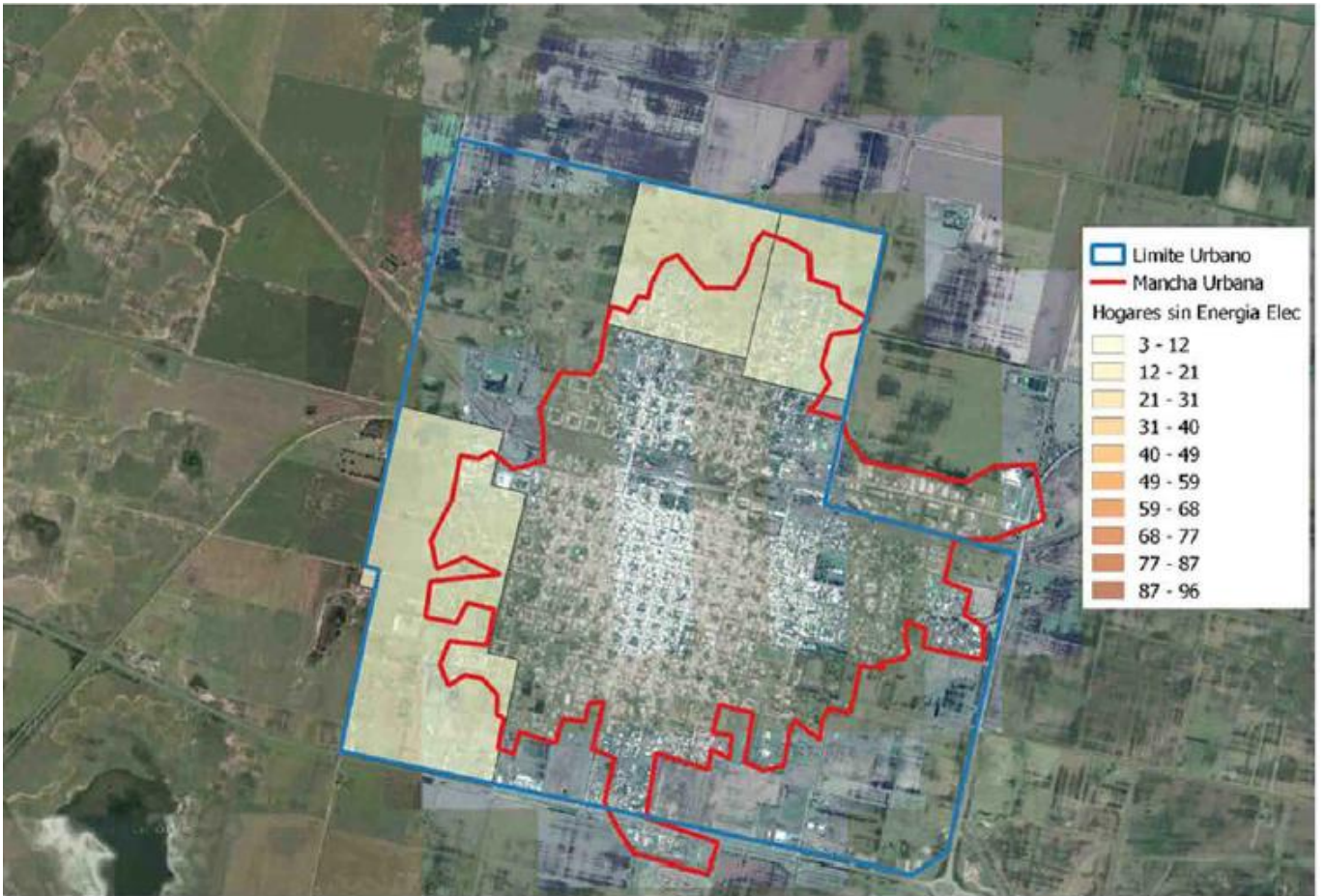


Imagen 10 Áreas de cobertura de tendido de energía eléctrica [3]

– Suministro de agua potable

La provisión de agua potable a la ciudad de Rufino es brindada por Aguas Santafesinas S.A a través de una planta de ósmosis inversa que aprovecha los acuíferos salinos cercanos a la ciudad y también recibe la dotación de pozos de extracción que se encuentran a 20 km del norte de la ciudad. Como se puede observar en la siguiente tabla casi la totalidad de los habitantes poseen este servicio.

Tabla 1 Ciudad de Rufino - Población conectada a la Red de Agua Potable – Aguas Santafesinas

AGUA POTABLE	
Km de longitud de la red	130
Población servida	18962
Conexiones	8297
Medidores	7252

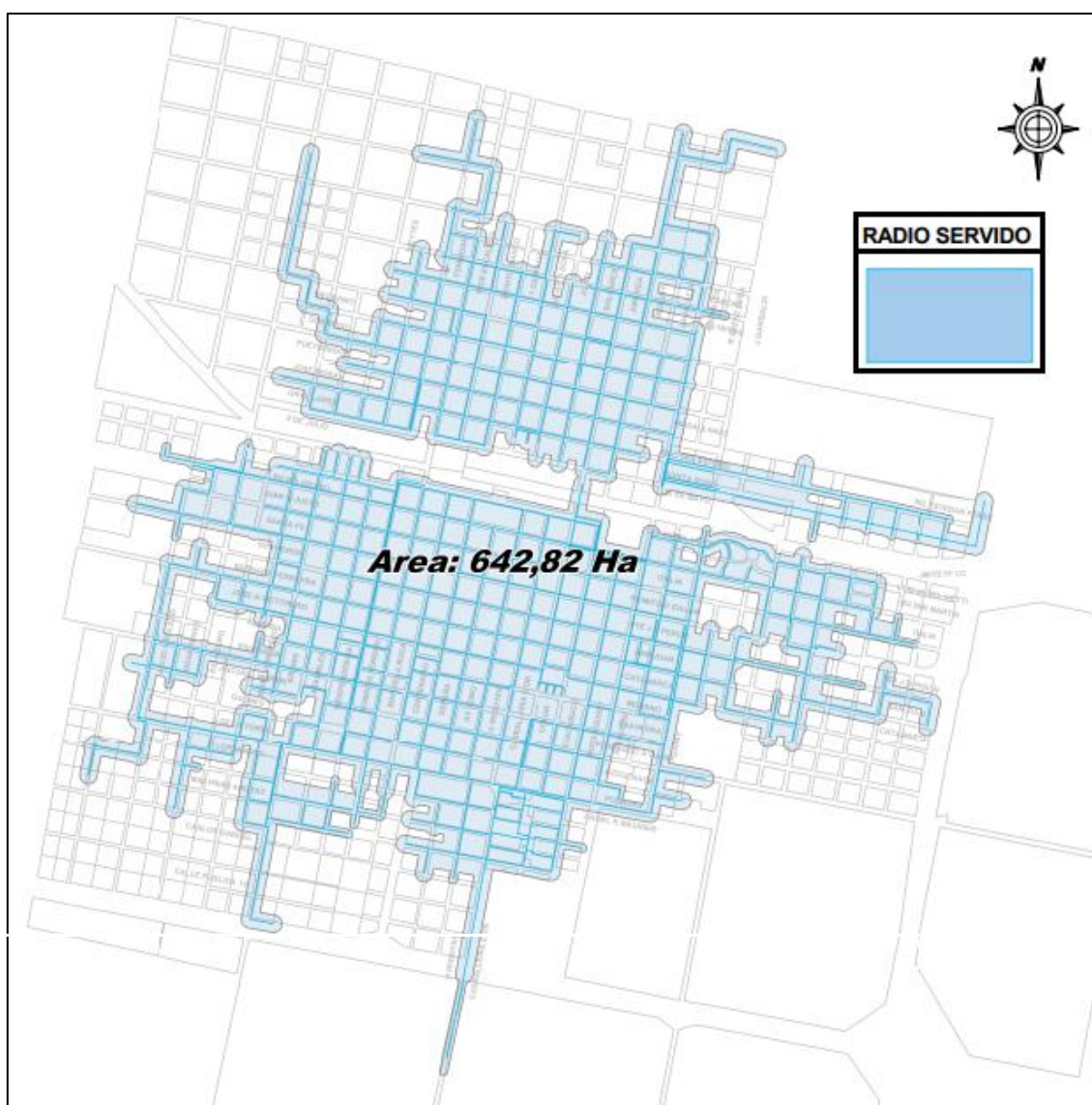


Imagen 11 Radio servido con agua potabilizada a diciembre del año 2020 – Aguas Santafesinas [4]

5 SISTEMA HIDRICO RUFINO Y ZONA

5.1 RUFINO EN LA CUENCA

Descripta ya la ciudad de Rufino, su fundación, crecimiento, servicios con los que cuenta y ubicación dentro de los límites geopolíticos, toca describirla dentro de su entorno hidráulico.

Como ya se mencionó esta ciudad se encuentra dentro del área de influencia de la Cuenca de la Picasa, reservorio natural de agua que se traspasa límites políticos, ocupando actualmente parte del sur de la provincia de Córdoba, suroeste de la provincia de Santa Fe y norte de la provincia de Buenos Aires. Nace en el Río V y desemboca en el Río Salado, Bahía de Samborombón.



Imagen 13 Cuenca Laguna La Picasa [6]

Esta cuenca es de tipo endorreica, es decir, no se encuentra conectada con el mar por lo que el agua que escurre por esta termina su ciclo en la misma, naturalmente se desagota mediante infiltración y evaporación, pudiendo hacerse mecánicamente a través de un sistema de bombeo. Al cierre de esta cuenca se encuentra la Laguna la Picasa, por lo que el agua escurre naturalmente hacia ella. La pendiente regional es menor a 0,004 m/m y tiene dirección oeste – este.

Originariamente la cuenca y la laguna tenían una superficie de 55km² y 1400has, respectivamente. La profundidad de la laguna era de aproximadamente 1m. Como se leerá, la cuenca sufrirá un aumento de la superficie hasta alcanzar 5500km². Se mencionan dos aspectos que combinados contribuyeron a este fenómeno.

Por un lado, se tiene el régimen de precipitaciones. A partir de la década del '70, se inicia un periodo más húmedo, con más pluviosidad media anual que se incrementa durante dicha década hasta los años 2000. Por ejemplo, en la localidad de Laboulaye, ubicada a 68,20km de la ciudad de Rufino, la precipitación media anual hasta la década de 1970 era 752,4mm, mientras que en el periodo 1971 – 2000 fue de 935,8mm. Esto significa un aumento del 24,3%. En los años 1997/98 las precipitaciones alcanzaron un máximo histórico de

1434mm anuales. Como se mencionó que la cuenca es endorreica y su balance hídrico depende de la evapotranspiración e infiltración, si no se utilizan medios mecánicos, se deben analizar los regímenes de temperaturas. El estudio de las mismas refleja que se mantuvieron constantes a lo largo del tiempo, por ende, se modificó el balance hídrico de la región. En la década del 1990 – 2000 las precipitaciones superan los 1200mm anuales, se propicia así la colmatación y desborde de reservorios como la saturación de suelos. Es entonces que desde la década del '90 hay una mayor disponibilidad de agua en la cuenca, escurriendo toda hacia la laguna de La Picasa. [7]

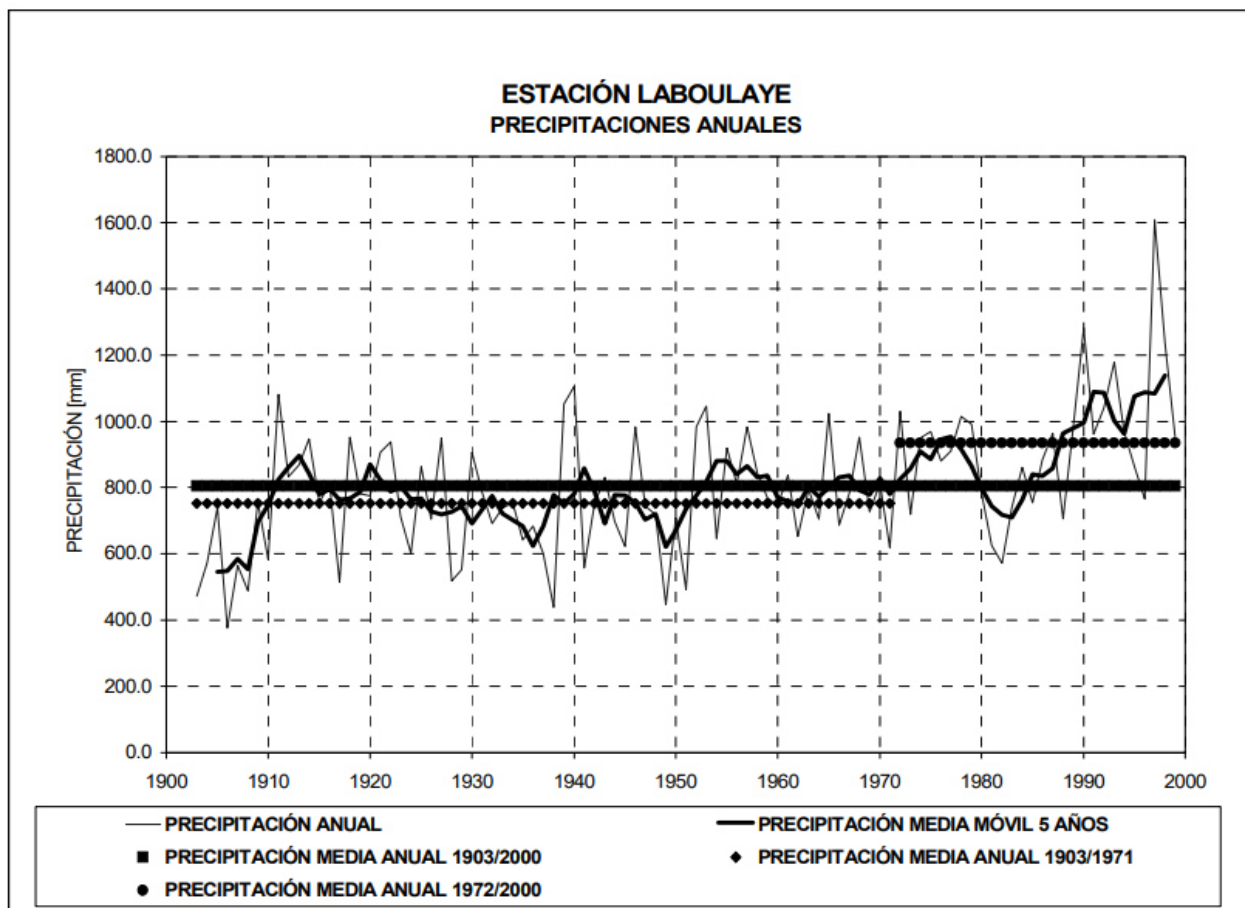


Imagen 14 Precipitaciones anuales - Estación Laboulaye [7]

El otro factor que se debe mencionar es la intervención antrópica en la cuenca natural. La construcción de rutas y vías férreas, canalizaciones y cambio en el uso de suelo son las modificaciones introducidas por el hombre.

Las rutas, caminos y vías férreas se convierten en barreras para el escurrimiento natural del agua al interponerse perpendicular a la pendiente natural. Se suma la falta de alcantarillas que permitieran el paso de agua por debajo de las rutas o vías, favoreciendo el anegamiento de la zona adyacente.

En cuanto a las canalizaciones son tales que permiten el trasvase de agua desde otras cuencas, Córdoba y Buenos Aires, hacia la estudiada. Asimismo, se generaron canales internos en la cuenca. Hubo canales oficiales, como los mencionados para defensa de la ciudad de Rufino, pero también canales no formales. Estos fueron hechos por particulares, sin planificación previa y sin aprobación de las autoridades correspondientes. Los canales, oficiales o no, conducen el agua a mayor velocidad hacia la laguna La Picasa.

Estos comenzaron en la década del '70 y siguieron durante la década del '80 y son fuentes de alimentación para la laguna que hasta mediados de esta década tenía una superficie de 10.000has, alcanzando en el año 1999 una superficie de 16.000has, cortándose la ruta Nacional N°7 y la vía del ferrocarril San Martin.

Por último, pero no menor, se debe mencionar el cambio del uso del suelo. Las practicas más intensivas favorecen la degradación del suelo y se disminuye la capacidad de absorción. Al disminuir la infiltración, se producen mayores escurrimientos superficiales, con la consecuencia de mayores erosiones.

Cabe destacar que Rufino y alrededores no fueron exentos de esta problemática. La zona rural fue declarada situación de desastre agropecuario, debido al exceso de precipitaciones, la elevada napa freática y anegamientos temporarios, el 16 de febrero de 2001. En cuanto a la zona urbana, sufrió su primera inundación en febrero de 1998, cuando se anegaron calles y debieron evacuarse pobladores de dos barrios, y una segunda inundación en 1999. [3] [4]



Imagen 15 Sistema hídrico actual correspondiente a la Laguna La Picara [7]

Mencionado ya los problemas de anegamiento debidos a esos dos factores interrelacionados, se mencionan ahora las soluciones propuestas en la década del 90. El Estado propone soluciones exclusivamente estructurales a partir del diagnóstico realizado por la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral, agrupadas en dos.

Por un lado, se plantearon obras internas de la cuenca, para ordenar y mejorar el drenaje de zonas internas de la misma, a partir de la retención de aguas en bajos y lagunas, conduciéndola hacia la laguna La Picara, que es el cierre de la cuenca. Esto se logra con canalizaciones y obras de regulación.

Por el otro lado, obras para transferir los excedentes hacia la cuenca del Rio Salado en provincia de Buenos Aires. Se dará este trasvase a través de dos vías, Alternativa Norte y Sur. Ambas terminan con una estación de bombeo para evacuar el agua y obras de conducción. Se puede observar en la Imagen 16 como es la conducción en la Alternativa Norte.



Imagen 16 Conducción Alternativa Norte [8]

Estas soluciones dependen de la Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación e incorporadas al Plan Federal de Control de Inundaciones, en el año 2003. Como ya se mencionó, la cuenca se encuentra en tres provincias, es por esto y por los conflictos que se produjeron que tuvo que intervenir la Nación y la solución depende de esta.

5.2 RUFINO COMO LOCALIDAD

La ciudad de Rufino se encuentra en un paso obligado en el escurrimiento natural del agua. La escasa diferencia de niveles, propio de la llanura pampeana, la presencia de los terraplenes del ferrocarril y rutas nacionales, actúan como factores y barreras que hacen propensa a la ciudad a ser inundada.

Se propuso entonces un plan por parte de las autoridades para tratar de proteger la ciudad de posibles inundaciones producto del agua que escurre por la cuenca y propia de la ciudad. Se diseñaron canales perimetrales a los límites del tejido urbano, generando de este modo, una serie de barreras para evitar el ingreso de agua a la localidad y pensando que reciban la descarga del sistema pluvial urbano.

La propuesta desarrollada en el presente proyecto, no tiene el alcance del desarrollo del ordenamiento hídrico urbano completo u otro tipo de obras a nivel regional, sino que se ha limitado el sector en estudio de acuerdo a la información proporcionada por la Municipalidad, con aquellos sectores donde puede considerarse que aportan a la laguna proyectada.

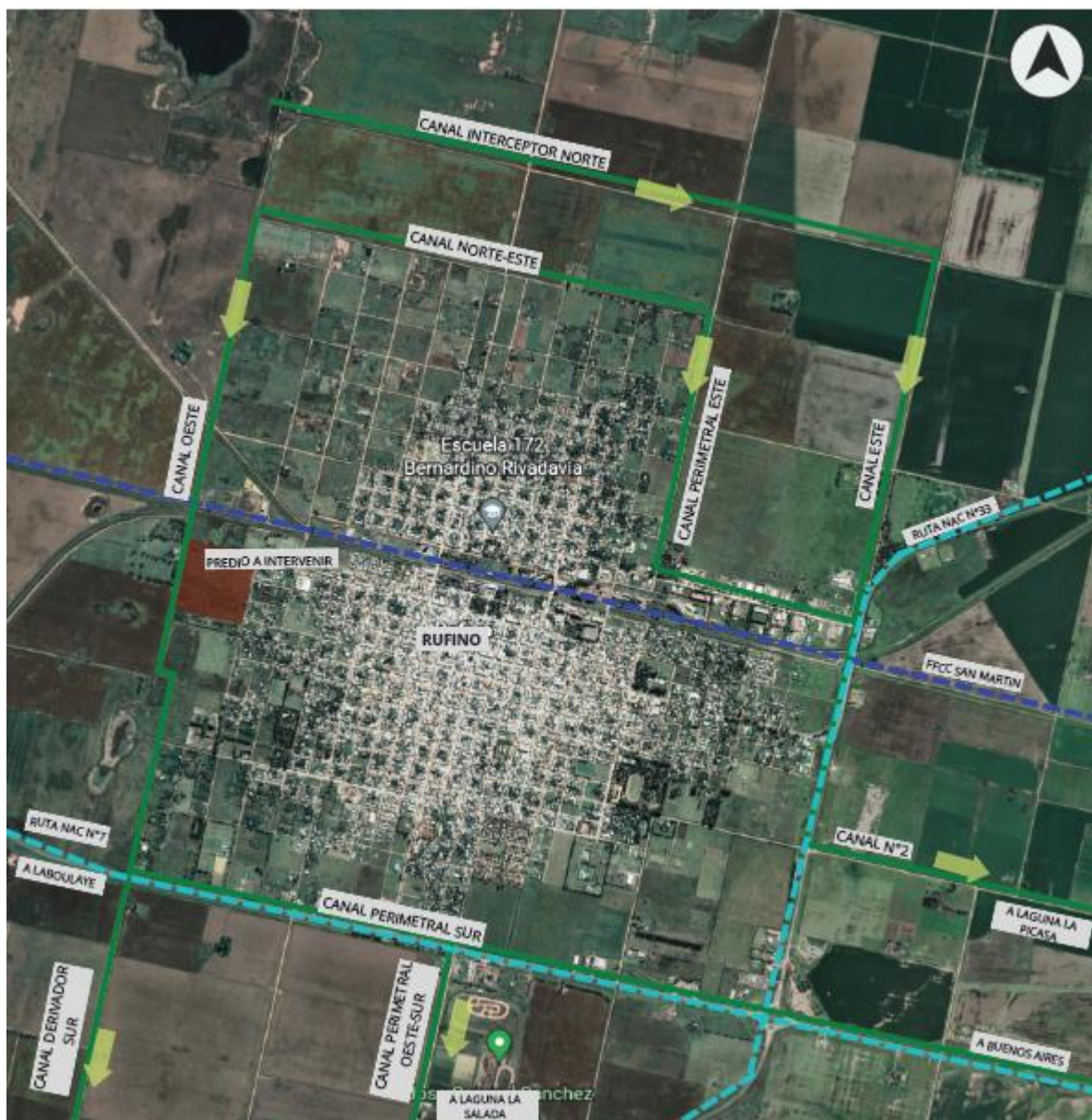


Imagen 17 Canales existentes perimetrales ciudad de Rufino

Los canales existentes que son parte de las obras de protección contra las inundaciones se observan en la imagen anterior, Imagen 17. Se observa en la misma un área sombreada de color bordo, área donde se proyecta el Parque Oeste.

El canal denominado Norte-Este, bordea la ciudad por el norte y este de la ciudad, cruza la ruta nacional N° 7 y desemboca en la laguna de La Picasa. El canal Oeste-Sur, rodea la ciudad por el oeste y sur, descargando en la laguna La Salada, para luego desembocar en el Canal La Picasa.

Los excedentes provenientes aguas arriba de Rufino, conducidos por este último canal, terminan en la laguna de La Salada, usada con fines recreativos.

Este sistema desde su diseño y materialización, sufrió grandes cambios en su funcionamiento debido a las canalizaciones no formales que se hicieron en los campos aledaños. Zonas que se pensaban para la amortiguación de crecidas fueron drenadas con estos canales, volcando un volumen de agua mayor que el pensado en la planificación del anillo protector de la ciudad de Rufino.

El sistema de desagües pluviales de la ciudad se conforma de canalizaciones a cielo abierto y encauzadas como se observan en la siguiente imagen, teniendo todos sus destinos en los canales perimetrales.

Para hacer la conexión entre los canales internos y los periféricos se realizaron 4 estaciones de bombeo en las siguientes ubicaciones.

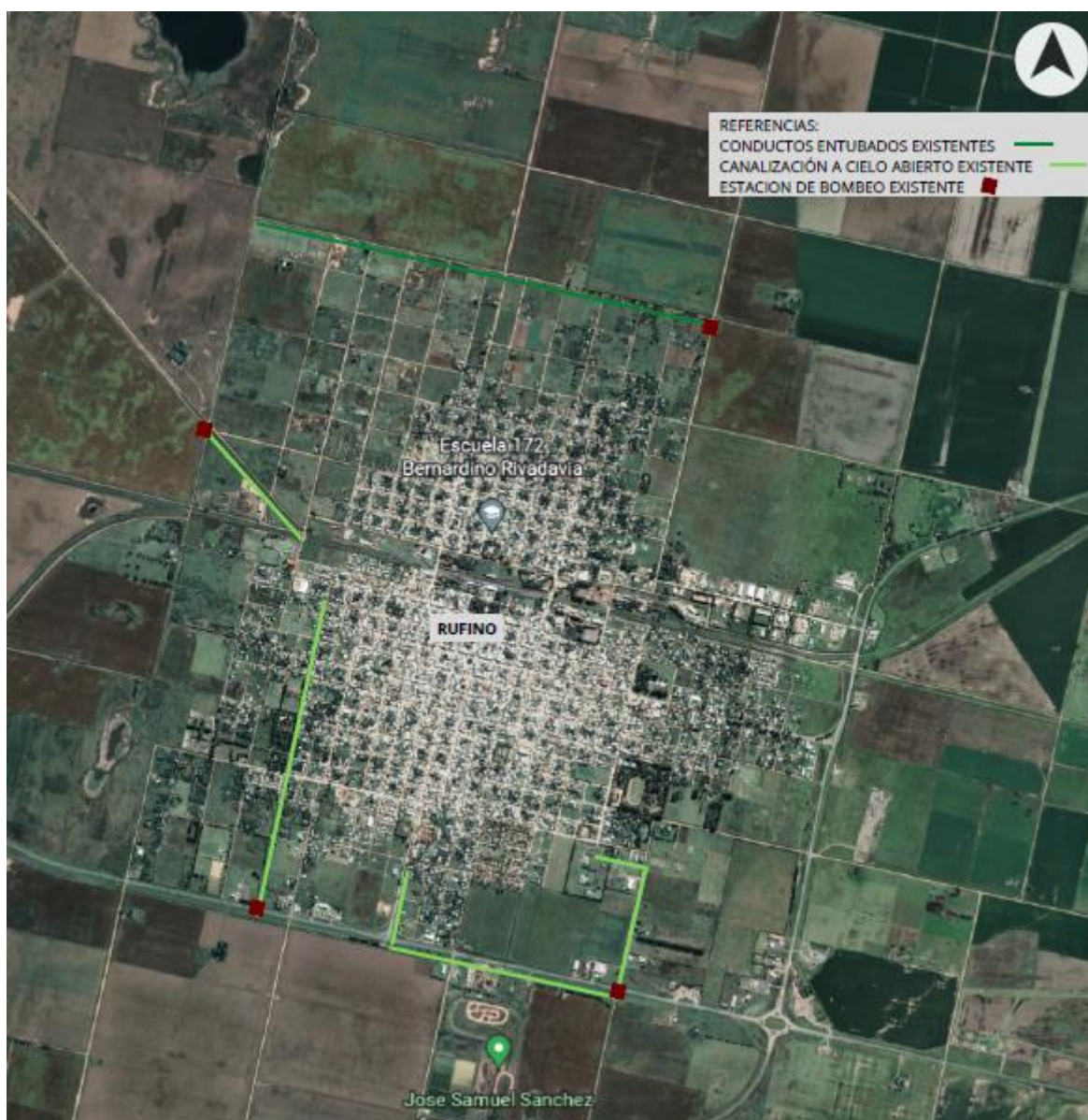


Imagen 18 Canales internos y estaciones de bombeo, existentes.

El objetivo de las estaciones de bombeo es evacuar el agua que escurre canalizada en la ciudad hacia los canales perimetrales que luego conducirán el agua por la cuenca.

6 PROBLEMÁTICA EXISTENTE Y PLANTEO DE ALTERNATIVAS

Descritos en esta memoria los problemas de anegamientos de la zona y los propios de la Ciudad de Rufino, se explicará el problema que aborda el diseño de la Laguna Estable en el parque recreativo natural justificando el proyecto de la misma.

Como se dijo, característico de esta cuenca es el lento escurrimiento y el extremadamente bajo gradiente de infiltración del suelo, produciéndose caudales elevados en su totalidad. Las canalizaciones formales y no formales se encuentran para cualquier época saturadas de agua, siendo fuente constante de alimentación para la laguna de La Picasa.

La ciudad de Rufino también sufre los mismos inconvenientes. Las pendientes propias de la ciudad son de 1%, siendo una ciudad característicamente llana, produciéndose un escurrimiento también muy lento. Debido a la fuerte urbanización, los usos de suelo variaron en gran parte de la ciudad. Donde se tenía verde con suelos permeables, ahora se tienen patios, calles o casas, logrando un mayor nivel de impermeabilización. Es entonces que los volúmenes de agua que se producen escurriendo por la cuenca urbana y llegan a las mencionadas estaciones de bombeo son elevados.

Al tratar de bombear el agua de la cuenca urbana a los canales perimetrales, se produce la situación que estos ya están trabajando con un nivel elevado debido al exceso de agua que conducen desde cuencas aguas arriba.

Ya se introdujo el objetivo, pero luego de esta contextualización es importante recordarlo. El proyecto de una laguna que funcione como almacenamiento temporal del agua producto de las precipitaciones que escurre por el tejido urbano implantada en un parque recreativo natural. Se busca que esta retenga el volumen generado por una serie de lluvias antes de ser descargado mediante una estación elevadora hasta el canal Oeste-Sur, aliviando la descarga en el canal perimetral y pudiendo decidir un momento adecuado para hacerlo.

En caso de que la estación elevadora tenga alguna situación que impida su correcto funcionamiento se diseñaran dos conductos que evacuaran la laguna a gravedad. Estos conductos estarán conectados al mismo canal Oeste – Sur, mediante compuertas. Se puede observar en el Plano 05.

Además del análisis hidráulico e hidrológico, se mencionarán algunos objetivos que se creen que se cumplirán implementando este proyecto. Estos objetivos son algunos de los planteados por el Desarrollo Sustentable por parte de las Naciones Unidas.

7 DISEÑO Y CALCULO DE LA LAGUNA ESTABLE

7.1 UBICACIÓN DEL PREDIO

Como ya se mencionó previamente, el proyecto surge de estar en contacto con las autoridades de la ciudad de Rufino. Es por eso que el predio a intervenir ya estaba definido por ellos, buscando revitalizar la zona y solucionar problemas de contaminación debido al ex - basural.

Esta superficie tiene la ventaja de estar cercano al canal Oeste – Sur, permitiendo la descarga de la laguna proyectada en este canal. Además, las pendientes naturales de la ciudad conducen el agua hacia el mismo.



Imagen 19 Ubicación del predio propuesto

La laguna se ubicará en un terreno de 20 has limitado por el canal Oeste-Sur al oeste del mismo y al este del mismo la calle Z. A. Zolezzi. Al norte se encuentra la calle Juan B. Justo y al sur Victorero, indicado en la Imagen 19.

En la Imagen 20 se observa el escurrimiento de la cuenca urbana, mostrando como se dirige el agua hacia el terreno a intervenir.



Imagen 20 E scorrimento de la cuenca urbana

Luego de delimitar el terreno y su cuenca urbana de aporte, lo siguiente fueron los cálculos hidrológicos e hidráulicos correspondientes al proyecto. Para ello primero fueron necesario definir los principales parámetros indicados a continuación.

- Recurrencias de trabajo.
- Tiempo de concentración e intensidad de lluvia.
- Área de cuenca urbana que escurre hacia la laguna.
- Coeficiente de escorrentía correspondiente a las distintas recurrencias y áreas permeables e impermeables.

Estos son utilizados en la aplicación del Método Racional Modificado el cual resulta en caudales y volúmenes que escurren por la cuenca. Se justifica el uso de este método por ser una cuenca urbana

pequeña, menor a 2,5km². Es un método utilizado ampliamente en proyectos de sistemas de drenaje urbanos.

Con los valores anteriores se aplicó el método mencionado en distintos cálculos y para el diseño de:

- Conductos pluviales urbanos.
- Obra de arte por debajo del ferrocarril San Martín.
- Caudales que llegan a la laguna y volúmenes a embalsar.
- Tirantes que se formarán en la laguna debido a lluvias de distintas recurrencias.
- Conductos a gravedad.
- Diseño del sistema de bombeo.

7.2 DETERMINACIÓN DE PARAMETROS MÉTODO RACIONAL MODIFICADO:

Se utilizará a lo largo de todo el proyecto el Método Racional Modificado. Los parámetros necesarios, como ya se mencionó precedentemente, para este método son:

7.2.1 RECURRENCIAS DE DISEÑO

El escurrimiento por la cuenca urbana hacia la laguna se dará de dos formas interrelacionadas entre sí. El volumen de agua producto de las precipitaciones escurrirá superficialmente por los lotes y las calles hacia puntos de captación denominados sumideros. Estos puntos son la entrada al sistema de conductos pluviales urbanos, dándose en ellos el segundo tipo de escurrimiento, el encauzado.

Debido a los distintos elementos interrelacionados que tendrá el sistema desde el escurrimiento superficial hasta alcanzar la laguna mediante los conductos se trabaja con distintas recurrencias.

Estas son:

- 2 años: recurrencia usada para calcular el caudal y volúmenes que se producen debido a tormentas frecuentes.
- 5 años: es la recurrencia utilizada para el diseño de los conductos pluviales urbanos. Este valor se toma frecuentemente entre 2 y 10 años debido a que este sistema debe dar respuesta ante posibles anegamientos para lluvias de bajas recurrencias. Contribuye además a minimizar daños y mantenimiento de las calles creando un sistema urbano ordenado con los beneficios sociales adheridos. Para esta recurrencia se admite que la sección transversal de la calle se encontrará completamente inundada.
- 100 años: es la recurrencia asociada a eventos extraordinarios. Para esta recurrencia el sistema de conductos pluviales transportará parte de la escorrentía, se generarán excedentes superficiales que inundarán la calle completamente, entre frentes de casas. Esta recurrencia se utiliza para evaluar posibilidad de riesgo de pérdidas de vidas y daño a infraestructura.

7.2.2 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN E INTENSIDAD DE LLUVIA

- Tiempo de concentración:

Se considera la sumatoria de tiempo de escurrimiento mantiforme, por calle y por conductos.

Estos tres valores varían según distintos parámetros. Se pueden observar en las tablas del Anexo 2: Memoria de cálculo.

- Intensidad de lluvia:

La intensidad de lluvia se obtiene a partir de aplicar las curvas IDR, intensidad duración y recurrencia.

Como no se cuenta con información de la ciudad de Rufino y debido a la cercanía con la ciudad de Casilda, se utilizarán las curvas IDR de esta última para el cálculo.

La intensidad se calculó para las recurrencias 5 y 100 años.

La duración de la lluvia se admitió igual al tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más alejado hasta el punto de cierre, en nuestro caso la laguna.

La lluvia se supone uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, válido en la extensión pequeña.

7.2.3 AREA DE LA CUENCA URBANA

El caudal resultante depende, entre otros factores, del área de la cuenca. En este caso se relacionan las recurrencias analizadas con el área de la cuenca urbana. Para la recurrencia de 5 años se tiene un área menor que para la recurrencia de 100 años.

Como se puede observar en la Imagen 20, sentidos de escurrimiento del agua en la zona adyacente al predio a intervenir, que hay un canal interno existente que se dirige al noroeste desembocando en el canal Oeste.

Para las dos recurrencias en estudio el comportamiento del canal es distinto. Para una recurrencia de cinco años este canal puede conducir el agua hacia el canal Oeste, sin sufrir desbordes. Por lo tanto, como se observa en la imagen 21, el área al norte de este canal no se encuentra incluida en la cuenca urbana para la recurrencia mencionada.

En cambio, para recurrencias de 100 años, que están asociadas a eventos extraordinarios, el canal interno no tiene la sección necesaria para conducir el agua que escurre hacia el mismo y descargarla en el canal Oeste. Es por esto que para esta recurrencia el área de aporte a la laguna en estudio es mayor, siendo mayor el caudal resultante y los volúmenes que escurren. Podemos ver entonces que la cuenca urbana ahora incluye el sector que para la recurrencia de 5 años quedaba excluida, en la Imagen 22.

Cabe aclarar que las fotos obtenidas de GoogleEarth son del año 2022, pero los conductos pluviales que serán explicados más adelante en la memoria, fueron diseñados para el caudal en una situación de urbanización futura. Esto quiere decir que las manzanas que hoy se ven como terrenos verdes sin edificar, en un futuro estarán urbanizados con viviendas familiares, por lo tanto, se analizó y se observa en la tabla 2 los porcentajes de áreas permeables e impermeables para el año 2022 y para el año proyectado.

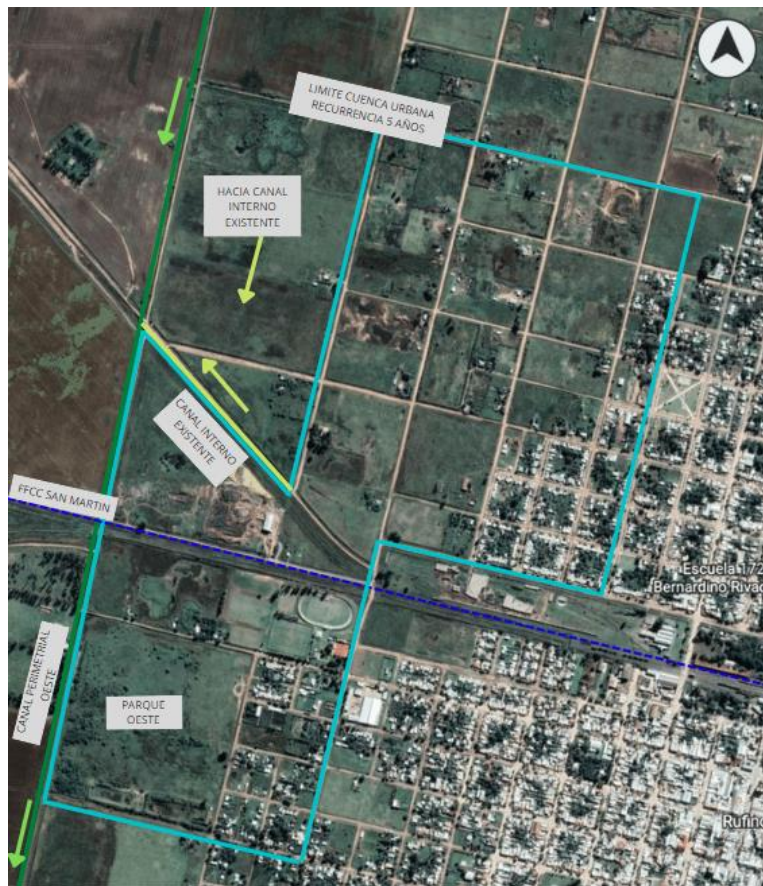


Imagen 21 Área de cuenca para recurrencia 5 años

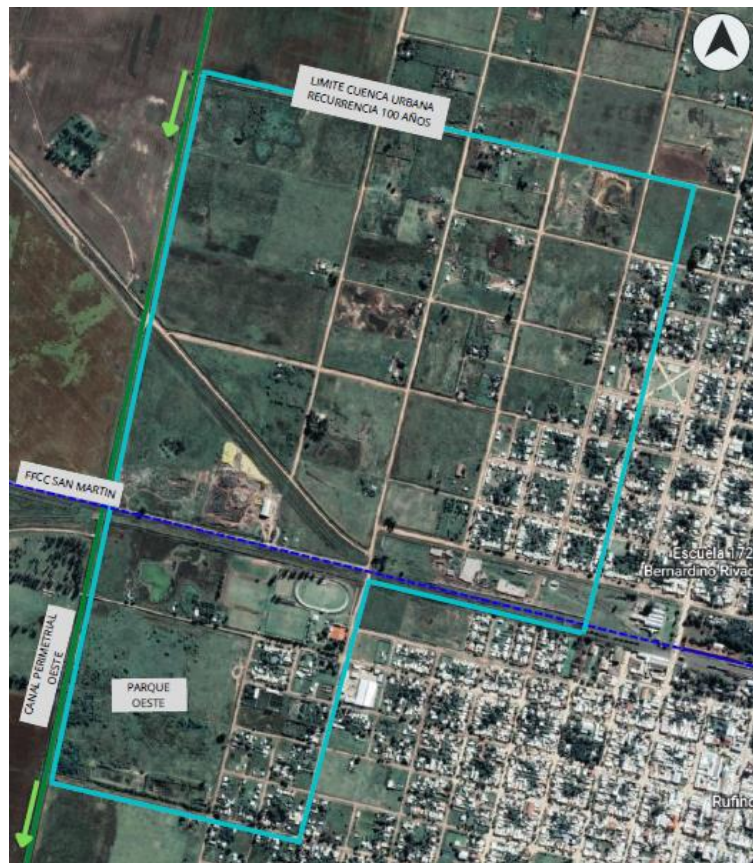


Imagen 22 Área de cuenca para recurrencia 100 años

Las áreas totales para ambas recurrencias son:

Tabla 2 Área cuencas y porcentajes de uso de suelo. Valores adoptados para el cálculo.

Recurrencia 5 años		
Área total	1,58	[km ²]
Porcentaje	Permeable	Impermeable
Condición actual	80,4	19,6
Condición urbanizada	39,6	60,4
Recurrencia 100 años		
Área total	2,00	[km ²]
Porcentaje	Permeable	Impermeable
Condición actual	84,5	15,5
Condición urbanizada	38,5	61,5

Se observan los porcentajes de áreas permeables e impermeables por una cuestión de que relacionado a estas el coeficiente de escorrentía, apartado siguiente, varia. Por lo tanto, los parámetros no son independientes sino interrelacionados.

Hay que mencionar también que el terraplén del ferrocarril es una barrera física importante, quedando dividida la cuenca en dos subcuencas, la cuenca Norte y la Sur. Esto se puede observar claramente en el Plano 02.

7.2.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

Este coeficiente numérico indica la relación entre el índice de escorrentía y la precipitación anual, dependiendo el valor según la recurrencia en estudio. Se debe determinar según el uso de suelo. En nuestro caso se puede distinguir los jardines, plazas, parques, de las calles, veredas, patios. Esta distinción se debe a que el primer conjunto se trata como suelo permeable, es decir, parte de la precipitación infiltrará y parte escurrirá. En contraposición con el segundo grupo, suelo que se puede considerar impermeable.

Los valores de coeficiente de escorrentía se encuentran tabulados por distintos autores. Se adoptan los coeficientes del “Manual UDFCD, Denver, Colorado, EEUU”. Las áreas permeables se considera la situación de “Parques y cementerios” y para las impermeables la situación de “Viviendas múltiples conjugadas”. Estos valores se encuentran incorporados a la ley provincial 13246.

Pero, como la cuenca urbana tiene áreas permeables e impermeables, se trabaja con un coeficiente de escorrentía ponderado. Esto quiere decir que el coeficiente para zona permeable y zona impermeable se pondera con el porcentaje de área de la cuenca correspondiente.

Se tuvo en consideración, de acuerdo a la vida útil de la obra, la evolución de la población en la ciudad de Rufino. Es decir, los porcentajes de permeable e impermeable variaran con el tiempo. Esto se debe a que mayor cantidad de superficie será impermeabilizada en la construcción de viviendas, calles, accesos, etc., por lo tanto, varia en conjunto el coeficiente de escorrentía ponderado.

Al tener mayor superficie impermeable los caudales resultantes que escurren por la cuenca serán mayores. Al diseñarse una obra de gran envergadura, conductos pluviales y laguna estable, se justifica el uso del coeficiente de escorrentía de la situación urbanizada.

Tabla 3 Coeficientes de escorrentía

Coeficiente de escorrentía		
Recurrencia 5 años		
	Actual	Urbanizado
Permeable	0,180	0,180
Impermeable	0,450	0,650
Ponderado	0,233	0,464
Recurrencia 100 años		
	Actual	Urbanizado
Permeable	0,180	0,450
Impermeable	0,450	0,800
Ponderado	0,222	0,661

Obtenidos los parámetros anteriores para los escenarios de recurrencias 5 y 100 años, actual y urbanizado, se siguió con el proyecto en el orden mencionado anteriormente.

Esta diferencia entre coeficientes de escorrentía se debe al aumento de área impermeabilizada.

8 CONDUCTOS PLUVIALES URBANOS

Ya se hizo mención a la forma de escurrimiento del agua superficial por la cuenca. Se dijo que se divide en el escurrimiento por el lote, luego por la calle hacia los sumideros siendo estos los puntos de captación para el ingreso de la escorrentía hacia los conductos pluviales.

Las precipitaciones escurren naturalmente hacia el sur, debido a las pendientes propias de la cuenca. Debido a que la ciudad está dividida en dos por el ferrocarril, el agua se encuentra en su camino por una barrera. Esto, sumado a las pendientes de 1% de la cuenca, favorecen al anegamiento de los lotes. Es por esto seguramente una de las razones por la cual la parte norte de la cuenca urbana en estudio se encuentra menos urbanizada y muchos de estos terrenos todavía no se encuentran desarrollados ni subdivididas las calles.

Lo primero que se hizo entonces fue subdividir la cuenca en áreas tal que la calle tuviera la capacidad de conducción para que el caudal que se produce en esas divisiones pudiera llegar hasta los sumideros sin inundar la vereda. Estas subdivisiones se hicieron para la cuenca Norte y para la Sur, siendo el fin de los conductos planificados el reservorio de agua estudiado.

Es por esto y porque los conductos se diseñan para la condición urbanizada que hubo primero que subdividir los lotes y pensar los sentidos de escurrimiento de las futuras calles.

Se hace notar que no todos los terrenos podrán ser loteados para viviendas debido al actual uso de los mismos. Por ejemplo, hay un gran terreno que se utiliza para extracción de suelos que sería difícil lotear para construir. Por lo tanto, se proponen ciertas superficies que se mantenga su uso de suelo, aprovechando que estas recomendaciones serán también parte de las medidas no estructurales que se propondrán al término de la memoria.

Estas medidas no estructurales se refieren a ciertas recomendaciones que se harán en cuanto a usos de suelos, por ejemplo, para que los caudales que escurren por la cuenca no sean tan elevados, disminuyendo de esta manera los volúmenes que llegaran al reservorio.

Se puede observar en el Plano 02, la cuenca urbana y la subdivisión de cuencas.

Se debe hacer la aclaración de que hay parte de la cuenca Norte que por el sentido de escurrimiento de las calles no van hacia ningún sumidero de los que se ven en la imagen. Esto quiere decir, que irán desde nuestra cuenca a puntos de captación de otras cuencas. Se encuentra la aclaración en el Plano 02.

Ya planteados los lotes y las calles nuevas, con sus sentidos de escurrimiento, se aplicó el Método Racional modificado con una recurrencia de 5 años para el dimensionamiento de los conductos. Se pueden observar en el Plano 02.

- Subcuenca Norte: dos grandes ramales recolectan el agua, encontrándose en el punto E. Los conductos continúan por debajo del ferrocarril San Martín, dirigiéndose hacia la laguna.

La cuenca Sur y sus captaciones son independientes de estos. Es decir, el agua recolectada irá por otro sistema de drenajes.

- Subcuenca Sur: las captaciones y los conductos de esta subcuenca tienen solamente un tramo de conductos que ingresa directamente a la laguna.

Ya se mencionó que Rufino tiene pendientes del 1‰, por lo tanto, los conductos se adoptaron de sección rectangular con una pendiente de 1,5‰, la mínima materializable. Además, este tipo de sección requiere de menores tapadas que los conductos circulares, siendo crítico en el análisis la profundidad del último tramo de conductos que descarga en la laguna. De esta cota dependerá el movimiento de suelos para la laguna, sus niveles de funcionamiento y la pendiente hidráulica para un buen funcionamiento de los conductos.

Las secciones de los conductos para cada tramo se observan en el Anexo 2 y se observan, como ya se mencionó en el Plano 07. Para el cálculo hidráulico de los conductos se tuvo en cuenta el caudal que escurre por la cuenca analizada, pero cabe destacar que debido a las condiciones de borde hidráulicas y las características propias de la región con escasa pendiente, los conductos resultan en una sección importante e hidráulicamente antieconómicas. El diseño urbano en sí, requiere un estudio y relevamientos previos, fuera del alcance de este proyecto.

El pase de los conductos por debajo del ferrocarril San Martín que conduce el agua desde la subcuenca Norte hacia la laguna se observa en los planos de los perfiles transversales, Plano 07.

Se aclara que los espesores de las losas de fondo, superior y tabiques no fueron calculados ya que no están dentro del alcance de este proyecto. Se tomaron como plano tipo los esquemas estructurales de “Colector principal Larrea – Cuenca Flores, Ciudad de Santa Fe. Proyecto ejecutivo y especificaciones técnicas”.

9 OBRAS DE ARTE TERRAPLEN FERROCARRIL SAN MARTIN

Ya descrito el escurrimiento de la cuenca urbana y como el terraplén del ferrocarril San Martin divide a la misma en dos subcuencas, Norte y Sur, es necesario estudiar esta situación. Esto se puede observar en el Plano 02.

Para una crecida extraordinaria, es decir, una recurrencia analizada de 100 años, el sistema de desagües pluviales no tiene capacidad suficiente para conducir toda el agua que escurrirá por la cuenca urbana. Por lo tanto, parte del caudal escurrirá superficialmente.

Es por esto que el agua será conducida por las calles hacia la laguna. El problema es que en el cierre de la subcuenca Norte se encuentra con una barrera física, el terraplén, que le impide seguir escurriendo, generándose un pequeño embalse e inundando el área aledaña al mismo.

Se debe generar entonces una sección que permita la continuidad del escurrimiento hacia su destino pero que no reduzca el paso de tal forma que se generen velocidades inadmisibles para la seguridad de los ciudadanos.

En el Plano 09 se pueden observar las secciones en las cuales estarán estas obras de arte. Serán 4 secciones rectangulares con dimensiones 2,00m x 1,30m.

10 LAGUNA ESTABLE

10.1 CAUDALES Y VOLUMENES A EMBALSAR

Como el objetivo de la laguna, desde el punto de vista hidráulico, es retener cierto volumen de agua que escurre por la cuenca producto de precipitaciones frecuentes y extraordinarias se trabajaron con ciertas recurrencias para encontrar esos volúmenes.

Las recurrencias analizadas fueron de 2, 5 y 100 años. Las dos primeras alcanzaran la laguna escurriendo por los conductos de las cuencas Norte y Sur, mientras que la última alcanza la laguna escurriendo superficialmente.

Los caudales y volúmenes calculados mediante el Método Racional Modificado fueron:

Tabla 5 Caudales y volúmenes

Entrada a la laguna						
Recurrencia	Cuenca	Caudal [m ³ /s]	Volumen [m ³]	Laguna [Has]	Tirante [m]	Total [m ³]
2 años	Norte	10,8	19244,2	4	0,56	22213
	Sur	1,6	2969,1			
5 años	Norte	12,0	27836,0	4	0,79	31537
	Sur	2,1	3701,1			
100 años	Calle					
	Norte	20,4	76064,2	4	2,07	82692
	Sur	1,7	6627,3			
	Conductos					
	Norte	11,81	32401,83	4	0,93	37235
Sur	2,31	4832,78				

Para la recurrencia de 100 años se hace la distinción entre la parte del caudal que escurrirá por los conductos trabajando a sección llena y el escurrimiento por la calle.

10.2 NIVELES

Un gran condicionante, en principio, en este proyecto es el movimiento de suelos. Al ser un terreno prácticamente plano para materializar la laguna se deberá excavar la superficie y profundidad que sean necesarias.

Se puede observar en el Plano 04 la laguna en el terreno. Esta laguna tiene una superficie de 6,30has.

En el Plano 05 se puede observar un corte transversal de la laguna y allí se observa que la cota de fondo de la misma que coincide con la cota de fondo de los conductos que descargan en la laguna. Para optimizar los volúmenes de suelo excavados y generar espacios recreativos cercanos al espejo de agua, se pensó la forma del fondo escalonándola. Además, como se verá más adelante, el tirante máximo de la laguna es en la cota 115,31m (referido al IGN), por lo tanto, se forman terrazas para que los visitantes del parque puedan acercarse al agua y aprovechar esos espacios para recreación.

Con la forma de la laguna ya presentada, se resumen a continuación para las distintas recurrencias de trabajo cuales son los niveles alcanzados.

Tabla 6 Niveles

Recurrencia	Nivel [m]	Volumen [m3]
2 años	115,18	22213
5 años	115,57	31537
100 años	116,83	82692



Imagen 23 Niveles de la laguna para distintas recurrencias

Se puede observar lo antes mencionado en la imagen 23, los distintos niveles de agua para las recurrencias en estudio y como pueden disfrutar los que se acercan al parque, la proximidad con el agua.

Hasta este punto se analizaron y diseñaron los sistemas pluviales de la cuenca urbana en estudio. Para distintas recurrencias se calcularon caudales, volúmenes que llegan y que cotas que se generan en la laguna.

En simultaneo con el análisis que se hizo hasta este punto, hubo que estudiar que los conductos que llevan el agua hasta la laguna trabajen correctamente. A continuación, se presenta este análisis presentado en el punto 13.

Como la laguna será desagotada mediante bombeo, elevando el agua desde la misma hasta el canal Oeste, se calculó la estación elevadora necesaria para distintos regímenes de bombeo.

Ya teniendo la laguna, sus dimensiones y sus niveles, se diseñó el parque a su alrededor.

Por último, pero no menos importante, se realiza el análisis ambiental del proyecto.

10.3 CONDICIONES DE BORDE Y NIVELES

Para los niveles de trabajo de la laguna se consideraron las siguientes condiciones de borde:

- Cota del primer punto del sistema pluvial y cota de acometida de los conductos: cota del punto F del sistema pluvial urbano y la cota a la cual desaguan los conductos pluviales en la laguna. Las cotas determinantes son la de los conductos de la subcuenca Norte. Esto se puede observar en la Imagen 17. En color azul se observan los conductos y en color verde los sentidos de escurrimiento. La cota del punto F es la cota del terreno natural y la cota que alcanza la laguna los conductos es su cota de fondo.

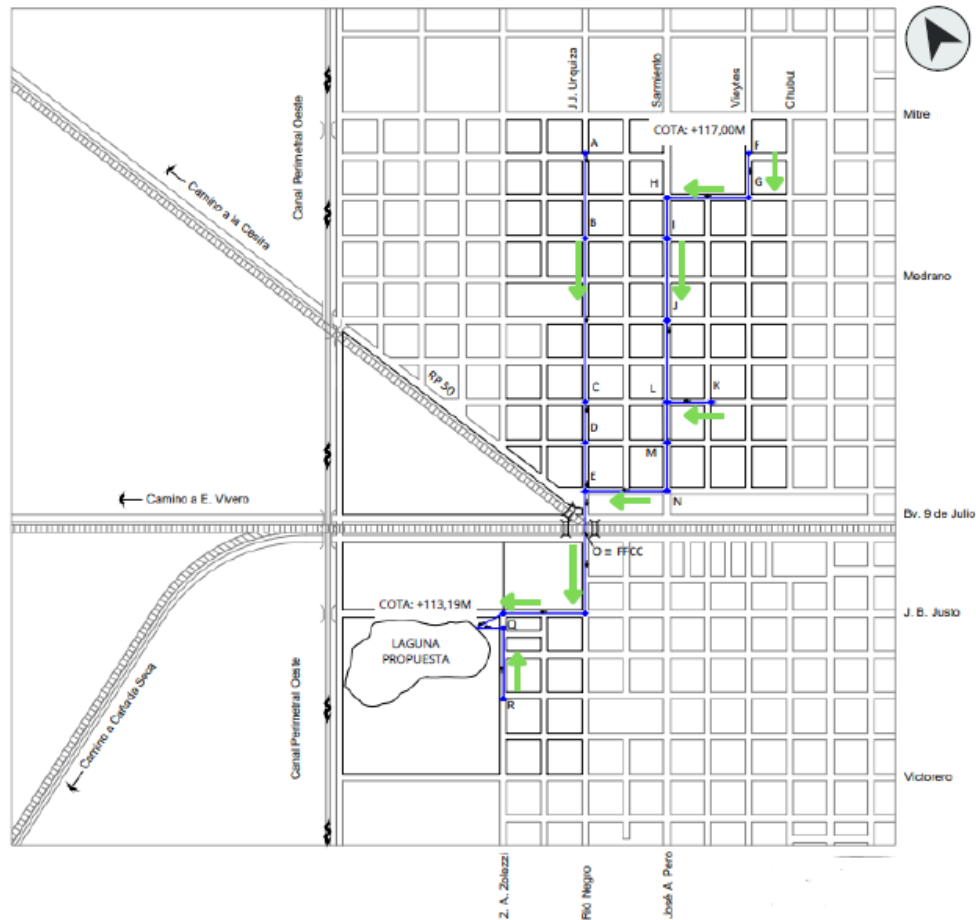


Imagen 24 Condiciones de borde

- Canal Oeste: su cota de fondo suponiendo una época de sequía, con el nivel de agua en el canal igual al fondo.
- Pendientes de la línea de energía en los conductos: para el correcto funcionamiento se adopta que deban tener una pendiente mínima de energía del 1‰.

Las condiciones están interrelacionadas entre sí. El volumen de agua que se forma entre las cotas de desagüe de los conductos y la cota de fondo del canal se denomina “volumen muerto”. Esto es porque hidráulicamente no puede escurrir. La pendiente de la línea de energía se calcula con la longitud total de los conductos y la diferencia entre cotas del punto F del sistema de conductos y la cota del canal antes

mencionado. Además, se calculó el nivel máximo que podría llegar a tener la laguna para que la pendiente no sea menor a ese 1‰ condicionante.

- Situación A: pendiente de energía

Tabla 7 Cotas y pendientes

Cota punto F [m]	117,07
Cota fondo del canal [m]	115,31
Longitud total [m]	1605
Pendiente de energía	1,11‰

- Situación B: pendiente de energía limitante

Tabla 8 Cotas y pendientes

Cota punto F [m]	117,07
Cota máxima laguna [m]	115,41
Longitud total [m]	1605
Pendiente de energía	1‰

Por lo tanto, el nivel máximo de la laguna es la cota 115,41m. Como este es solamente 10cm por encima del nivel de fondo del canal, se deja como una revancha y se admite el nivel máximo de la laguna igual al nivel de fondo del canal.

Tabla 9 Características de la laguna

Laguna	
Cota de fondo	113,36
Cota máxima del pelo de agua	115,31
Cota del TN	117
Altura disponible	3,64
Nivel máximo (situación B)	1,95

A partir de estos niveles se determinan los niveles de funcionamiento de la estación de bombeo.

En la imagen siguiente se puede observar de manera simplificada los puntos mencionados anteriormente. Desde el punto F con cota +117,07m y la distancia de 1605m hasta el fondo del canal Oeste, se tienen las dos situaciones de pendiente de energía.

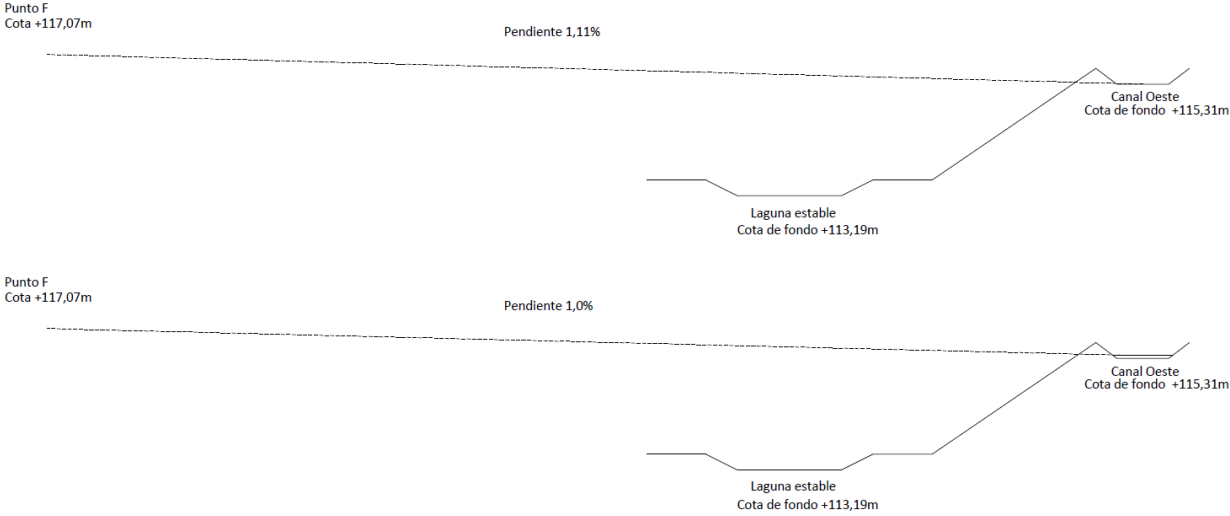


Imagen 25 Pendientes de energía

11 CONDUCTOS DE DESCARGA DE LA LAGUNA A GRAVEDAD

Como se mencionó en el apartado anterior, la cota de bombeo es 115,31m. Para el volumen de agua que queda por encima de ese nivel se pensó también la opción de desagotarla por gravedad. Para el correcto funcionamiento se debe tener la misma condición de borde que se mencionó anteriormente. Es decir, que el tirante de agua en el canal Oeste sea cercano a cero. Por lo tanto, se podrá desagotar la laguna a gravedad en épocas de sequía, cuando el canal Oeste no trae agua de la cuenca rural aguas arriba de Rufino.

Para ello se diseñaron dos conductos de PEAD para desagües pluviales de diámetro 800mm que en su extremo tienen una compuerta que permite regular los caudales de salida.

El volumen de agua será el que se encuentra entre las cotas 115,31m, y la cota máxima en la laguna de 117,00m, con un volumen total de 60275,94m³. Se propuso que este volumen sea desagotado en un total de 19hs si su compuerta se haya completamente abierta y representa el 71% del volumen total de la laguna.

La cota del intrauno de los conductos es 115,31m y su cota final coincide con la cota de fondo del canal Oeste, siendo esta de 115,23m. Se puede observar en el Plano 05.

12 ESTACIÓN DE BOMBEO

Una estación de bombeo (EB) o también denominada estación elevadora (EE) es una instalación destinada a incorporar al fluido una determinada cantidad de energía de modo de poder lograr las condiciones de diseño requeridas para la circulación de dicho fluido.

Es una obra civil, donde intervienen diferentes partes de la ingeniería tales como la parte hidráulica, estructural, mecánica, eléctrica y electrónica entre las de mayor importancia.

Las partes de la misma son:

- Obra de toma y conductos de aspiración
- Unidades de bombeo y motores
- Instalaciones de provisión de energía
- Instalaciones para comando, control y seguridad
- -Instalaciones complementarias (compuertas y válvulas, sistema antiarriete, rejas, elementos de izaje, iluminación, equipos alternativos de abastecimiento de energía)

En este caso se decidió realizar un diseño con cámara húmeda, la misma es donde se produce el ingreso del agua y desde donde aspiran las bombas (por ello también se denomina comúnmente a este espacio cámara de aspiración o pozo de bombeo).

Las ventajas de la misma son:

- No se necesitan sistemas de cebado porque las bombas están siempre por debajo del nivel líquido.
- En general son sistemas de fácil montaje.
- La bomba y el motor constituyen una única pieza lo que las hace muy compactas con poco desgaste del eje de transmisión.
- No necesita edificio, solo el pozo de bombeo.
- La instalación resulta más silenciosa.
- Se requiere poco mantenimiento.
- Extracción de la bomba con grúa externa.

La estación de bombeo se observa en el Plano 10.

13 DISEÑO DEL PARQUE OESTE

El Parque Oeste se encuentra ubicado en la ciudad de Rufino, al sur de la vía del ferrocarril San Martín y lindando con el canal Oeste. Se puede observar esto en el Plano 04 y 05.

Haciendo uso de los senderos trazados en el parque se lo dividió en 4 sectores importantes.

En el sector sureste se encuentra la sede del Tiro Federal Argentino. Este deporte comenzó a formalizarse en Rufino en el año 1902 y finalmente en el año 1904 inauguraron el edificio que se encuentra en el predio, actualmente desocupado. En esta edificación se propone ubicar los sanitarios del parque. Además, habrá un sector de parrilleros para que la gente pueda ir allí a pasar el día.

Este edificio se puede observar en la siguiente imagen.



Imagen 26 Tiro Federal Rufino

En el sector suroeste de las 20has se propone colocar dos canchas de fútbol de medidas estándar para fútbol 7. En este mismo sector habrá una pista para practicar circuito de bicicleta tipo BMX.

En el cuadrante que queda sobre el sureste habrá un espacio de juegos para niños de distintas edades.

Como ya se mencionó y se observan en los Planos 04, la superficie propia de la laguna está a distintos niveles, generándose terrazas que acercan a la persona al espejo de agua. Se podrá acceder a estas terrazas mediante escalones que se colocaran en distintos puntos y disfrutar la cercanía del agua en el mobiliario urbano que se colocará.

Si los residentes se dirigen al parque en auto, podrán aparcarlo en los lados norte, este y sur del mismo. Es decir, no podrán hacerlo en el lado oeste que es donde se encuentra el canal y la estación de bombeo.

Cercano a la laguna y ubicado mirando hacia ella se realizará un anfiteatro. Este se materializará con parte de la tierra que se excavarán para hacer la laguna, formando pequeñas terrazas para que la gente mire

el espectáculo sentado en el pasto. Contará con un espacio para hacer montar un escenario cuando sea necesario.

Para el mantenimiento de la estación elevadora se podrá acceder a la misma por el camino que queda paralelo al lado oeste, entre el canal Oeste y el Parque Oeste.

14 ANALISIS AMBIENTAL

Las Naciones Unidas proponen una guía para el desarrollo sustentable de las naciones. Teniendo en mira esos objetivos y el proyecto propuesto, se seleccionaron cinco de los diecisiete totales y se propusieron medidas relacionadas con el objetivo y el proyecto. [8]

Objetivo 5: Igualdad de género. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas

Meta 5.5 Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública.

Medida: participación del 50% de mujeres durante el proyecto, inspección y dirección de la obra

Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

Meta 6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial

Meta 6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización

Medida: construir desagües y establecer políticas de control urbano enfocado al vertimiento de desechos.

Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico. Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos

Meta 8.5 De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.

Medida: la realización del proyecto se hará bajo un marco de respeto y trabajo decente con igual remuneración por trabajos de igual valor.

Meta: 8.8 Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios.

Medida: todos los trabajadores deberán estar en blanco y se llevará un control de seguridad mediante un técnico en higiene y seguridad durante todas las etapas de la obra.

Meta: 8.9 De aquí a 2030, elaborar y poner en práctica políticas encaminadas a promover un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales.

Medida: la realización del parque atraerá turismo, lo cual implica un movimiento económico, y por consiguiente creará puestos de trabajos enfocados en los turistas que vendrán a visitar a Rufino.

Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

Meta 9.1: Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.

Medida: inspectores y técnicos en higiene y seguridad se encargarán de realizar un control de calidad de los trabajos realizados. El proyecto constará de rampas de acceso a discapacitados en toda su extensión para así garantizar el acceso a personas con discapacidad física o movilidad reducida.

Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles. Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.

Meta 11.4: Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.

Medida: Preservación y restauración del tiro federal.

Meta: 11.5 De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

Medidas: tanto las medidas no constructivas como las obras que se realizan en el proyecto contribuyen a reducir el número de personas afectadas por desastres relacionadas con el agua de lluvia como inundaciones y la contaminación producto de esta.

Meta: 11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

Medida: se plantará vegetación diversa de forma que el Parque Oeste constituya un "pulmón de la ciudad".

Meta: 11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.

Medida: el parque constituirá un espacio verde de acceso público.

Meta: 11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.

Medida: se impulsarán políticas de usos y distribución urbana para la reducción de riesgos ante desastres.

15 FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Como se trató durante toda esta memoria, el proyecto tiene un objetivo que es aliviar los problemas de anegamiento que sufren los vecinos de un sector de la ciudad de Rufino, conduciendo el agua desde la cuenca urbana hacia la laguna estable propuesta. Es por esto, que creemos que el proyecto podría ser implementado, completando el estudio con los análisis de la futura urbanización, los pavimentos faltantes y dando una mirada más global de lo analizado hasta ahora.

En cuanto a factibilidad, más que aplicabilidad, porque el proyecto se cree que es factible, pero para una comunidad pequeña como la de Rufino se necesitaría ayuda económica de la provincia o de organismos Nacionales.

Simplificando el proyecto se podría dividirlo en dos: conductos pluviales que conducen el agua hasta la laguna estable y la misma laguna. Para los primeros se tendrán actividades relacionadas con el movimiento de suelo y el hormigonado de los mismos, mientras que para la laguna el movimiento de suelos es la actividad predominante. Es por eso, que este proyecto tendrá un volumen de excavación importante siendo condicionante en los costos del mismo.

Dividiendo el proyecto en los conductos y la laguna, se lo puede realizar en etapas. Se podría comenzar construyendo la obra de arte debajo de ferrocarril San Martín, ya que como se mencionó en el informe y se podía observar en las imágenes, este atraviesa la cuenca urbana dividiéndola en dos subcuencas, la Norte y la Sur. Esta barrera hace que se favorezcan los anegamientos al norte del mismo, por lo tanto, comenzando con esta obra se permite el paso del caudal por debajo del mismo, aliviando la subcuenca Norte. El agua que proviene de esta subcuenca al atravesar esta obra, naturalmente escurrirá hacia el predio donde se encontrará la laguna estable debido a las pendientes propias del terreno natural.

Lo siguiente, y ya pensando en cómo se urbanizarán los terrenos que al día de hoy están desocupados, sería poder hacer los conductos pluviales y el pavimento de las calles, beneficiando a los vecinos en cuanto al tránsito y para que el agua escurra ordenadamente hacia la laguna estable.

Por último, se haría el parque Oeste. Este parque es hasta donde escurre el agua para luego ser evacuada hacia el canal Oeste y además de las zonas como parrilleros, sanitarios y juegos, como ya se mencionó anteriormente. Es por esto, que el parque también puede hacerse por etapas. Primero la laguna estable para cerrar el camino hidráulico que hará el agua desde la subcuenca norte hasta el canal Oeste.

16 COMPUTOS Y PRESUPUESTOS

Como se resumió en el apartado 15, Factibilidad del proyecto, se podría dividir en dos al mismo. Los conductos que canalizan el agua que escurre por la cuenca hasta la laguna estable, en el Parque Oeste. Por lo tanto, se analizaron dos ítems relacionados al mismo.

El primero sienta las excavaciones de los conductos y la propia laguna, y el segundo ítem el hormigón necesario para materializar los conductos.

El análisis del Parque Oeste, sus caminos, sanitarios, edificaciones, etc., no se analizan por el hecho de que el diseño del mismo es una propuesta indicativa de como estarían distribuidos los espacios. De llevarse a cabo el proyecto se repensaría lo planeado, haciendo cálculos y el diseño más específico del mismo.

Es por eso que se deciden elegir esos dos ítems antes mencionados.

a) Excavaciones

Las excavaciones de los conductos y de la laguna estable se harán con diferentes maquinarias, cambiando los precios del ítem analizado.

- Excavación conductos a cielo abierto:

Excavación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad de 2 m, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. Incluso módulos metálicos compuestos por paneles de chapa de acero y codales extensibles metálicos para apuntalamiento y entibación metálica deslizante, para una protección del 100%. El precio incluye tapada de la misma y el transporte de los materiales excedentes.

Movimiento de suelos				
TRAMOS	AREA [m2]		LONGITUD [m]	VOLUMEN [m3]
FG	7,58	7,865	100	1573
GH	8,15	9,52	200	3808
HI	10,89	11,225	100	2245
IJ	11,56	13,615	200	5446
JM	15,67	17,915	300	5374,5
MN	20,16	22,15	100	2215
NE	24,14	25,465	200	5093
E FFCC	26,79	27,455	100	2745,5
FFCC LAGUNA	28,12	32,81	707	23196,67
	37,5			

Total [m3]	51.696,67
------------	-----------

Costo [\$/m3]	1500
Volumen total [m3]	51.696,67
Costo total [\$]	103.393.340

El costo €/m³ se obtuvo del analizador de precios Generador de Precios. Argentina, CYPE Ingenieros, S.A. con las características de la excavación mencionadas anteriormente y con consultas a diversas constructoras. [9]

- Excavación de la laguna estable:

Se utilizarán excavadoras sobre orugas, contratando directamente el servicio con maquinista y con un costo por metro cubico como se observa a continuación. Los costos fueron obtenidos también por el mismo medio.

Laguna estable	
Volumen [m ³]	84.797,762
Rendimiento [m ³ /h]	60
Horas de trabajo	1.414
Costo [\$/hr]	14.500
Costo total [\$/]	20.503.000

En estos costos no se incluye el traslado del suelo.

Este ítem incluye la excavación de los conductos y de la laguna estable.

1. La excavación a máquina y el perfilado manual necesario y la conformación del fondo de las excavaciones.
2. La limpieza, nivelación del terreno, relleno y compactación.
3. El encajonamiento del suelo removido y su acopio temporal para rellenos.
4. El retiro del material sobrante después de ejecutados los trabajos de relleno y compactación, hasta el lugar que indique la Inspección de la obra, su descarga y acondicionamiento.
5. Materiales, equipos y mano de obra para la ejecución de los sondeos para ubicar otras instalaciones y todas las reparaciones para recuperar el estado anterior.
6. Cualquier otra tarea o insumo que fuese necesario realizar, aunque no esté explícitamente indicado, para que las obras queden correctamente terminadas de acuerdo a las especificaciones y a los planos del proyecto.

b) Conductos pluviales.

Este ítem incluye el hormigón armado de los conductos pluviales.

Se considera el precio actual del mercado, agosto 2022, en la ciudad de Rosario para un hormigón de clase H-25, el requerido por temas de diseño de los conductos pluviales y su estanqueidad.

HORMIGON			
TRAMOS	AREA [m2]	LONGITUD [m]	VOLUMEN [m3]
FG	1,23	100	246
GH	1,29	200	516
HI	3,09	100	618
IJ	3,65	200	1460
JM	4,73	300	1419
MN	5,78	100	578
NE	5,84	200	1168
E FFCC	6,11	100	611
FFCC LAGUNA	6,11	707	4319,77

Total [m3]	10.935,77
------------	-----------

Hormigón	H-25
Costo [\$/m3]	15.000
Volumen total [m3]	10.935,77
Costo total [\$/]	164.036.550

El Contratista proveerá todos los materiales para fabricar el hormigón de acuerdo a los requerimientos especificados en esta sección, y deberá mezclar, colocar, curar, reparar y terminar todo el trabajo requerido para construir la estructura de hormigón armado.

17 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Proponiendo este sistema de conductos, laguna y estación elevadora que descarga el agua en el canal Oeste, los vecinos de la ciudad de Rufino se verían aliviados en cuantos a los problemas que pueden producirse por inundaciones.

Pero la propuesta fue realizada teniendo ciertas hipótesis en consideración, tanto para su materialización como para su correcto funcionamiento.

El proyecto se pensó con caudales de distintas recurrencias para áreas urbanizadas futuras. Es decir, considerando el crecimiento y el desarrollo urbano de la ciudad de Rufino tal que la cuenca, hoy con un elevado porcentaje de zonas no desarrolladas, sea importante. Como el caudal que escurre por la cuenca está relacionado, entre otros factores, con la relación entre áreas permeables e impermeables, se decidió analizar esa futura urbanización con la suposición de que habrá partes de la cuenca permeables. Esto quiere decir que no toda la cuenca será usada para viviendas familiares, sino que habrá espacios verdes, como plazas y parques. Además, las viviendas deberán contar con jardines, no patios, permitiendo así la infiltración del agua producto de las precipitaciones, disminuyendo entonces el volumen de agua que escurrirá hacia la laguna. Se propone que estas condiciones se respeten con normativas que restrinjan las zonas habilitadas para construcciones de viviendas familiares, habilitando espacios para los parques y plazas que se consideraron. Esto requeriría el apoyo por parte de las autoridades promoviendo las normativas y reglamentaciones.

Además de reglamentaciones en el código urbano, se debe contar con un adecuado mantenimiento en los elementos que componen el sistema. Los conductos pluviales deben funcionar correctamente para conducir el agua que ingresa al sistema desde las calles hasta la laguna estable. La revisión periódica de los mismos mediante las cámaras de inspección garantizará que no se dé la acumulación de sedimentos, hojas o residuos que atoren estos conductos.

En cuanto a la laguna estable esta recibe el agua de las precipitaciones que escurren por la cuenca y la descarga en el canal Oeste a través de la estación de bombeo que se encuentra en su extremo suroeste. El nivel de la laguna dependerá de la época del año, no solo por cuestiones relacionadas al parque, sino de índole de los regímenes de precipitaciones. En épocas de sequía, como los meses de invierno, donde las precipitaciones no son tan frecuentes, se puede permitir que la laguna este por encima del nivel recomendado, almacenando un volumen mayor de agua que puede ser descargado al canal Oeste más lentamente. En cambio, en épocas de lluvias, como los meses de verano, se recomienda tener el nivel de la laguna al mínimo aceptable de manera que una precipitación de recurrencia cinco o cien años pueda escurrir hasta la laguna y almacenarse allí sin sobrepasar los niveles máximos aceptados. Esta breve diferenciación entre los meses de secos y húmedos deberá analizarse de manera que se puedan relacionar los volúmenes que escurren con los volúmenes que se almacenan y descargan en el canal. De esta manera se puede hacer uso y aprovechamiento de los canales que descargan a gravedad sin requerir el uso de las bombas eléctricas,

ahorrando así energía. El usar la descarga a gravedad se da un vaciado de la laguna más lento que con bombeo, pero ante una eventual crecida y lluvia extraordinaria se cuenta con el recurso del bombeo eléctrico para vaciar la laguna en el tiempo necesario.

El correcto mantenimiento de los equipos eléctricos es imprescindible para el bombeo eficaz en esos casos que se requiera un vaciado rápido.

Para esto se propone un régimen de vaciados según la estación y el uso frecuente de las bombas para evitar su deterioro.

18 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto propuesto y estudiado durante el cuatrimestre es principalmente un proyecto hidráulico en el cual se piensa conducir el volumen de agua producto de las precipitaciones, aliviando a parte de los vecinos de la ciudad de Rufino, hasta una laguna estable dentro de un parque recreativo. La conducción del agua se haría mediante conductos pluviales de sección rectangular de hormigón armado, excavados y hormigonados in situ, por debajo de las calzadas de las calles. El agua luego de ser almacenada temporalmente en la laguna estable, sería evacuada hacia el canal Oeste, desagotándola lentamente para evitar inundar el mencionado canal por el cual ya escurre agua de la cuenca rural que rodea la ciudad.

Es por lo mencionado en el párrafo anterior que para el planteo del proyecto se asumieron distintas cuestiones como ciertas.

Por ejemplo, para el diseño planialtimétrico de los conductos pluviales urbanos que aportan a la laguna fue necesario suponer el valor de las cotas de pavimento ya que actualmente no toda la ciudad de Rufino se encuentra pavimentada, especialmente sectores de la cuenca urbana en estudio. Si se llegara a pavimentar la zona en estudio se podrá obtener la información complementaria necesaria.

Por otro lado, se los propuso de sección rectangular con algunos tramos por vereda y otros por debajo de la calzada, de material hormigón armado. Los espesores son estimativos y fueron tomados de los pliegos que corresponden a proyectos realizados en ciudades con suelos similares. De hacerse, deberán verificarse con el cálculo estructural correspondiente.

En cuanto a las propuestas de ordenamiento urbano, la Municipalidad deberá contar con un plan de Ordenamiento Territorial asociado al proyecto, respetando e incentivando el correcto desarrollo urbano de la cuadra urbana. Además, deberán tener un régimen de bombeo, descarga de caudales, limpieza de conductos y laguna.

En cuanto al parque Oeste deberá ser integrado al resto de la ciudad con servicios como electricidad para el alumbrado y anfiteatro, suministro de agua y sistema cloacal para los edificios, sanitarios y anfiteatro, etc. Con respecto al sistema de bombeo son equipos que consumen un elevado valor de energía eléctrica, siendo necesario analizar la accesibilidad y capacidad del suministro de energía eléctrica.

Por último, pero no menos importante, un proyecto de esta magnitud tendrá una influencia directa sobre el sistema hídrico existente en la propia ciudad de Rufino como también en la cuenca en la que se encuentra, es por esto que sería de suma importancia analizar cuál es el impacto ambiental que producirá. No solo por las consecuencias o beneficios que podrá traer, sino por los préstamos que se llegaran a necesitar por parte de algún organismo nacional o internacional.

19 BIBLIOGRAFIA

- [1] Google Earth, imagen del 13/04/2021 con elaboración propia.
- [2] Proyecto 5: Parque Oeste.
- [3] Plan Estratégico de Desarrollo Rufino, promovido por el Foro de Instituciones para el Desarrollo de Rufino (FIDeR), año 2016.
- [4] Página web Aguas Santafesinas, Rufino. Cobertura de servicios: agua potable. Enero de 2021. (<https://www.aguasantafesinas.com.ar/portal/quienes-somos/rufino/>)
- [5] Página web Aguas Santafesinas, Rufino. Cobertura de servicios: sistema cloacal. Enero de 2021. (<https://www.aguasantafesinas.com.ar/portal/quienes-somos/rufino/>)
- [6] “La problemática del sistema hídrico de la Laguna La Picasa y su región”, Julio Calzada – Mirtha Mas. AÑO XXXVII – N° Edición 1917 – 09 de Agosto de 2019.
- [7] “Un juego de encastres peligroso. Clima e inundaciones en la cuenca de la laguna La Picasa, Argentina”. Gestión de riesgo. Lic. María José García Montaldo y Lic. Alejandra Celis. <https://www.ingentaconnect.com/content/iieal/meda/2007/00000067/00000001/art00007?crawler=true>
- [8] Metas del Desarrollo Sustentable, Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [9] Generador de Precios. Argentina, CYPE Ingenieros, S.A.. Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción. http://www.argentina.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=3|0_0_0_3|0|ADE010|ade_010:_0_0_1_1_1_0_1_0_0_1_0_0_0_0_1|ade_010_sys:_0
- [10] Apunte “Estaciones de Bombeo Teoría”, Cátedra de Recursos Hídricos III – Departamento de Hidráulica – FCEIA”. Año 2011.

20 ANEXO 1: INDICE DE PLANOS

Los planos que se encuentran anexados a este documento son:

1. Ubicación regional del proyecto
2. Cuencas y subcuencas urbanas en estudio.
 - Situación actual de la cuenca en estudio.
 - Proyección de la cuenca para R 5 años.
 - Proyección de la cuenca para R 100 años.
 - Traza de conductos pluviales propuestos.
3. Condiciones de borde del proyecto.
4. Planta arquitectura del Parque Oeste.
5. Altimetría del reservorio.
6. Perfil longitudinal – Sumidero F - Laguna
7. Perfiles transversales – Sumidero F - Laguna
8. Perfil Tipo sumidero vertical: PT-112-M2
9. Obra de arte - paso bajo FFCC.
10. Perfil longitudinal estación de bombeo.
11. Detalle Estación de bombeo
12. Detalle laguna Parque Oeste

21 ANEXO 2: MEMORIA DE CALCULO

21.1 CALCULOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

Como se mencionó en el cuerpo principal se utilizó el Método Racional Modificado para los cálculos hidrológicos e hidráulicos necesarios para obtener el caudal producto de las precipitaciones para distintas recurrencias y cuál será el volumen resultante del escurrimiento.

La justificación del método utilizado se puede leer a continuación.

Se puede utilizar el Método Racional Modificado por ser una cuenca urbana pequeña, menor a 2,5km² además de ser ampliamente utilizado en proyectos de sistemas de drenaje urbanos.

Las premisas básicas de este método son las siguientes:

- El caudal pico ocurre cuando toda la superficie de aporte pasa a contribuir al escurrimiento. Es decir, el pico no resulta de una lluvia más intensa, de menor duración, durante la cual solo aporta una parte de la cuenca.
- La lluvia presenta uniformidad espacial y temporal, siendo su duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.
- La tasa de infiltración de la cuenca se mantiene constante durante la lluvia.

Se describen brevemente los parámetros necesarios para el Método Racional Modificado y cuáles son los valores utilizados en el proyecto.

- I. Área de la cuenca: descrita en el cuerpo principal.
- II. Recurrencias de diseño: cuerpo principal.
- III. Tiempo de concentración e intensidad de lluvia.
- IV. Coeficiente de escorrentía correspondiente a las distintas recurrencias y áreas permeables e impermeables.

21.1.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN E INTENSIDAD DE LLUVIA

Como ya se mencionó en el cuerpo principal de este informe, el tiempo de concentración se considera la sumatoria del tiempo de escurrimiento mantiforme, por calle y conductos. Se muestran a continuación los cálculos realizados para dichos tiempos:

a) Escurrimiento mantiforme por lote:

Hipótesis:

- Longitud de recorrido máxima en lote: 40m
- Pendiente de lote promedio: 1,5‰

- Coeficiente de escorrentía: tablas Manual UDFCD, Denver, Colorado, EEUU. Varía con las recurrencias utilizadas, 5 y 100 años y se observa en la tabla en el renglón "Parques, cementerios".

$$T_{c_{\text{mantiforme}}} = C \times (1,10 - C) \times L^{0,50} \times S^{-0,33}$$

a) E scorrimiento en calle encauzado:

Hipótesis:

- Se considera a la calle como un canal utilizando las ecuaciones de Chezy-Manning.
- Para la recurrencia de 5 años el agua tendrá un tirante máximo de 15cm, correspondiente al nivel máximo admitido por el cordón y toda la sección tendrá agua.
- Para la recurrencia de 100 años se admite agua en toda la sección incluyendo las veredas.

b) E scorrimiento en los conductos:

Hipótesis:

- Se utilizan nuevamente las ecuaciones de Chezy-Manning para los conductos de sección rectangular.
- Se calculan a partir del caudal que escurrirá por el conducto.
- El coeficiente de rugosidad es el correspondiente al hormigón, $n=0,016$.
- Intensidad de lluvia:

Curvas IDR para la ciudad de Casilda para recurrencias 2, 5 y 100 años.

Tabla 2.- Ecuaciones de las curvas IDR parametrizadas para Casilda (Santa Fe, Argentina).

	R (años)	α	β	γ	Rango D (min.)	ERP (%)
Ec. (1)	2	2503.818	19.263	0.8693	5 < D < 7200	3.47
Ec. (2)	5	1849.399	12.403	0.7920	5 < D < 7200	5.47
Ec. (3)	10	2050.044	13.443	0.7848	5 < D < 7200	5.82
Ec. (4)	20	2200.032	13.529	0.7769	5 < D < 7200	6.07
Ec. (5)	50	2300.082	11.977	0.7637	5 < D < 7200	6.89
Ec. (6)	100	2400.057	11.021	0.7567	5 < D < 7200	7.37
Ec. (7)	500	2400.292	8.609	0.7522	5 < D < 7200	9.62

La ecuación para el cálculo de la intensidad es:

$$i = \frac{\alpha}{(\beta + D)^\gamma}$$

Esta ecuación depende de la duración de la lluvia. Como se mencionó en la hipótesis del Método Racional Modificado se admite igual al tiempo de concentración.

21.1.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

Los coeficientes de escorrentía dependen de:

- Recurrencia utilizada
- Al ser un suelo heterogéneo se debe ponderar el coeficiente de escorrentía según los porcentajes de áreas permeables e impermeables.
- Se utilizan las tablas de UDFCD

Tabla X.3: Coeficientes de escurrimiento C (Manual UDFCD, Denver, Colorado, EE.UU).

Uso de la tierra y característica superficial	Porcentaje impermeable	Recurrencia R (años)			
		2	5	10	100
Area Comercial					
Area central	95	0.87	0.87	0.88	0.89
Area periférica	70	0.60	0.65	0.70	0.80
Area residencial					
Viviendas aisladas	—	0.40	0.45	0.50	0.60
Viviendas múltiples (conjugadas)	70	0.60	0.65	0.70	0.80
Lotes con area \geq 2000 m ²	—	0.30	0.35	0.40	0.60
Edificios de departamentos	70	0.65	0.70	0.70	0.80
Area Industrial					
Industria pesada	80	0.71	0.72	0.76	0.82
Industria liviana	90	0.80	0.80	0.85	0.90
Parques, cementerios	7	0.10	0.18	0.25	0.45
Parques recreacionales	13	0.15	0.20	0.30	0.50
Escuelas	50	0.45	0.50	0.60	0.70
Areas linderas a vías de ferrocarril	20	0.20	0.25	0.35	0.45
Areas no desarrolladas con uso de tierra no definido	45	0.43	0.47	0.55	0.65
Calles					
Pavimentadas	100	0.87	0.88	0.90	0.93
Mejoradas		0.40	0.45	0.50	0.60
Veredas, senderos	96	0.87	0.87	0.88	0.89
Techos	90	0.80	0.85	0.90	0.90
Superficies con césped sobre suelo arenoso	0	0.00	0.01	0.05	0.20
Superficies con césped sobre suelo arcilloso	0	0.05	0.15	0.25	0.50

Coeficiente de escorrentía		
Recurrencia 5 años		
	Actual	Urbanizado
Permeable	0,180	0,180
Impermeable	0,450	0,650
Ponderado	0,233	0,464
Recurrencia 100 años		
	Actual	Urbanizado
Permeable	0,180	0,450
Impermeable	0,450	0,800
Ponderado	0,222	0,661

21.2 DISEÑO DE CONDUCTOS PLUVIALES

Para las cuencas en estudio se calcularon los tiempos de escurrimiento mantiforme y por cuneta. Para los primeros se utilizó la fórmula de Denver, mencionada anteriormente. Para el cálculo del tiempo en calle se calculó con la longitud y la velocidad máxima admitida en cuneta, 0,6m/s.

Cuencas en estudio	Área [has]	Longitud máx. [m]		Tiempo de viaje en: [min]		Tiempo total [min]
		Lote	Cuneta	Lote	Cuneta	
1a	5,70	50	300	10,0	8,33	18,34
1b	5,69	50	400	10,0	11,11	21,12
2a	5,69	50	400	10,0	11,11	21,12
2b	5,26	50	300	10,0	8,33	18,34
3a	4,75	50	400	10,0	11,11	21,12
3b	3,78	50	500	10,0	13,89	23,90
4a	3,81	50	300	10,0	8,33	18,34
4b	2,84	50	200	10,0	5,56	15,57
5a	3,27	50	300	10,0	8,33	18,34
5b	4,43	50	300	10,0	8,33	18,34
6	4,75	50	300	10,0	8,33	18,34
7a	3,80	50	200	10,0	5,56	15,57
7b	2,83	50	200	10,0	5,56	15,57
8a	5,70	50	300	10,0	8,33	18,34
8b	1,91	50	200	10,0	5,56	15,57
9a	3,80	50	200	10,0	5,56	15,57
9b	5,70	50	300	10,0	8,33	18,34
10a	5,76	50	300	10,0	8,33	18,34
10b	4,28	50	400	10,0	11,11	21,12
10c	4,20	50	300	10,0	8,33	18,34
11a	5,25	50	400	10,0	11,11	21,12
11b	5,73	50	300	10,0	8,33	18,34
12a	5,69	50	400	10,0	11,11	21,12
12b	1,67	50	300	10,0	8,33	18,34
13	4,99	50	400	10,0	11,11	21,12

Esos son los tiempos que tarda el agua desde el lote y viajando por la calle hasta el sumidero correspondiente a su cuenca.

Luego de los tiempos de concentración de las distintas cuencas se comenzó a diseñar los conductos. Para ello se realizó el siguiente proceso:

- a) Se comenzó por los tramos iniciales (AB y FG) y sus cuencas correspondientes, Plano 02.
- b) Se calcula para la cuenca asociada al tramo la intensidad de la lluvia.
 - a. Recurrencia 5 años
 - b. Ecuaciones de Casilda

- c. Tiempo utilizado: el tiempo total de viaje superficial. Nota: para los siguientes tramos se compararon los viajes superficiales con los viajes en el conducto del tramo anterior.
- c) Con el área de la subcuenca y la intensidad de lluvia calculada se aplicó el método racional y se obtuvo el caudal.

$$Q = \frac{C \times i (D,R) \times A}{3,6}$$

- d) Se propusieron conductos de sección rectangular de hormigón. Por consideraciones estructurales el ancho máximo admitido por conducto fue 1,5m y la altura fue variando según necesidad hidráulica. La pendiente fue de 1.5‰, siendo la mínima materializable. Se admitieron máximo 5 conductos, debido al ancho máximo de la calle.
- e) Con el caudal que se produce en el tramo y la velocidad máxima admitida en los conductos se calcula el tiempo de viaje en los mismos. Nota: se van sumando los tiempos de escurrimiento superficiales con los de los conductos.
- f) Se repite el proceso.
- g) Se calculan las profundidades de los conductos.
- h) Se calcula el tiempo de concentración total de la cuenca y se grafica el hidrograma triangular propio del método modificado.
- i) Se repite para los tramos de la cuenca sur

Se observa la tabla correspondiente a continuación:

22: Diseño de conductos pluviales: Secciones

Tramo	Cuencas	Area [Has]	Intesidad [mm/hs]		Caudal [m3/s]	Area conducto [m2]	Velocidad [m/s]	Longitud tramo [m]	Tiempo de viaje conducto [min]	Total [min]	RECTANGULARES									
											Conducto 1		Conducto 2		Conducto 3		Conducto 4		Conducto 5	
											b [m]	h [m]	b [m]	h [m]	b [m]	h [m]	b [m]	h [m]	b [m]	h [m]
AB	1	11,4	i(D=Tc1)	114,5	1,7	1,50	1,1	200	3,0	24,1	1,5	0,50	1,5	0,5	0	0	0	0	0	0
BC	AB 2	22,3	i(D=AB)	107,1	3,1	2,70	1,1	400	5,8	29,9	1,5	0,60	1,5	0,6	1,5	0,6	0	0	0	0
CD	BC 3	30,9	i(D=BC)	95,2	3,8	3,15	1,2	100	1,4	31,3	1,5	0,70	1,5	0,7	1,5	0,7	0	0	0	0
DE	CD 4	37,5	i(D=CD)	92,8	4,5	3,60	1,2	100	1,3	32,7	1,5	0,80	1,5	0,8	1,5	0,8	0	0	0	0
FG	6	4,8	i(D=6)	122,7	0,8	1,00	0,8	100	2,2	20,6	1	0,50	1	0,5	0	0	0	0	0	0
GH	FG 7	11,4	i(D=FG)	116,1	1,7	1,80	0,9	200	3,5	24,1	1,5	0,60	1,5	0,6	0	0	0	0	0	0
HI	GH 8	18,99	i(D=GH)	107,1	2,6	2,70	1,0	100	1,7	25,8	1,5	0,60	1,5	0,6	1,5	0,6	0	0	0	0
IJ	HI 9	28,49	i(D=HI)	103,3	3,8	3,38	1,1	200	3,0	28,8	1,5	0,75	1,5	0,75	1,5	0,75	0	0	0	0
KL	11	10,98	l(D=Tc11)	114,5	1,6	1,50	1,1	100	1,5	22,7	1,5	0,50	1,5	0,5	0	0	0	0	0	0
JM	IJ 10 KL	53,72	l(Tc=IJ)	97,3	6,7	5,40	1,2	300	4,0	32,8	1,5	0,90	1,5	0,9	1,5	0,9	1,5	0,9	0	0
MN	JM 12	61,09	l(Tc=JM)	90,4	7,1	6,75	1,1	100	1,6	34,4	1,5	0,9	1,5	0,9	1,5	0,9	1,5	0,9	1,5	0,9
NE	MN 13	66,08	l(Tc=MN)	88,0	7,5	7,13	1,1	200	3,2	37,5	1,5	0,95	1,5	0,95	1,5	0,95	1,5	0,95	1,5	0,95
E FFCC	NE DE 5	111,3	l(Tc=NE)	83,5	12,0	8,63	1,4	100	1,2	38,7	1,5	1,15	1,5	1,15	1,5	1,15	1,5	1,15	1,5	1,15

Tramo	Area [m2]	Perimetro mojado [m]	Radio hidraulico [m]	Caudal [m3/s]
AB	1,50	5,00	0,30	1,74
BC	2,70	8,10	0,33	3,35
CD	3,15	8,70	0,36	4,13
DE	3,60	9,30	0,39	4,94
FG	1,00	4,00	0,25	1,02
GH	1,80	5,40	0,33	2,23
HI	2,70	8,10	0,33	3,35
IJ	3,38	9,00	0,38	4,53
KL	1,50	5,00	0,30	1,74
JM	5,40	13,20	0,41	7,68
MN	6,75	16,50	0,41	9,60
NE	7,13	17,00	0,42	10,30
E FFCC	8,63	19,00	0,45	13,15

Hidrogramas Método Racional Modificado: Recurrencia 5 años

Subcuenca Norte	
Caudal [m ³ /s]	12,0
Tc [min]	38,7
Volumen [m ³]	13918

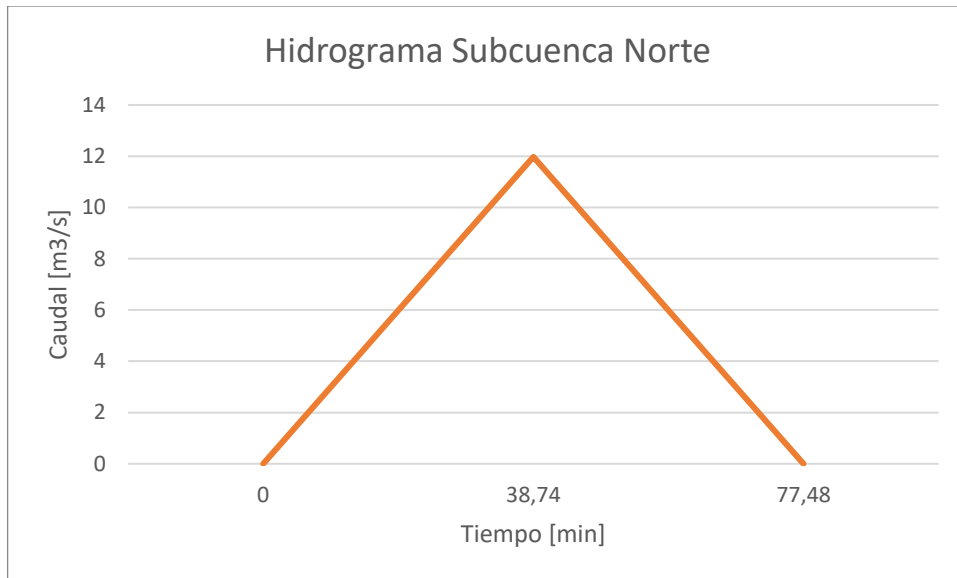


Imagen 6 Hidrograma Subcuenca Norte

Subcuenca Sur	
Caudal [m ³ /s]	2,1
Tc [min]	29,3
Volumen [m ³]	1851

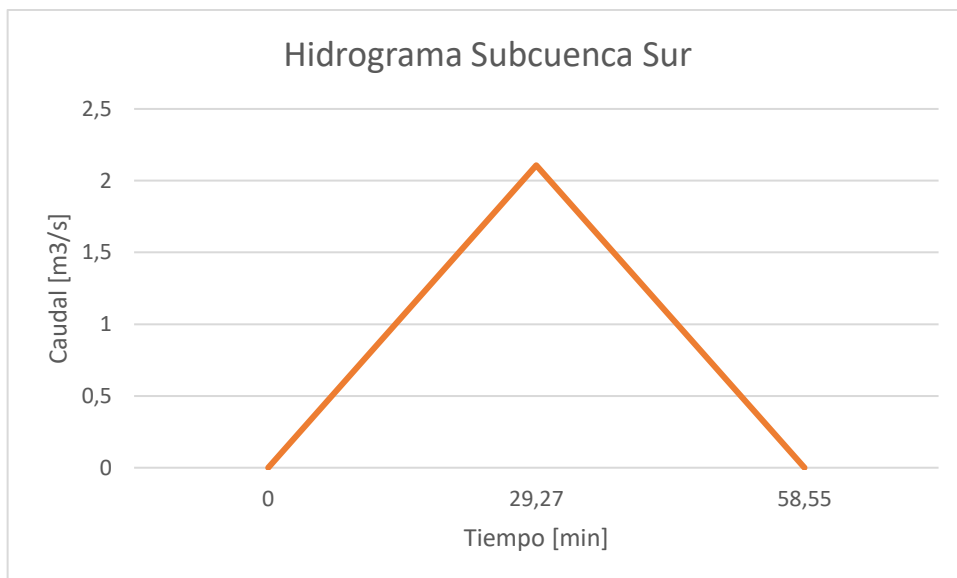


Imagen 7 Hidrograma Subcuenca Sur

22 ANEXO 4: DISEÑO GEOMÉTRICO E HIDRÁULICO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Cuando nos referimos a diseño geométrico e hidráulico de la estación de bombeo nos estamos refiriendo al diseño tanto del pozo de bombeo, cantidad de bombas, tipo de conexión, así como también el diseño de la cañería de impulsión.

Lo primero a adoptar en el cálculo hidráulico es el caudal máximo de bombeo según las necesidades del diseño, en este caso se optó por adoptar un caudal de 0,183 m³/s el cual tiene la capacidad de bombear una recurrencia de 5 años en dos días, dicha adopción nos provee de un sistema que optimiza los costos con la necesidad de bombeo. Se muestra a continuación una tabla que resume las recurrencias y los días de vaciado de la laguna.

Recurrencia	Volumen (m ³)	Tiempo de vaciado (días)
R2 AÑOS	22213,27	1,4
R5 AÑOS	31537,06	2,0
R100 AÑOS	119926,14	7,6

Para poder realizar el cálculo y adopción del equipo de bombeo debemos definir algunas variables, las cuales dependen de cómo será el funcionamiento del sistema. Estas variables se encuentran detallados en la Tabla 1.

Para resolver el problema se adoptan 2 bombas de trabajo. Debido a la Reglamentación ENOHSA, 2001 b, se exige que se coloquen bombas de reserva las cuales representen el 25% de las bombas principales [10]. Es por esto que el sistema queda compuesto por 2 bombas de trabajo y una de reserva.

En cuanto al tipo de conexión debemos decir que se elige una conexión del tipo Independiente. Esta elección se debe a que deseamos obtener una mayor eficiencia aprovechando la corta longitud de la cañería.

El esquema de paradas y arranque adoptado fue uno donde los arranques son secuenciales con el incremento del nivel del pozo, pero la parada de todas las bombas es en el mismo nivel. Este sistema requiere un menor volumen del pozo y permite evacuar más rápidamente los caudales de entrada por lo que es ampliamente utilizado en proyecto de desagües pluviales.

El caudal que deberá evacuar cada bomba resultará ser el caudal de bombeo ($Q = 0,183 \text{ m}^3/\text{s}$) dividido el número de bombas de trabajo (2), de forma que:

$$Q_{bomba} = \frac{Q_{total}}{N^{\circ} bombas} = \frac{0,183 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{2} = 0,091 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 91 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Para obtener el diámetro de cañerías necesario se comienza proponiendo una velocidad de trabajo $V = 2 \text{ m/s}$. Esta velocidad requiere un diámetro de 241 milímetros, pero debido a que el mismo no es un diámetro comercial, se adopta el diámetro inmediato superior, el cual es de 280 milímetros, cuyo diámetro interior es de 253 milímetros. Con el mismo, la velocidad de trabajo es de 1,812 m/s.

Habiendo adoptado un diámetro de tubería se puede calcular la Altura Geométrica H_g que, sumada a las pérdidas de carga que se generen en el recorrido determinara la potencia del equipo.

La altura geométrica Hg se obtiene como:

$$H_g = \text{Cota final} - N.M.A. = \text{Cota final} - (C.F.P + 2 D_{interior})$$

$$H_g = 2,89\text{m}$$

Finalmente necesitamos determinar la longitud de la cañería, la misma es de corta longitud debido a que una vez entregada la energía necesaria, el caudal llega a su destino final a través de un conducto a gravedad.

Variables a Definir		
Cantidad de Bombas	Trabajo	Reserva
	2	1
Tipo de Conexión	Independiente	
Esquema de Paradas y Arranques	EF2	
Caudal	0,183 m ³ /s	
Caudal Individual (de una bomba)	0,091 m ³ /s	
	91 lts/s	
Velocidad Propuesta	2,000 m/s	
Diámetro Requerido	0,241 m	
Diámetro Adoptado	0,280 m	
Diámetro Interior	0,253 m	
Espesor	0,013 m	
Velocidad de Cálculo	1,812 m/s	
Nivel Mínimo de Aspiración = C.F.P. + 2 D	112,90 m	
Altura Geométrica (Hg)	2,89 m	

Para determinar la bomba a utilizar se ingresan los datos al Programa FLYPS y se obtiene la misma.

Las variables de entrada se muestran a continuación en la tabla 2:

Variables de Entrada		
Caudal de Bombeo	91	lts/s
Número de Bombas	2	
Altura Geométrica (Hg)	2,89	m
Diámetro de CAÑERÍA DE ACERO	0,280	m
Tipo de Impulsor	C	
Tipo de Instalación	Húmeda	
Accesorios	Conexión de descarga	1
	Válvula de retención	1
	Codo a 90°	2
	Válvula de salida	1

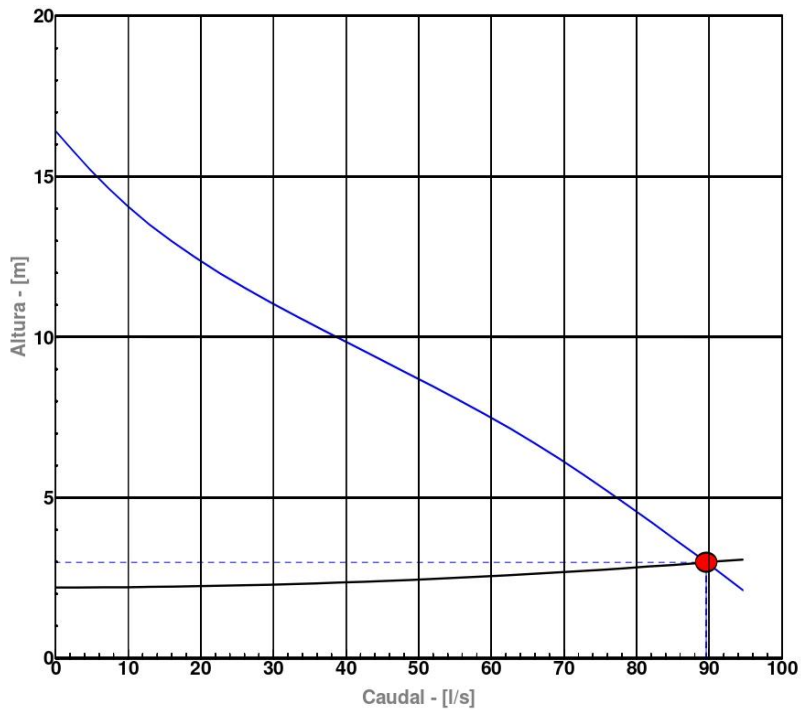
Tabla 1

Nota: Se elige Impulsor Tipo C debido a que el mismo es apto para bombear agua de origen pluvial. Aunque existen bombas con un caudal más cercano al requerido, consideramos más adecuado elegir la que con menor potencia eroga el mayor caudal, dándonos un sistema más eficiente.

La información de la bomba adoptada se muestra a continuación:

Proyecto: P4

Propietario:



— Curva de la bomba

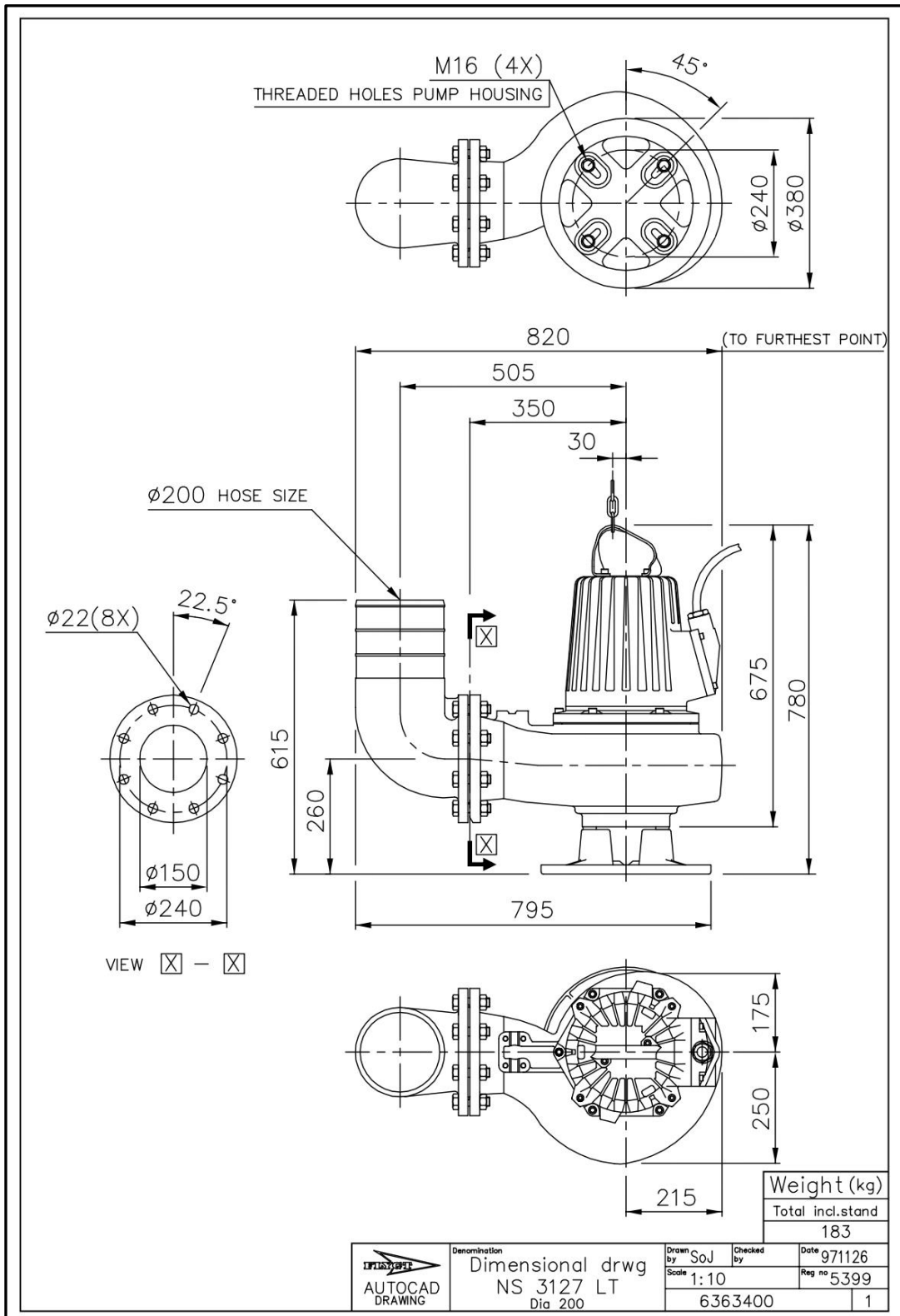
1 NP 3127 53-420-00-3701

DATOS DEL PRODUCTO

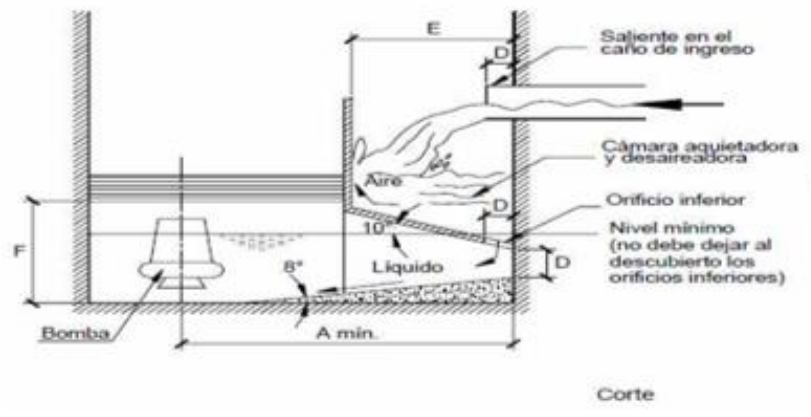
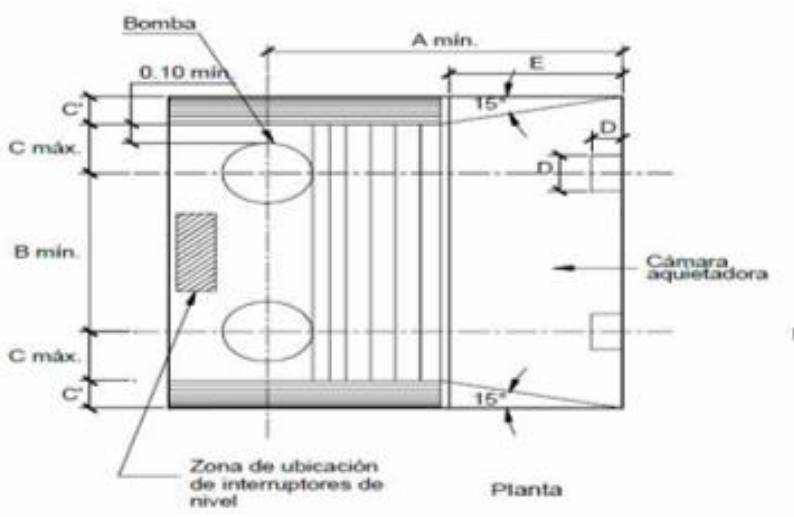
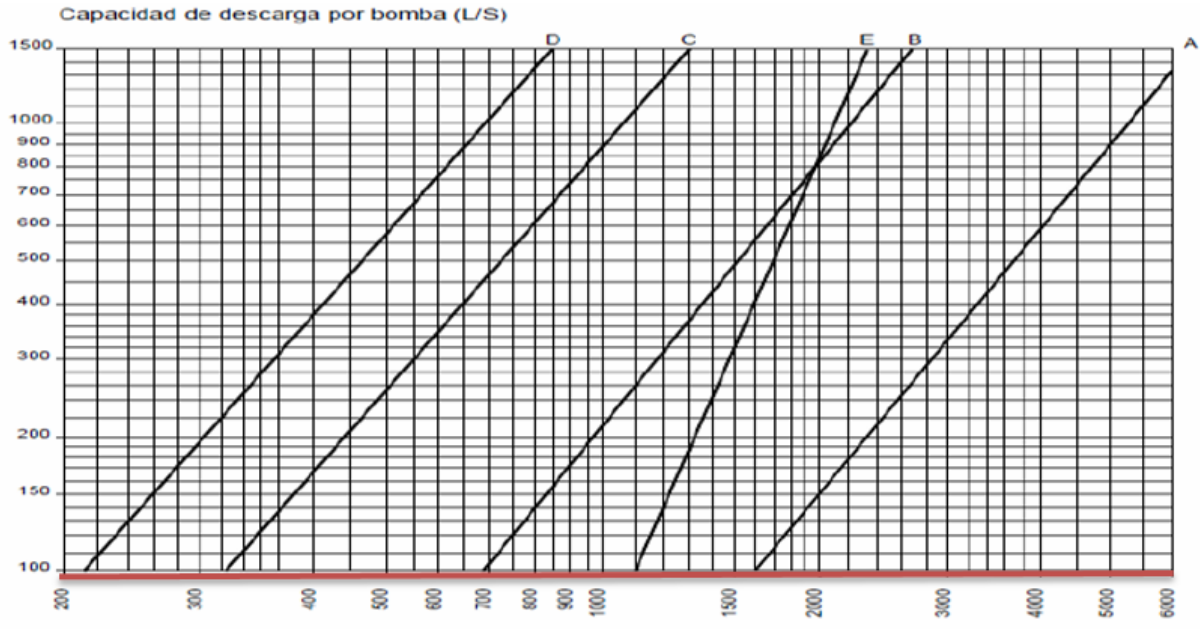
Rango pot.: 5,9 kw
 Diam. imp.: 220 mm
 Álabes: 2
 Paso impuls.: 0 mm

CONDICIONES DE TRABAJO

Nº de bombas: 1
 Caudal: 89,6 l/s
 Altura: 3,0 m
 Potencia hidráulica: 5,3 kw
 Rdto. hidráulico: 49,3 %
 Ener.específica: 0,0195 kWh/m³
 (NPSHR): 10,5 m



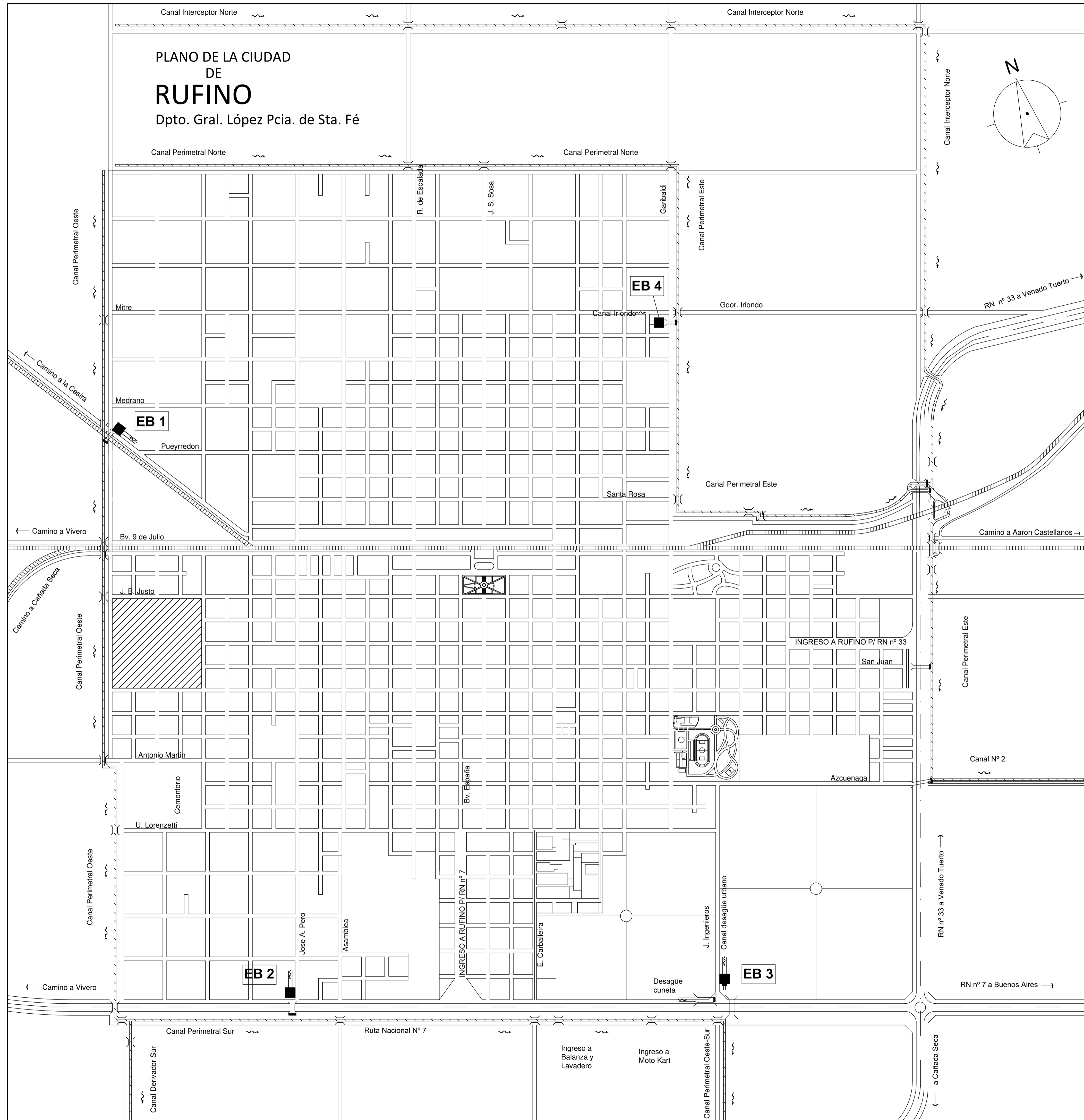
Para realizar el dimensionamiento del pozo de bombeo se utilizan recomendaciones de la Universidad de Nottingham. Se realiza a partir de un ábaco en el cual ingresamos con el Caudal de Bombeo (91 lts/s) obteniendo distintas dimensiones.



Dimensiones del Pozo de Bombeo	
A mín	1800 mm
A adop	4100 mm
B mín	680 mm
C'	295 mm
C máx	320 mm
D	210 mm
E	1100 mm
Largo total	2,59 m
Largo total adoptado	3,00 m
Ancho total	4,42 m
Ancho total adoptado	4,70 m
Profundidad	1,57 m
Profundidad adoptada	1,60 m

El diseño adoptado y las dimensiones se pueden observar en los planos 10 y 11.

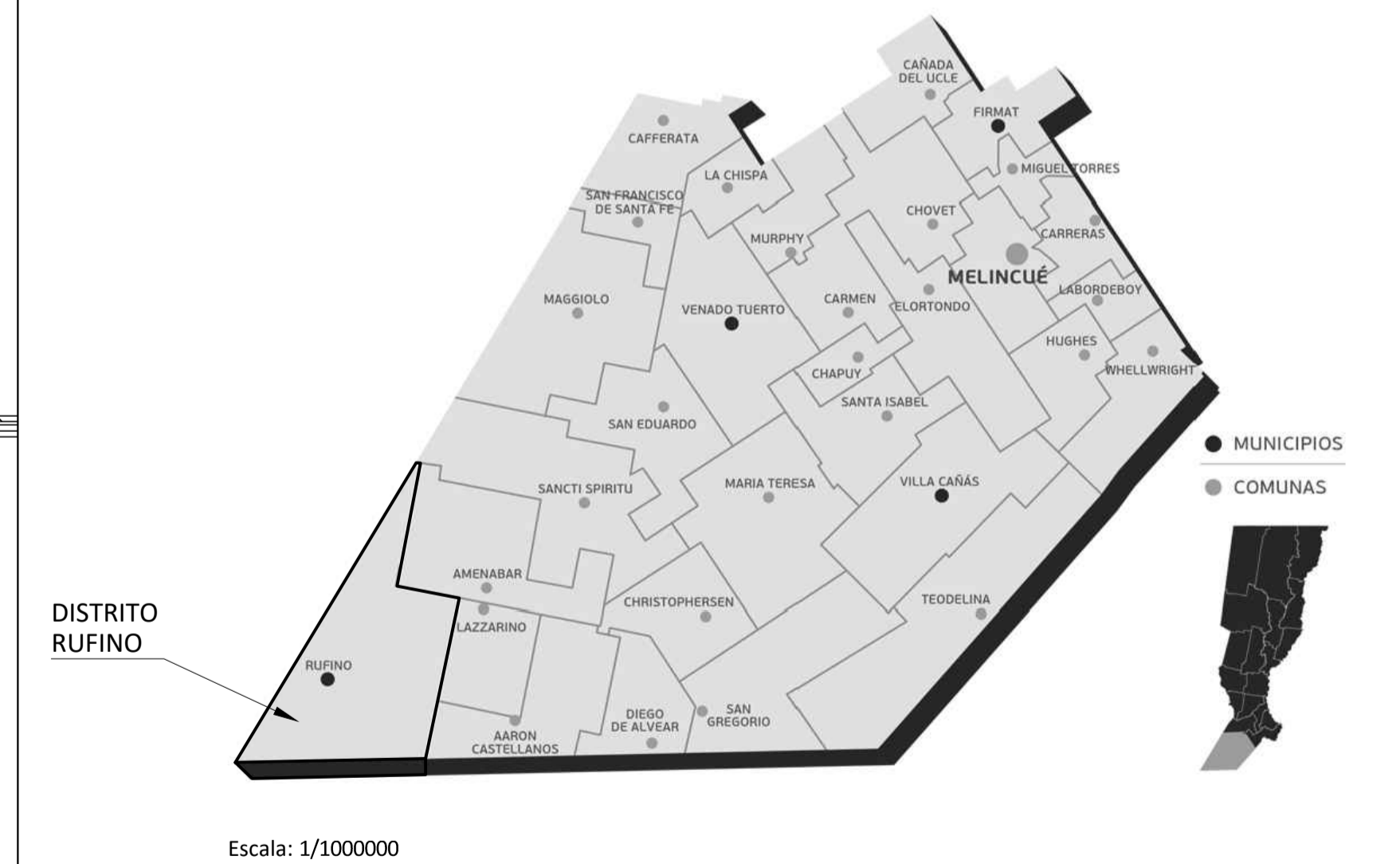
PLANO DE LA CIUDAD DE RUFINO
Dpto. Gral. López Pcia. de Sta. Fé



PROVINCIA SANTA FE



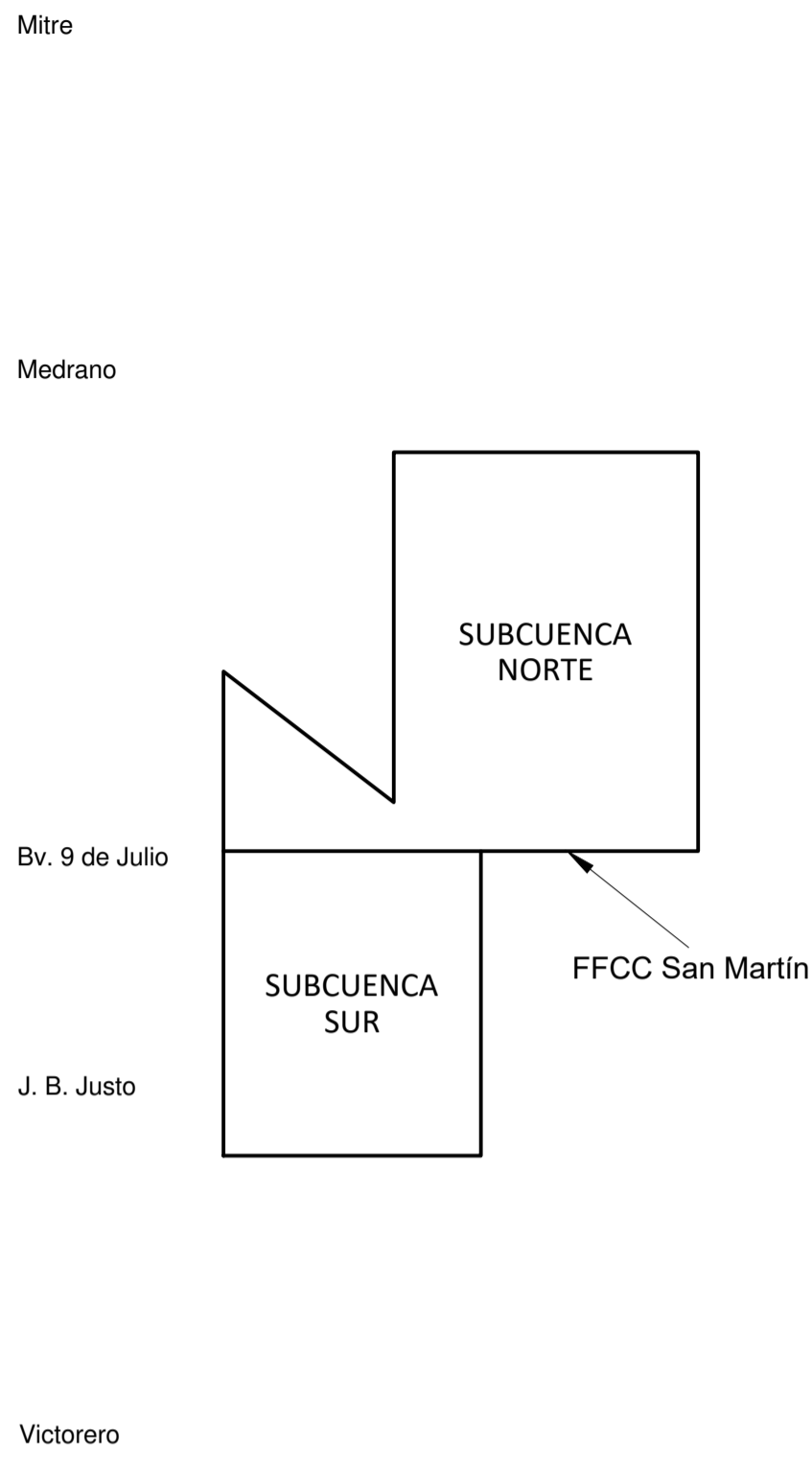
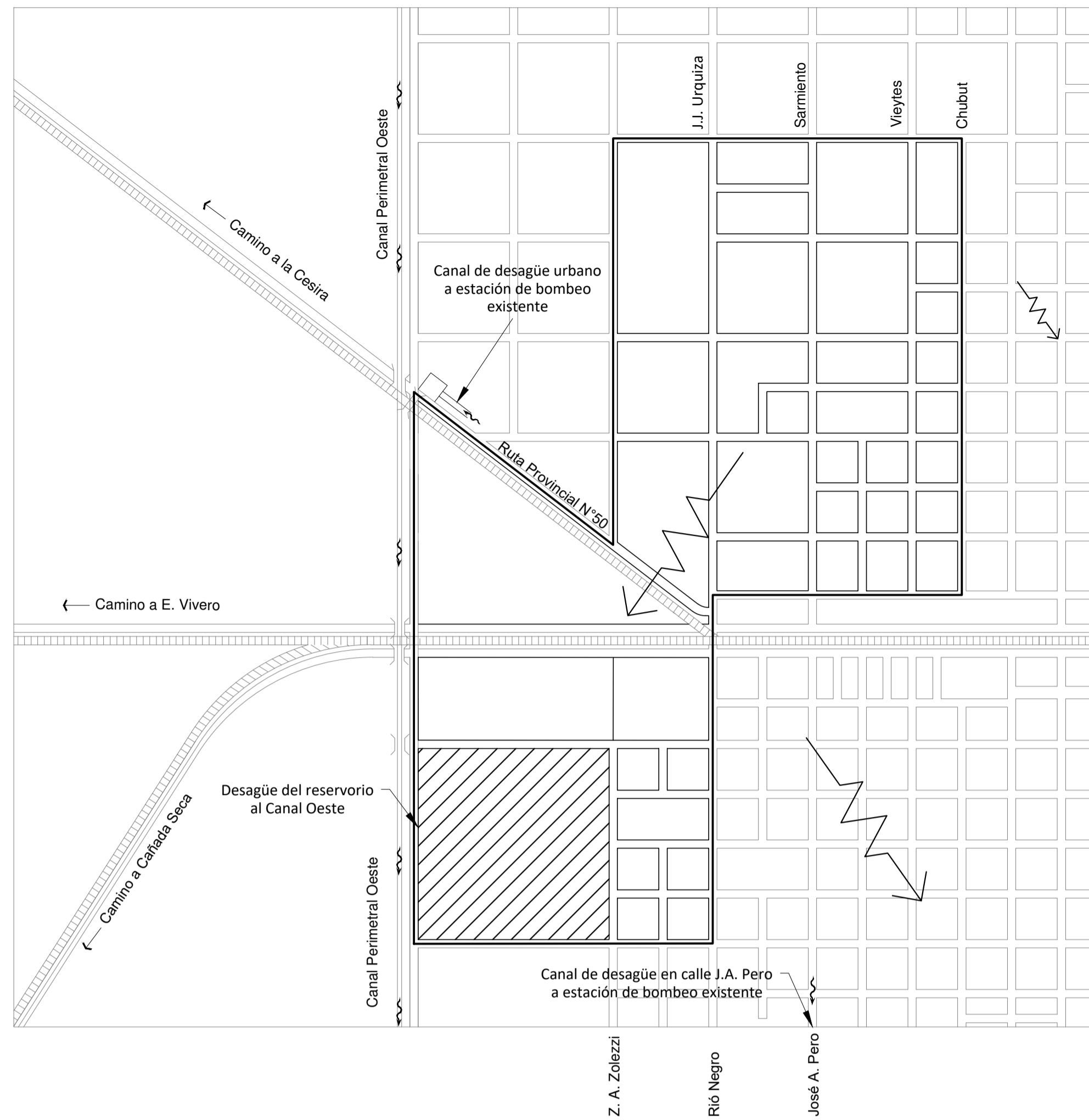
DEPARTAMENTO GENERAL LÓPEZ



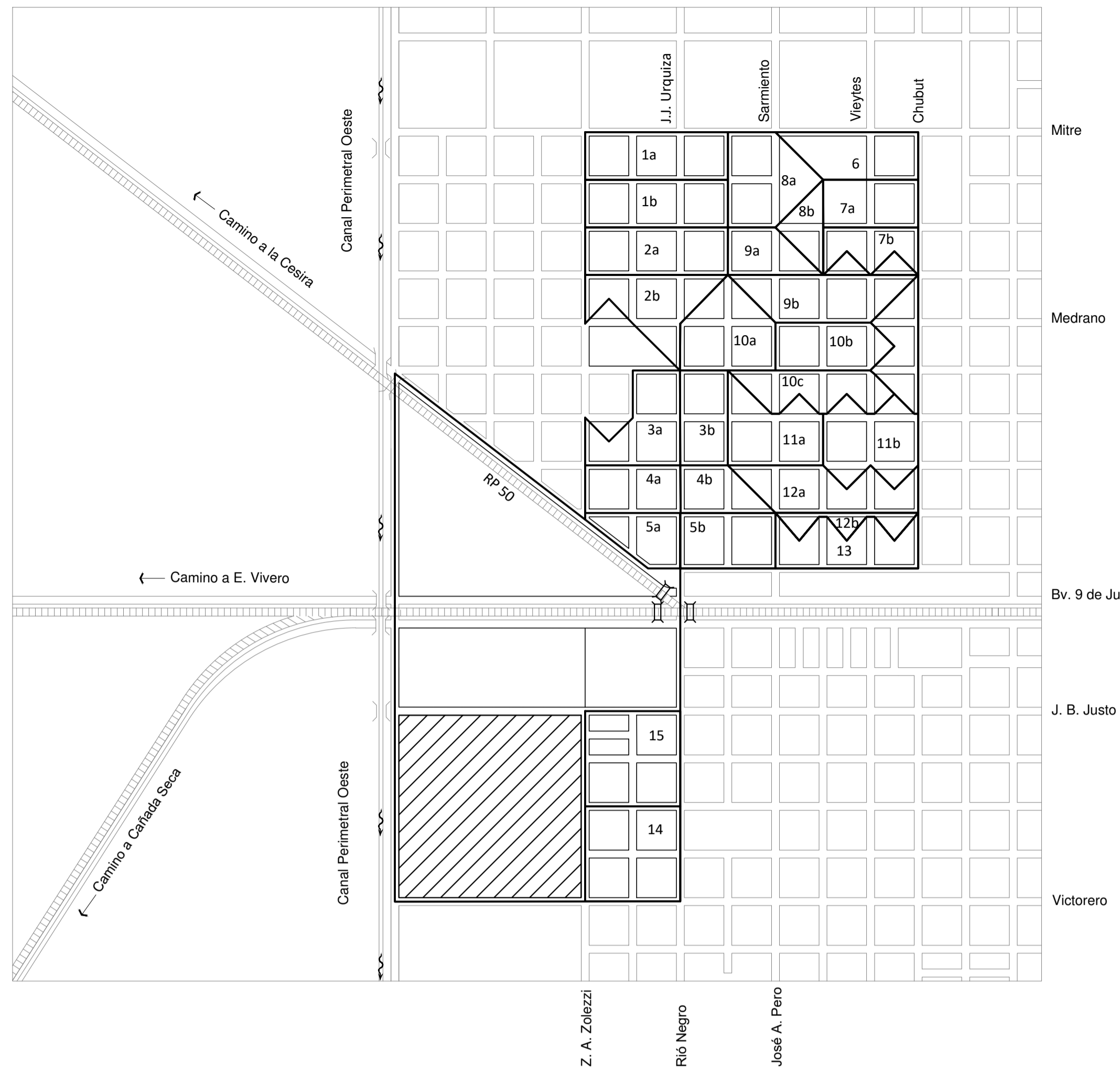
REFERENCIAS

	Alcantarilla existente
	Canal existente
	Espacio a intervenir
	Estación de bombeo existente
	Sentido del escurrimiento

SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA EN ESTUDIO



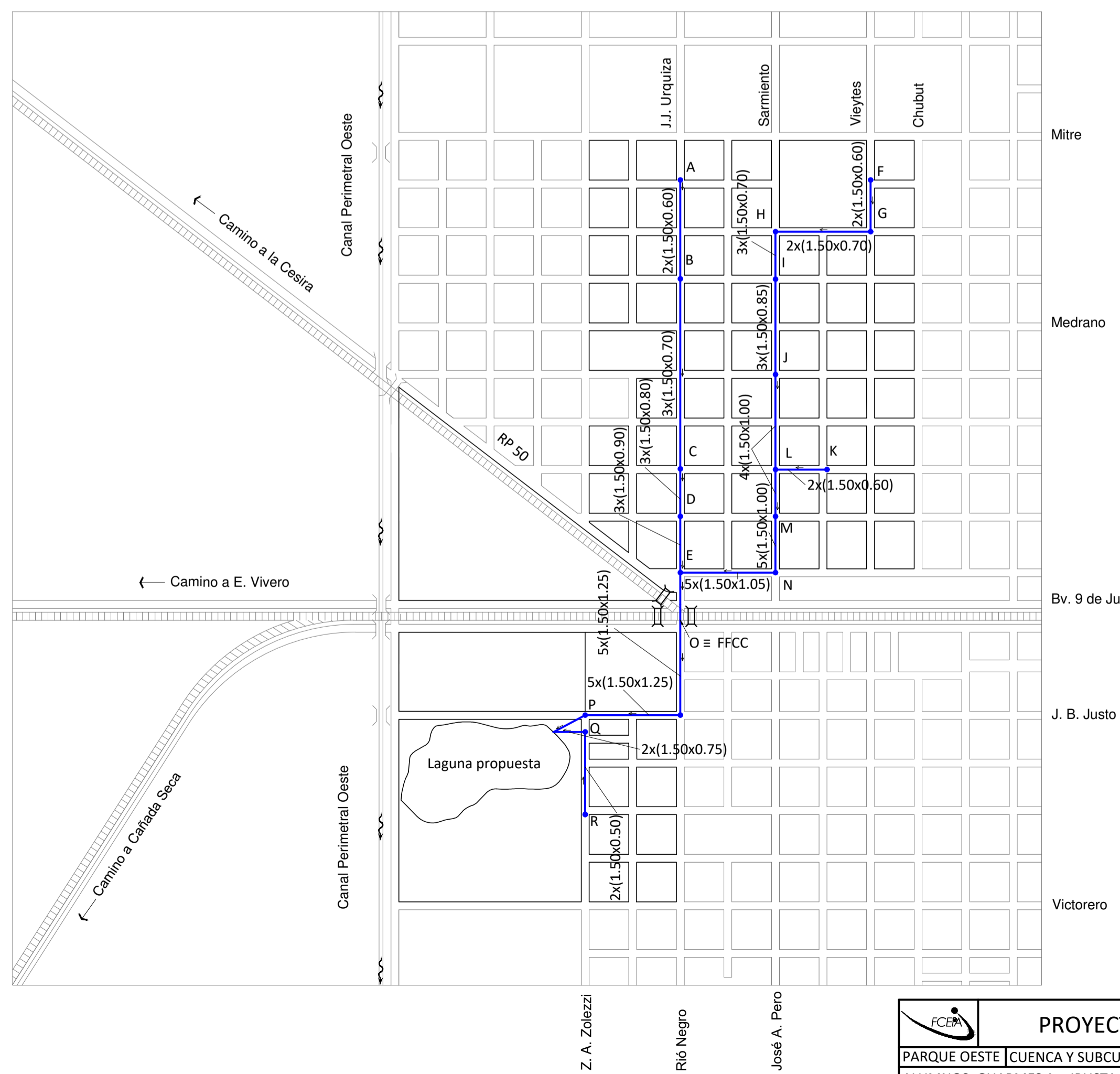
PROYECCIÓN DE LA CUENCA PARA RECURRENCIA DE 5 AÑOS



PROYECCIÓN DE LA CUENCA PARA RECURRENCIA DE 100 AÑOS



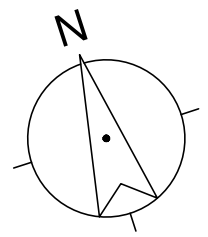
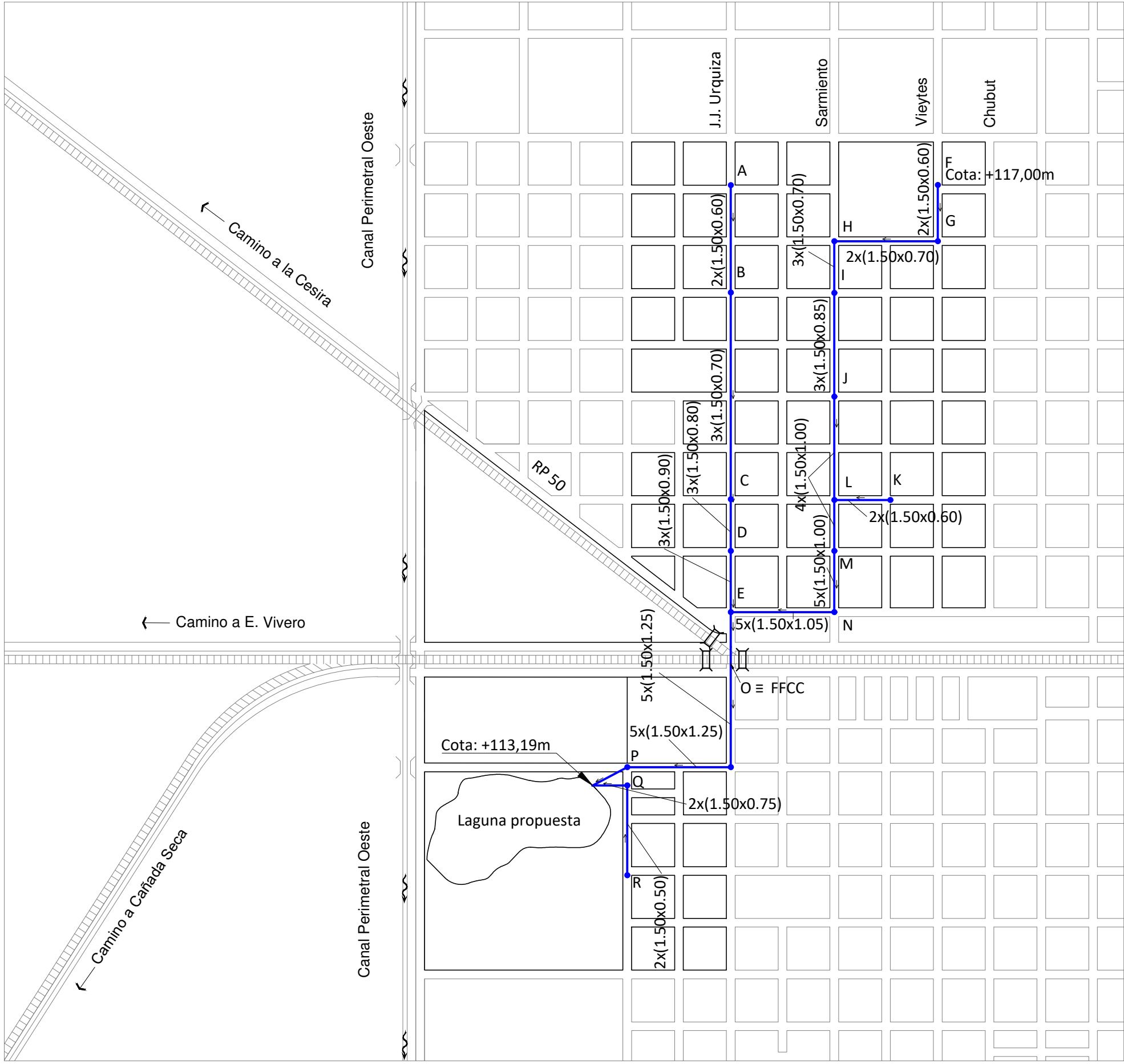
TRAZA DE CONDUCTOS PLUVIALES PROPUESTOS



REFERENCIAS

	Espacio a intervenir
	Límite de la cuenca urbana
	FFCC San Martín
	Sentido de escurrimiento del canal
	Conducto de desagüe pluvial propuesto
	Inicio conductos
	Sentidos escurrimiento conductos
	Cámara de inspección propuesta
	Paso bajo FFCC a colocar
	Sentido de escurrimiento de la cuenca
	N° de subcuenca

Nota: los conductos propuestos son tentativos ya que no se cuenta con la nivelación de pavimentos existentes o proyectados



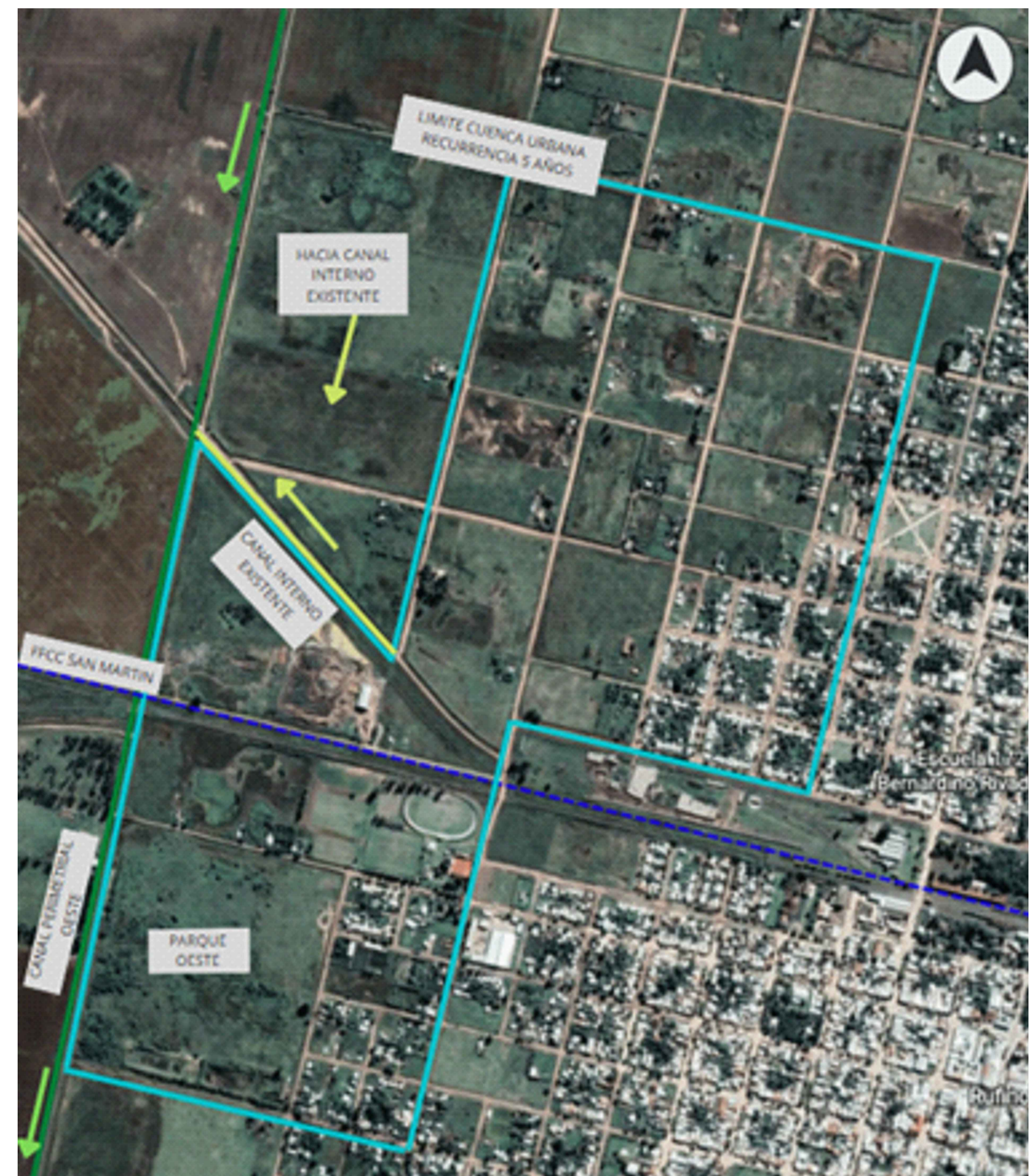
REFERENCIAS	
	Sentido de escurrimiento del canal
	FFCC San Martín
	Conducto de desagüe pluvial propuesto
	Inicio conductos
	Sentidos escurrimiento conductos
	Cámara de inspección propuesta
	Paso bajo FFCC a colocar

Nota: las cotas están referidas al cero del IGN

	PROYECTO IV		Carrera:	Localidad:	Escala:	Plano Nº 03
			Ingeniería Civil	Rufino	1/10000	
PARQUE OESTE CONDICIONES DE BORDE DEL PROYECTO			Grupo: 5			
ALUMNOS: GUARMES A. - IRUSTA A. - ROTH L. - SÁNCHEZ GRANEL F.			Fecha: 16/08/2022			



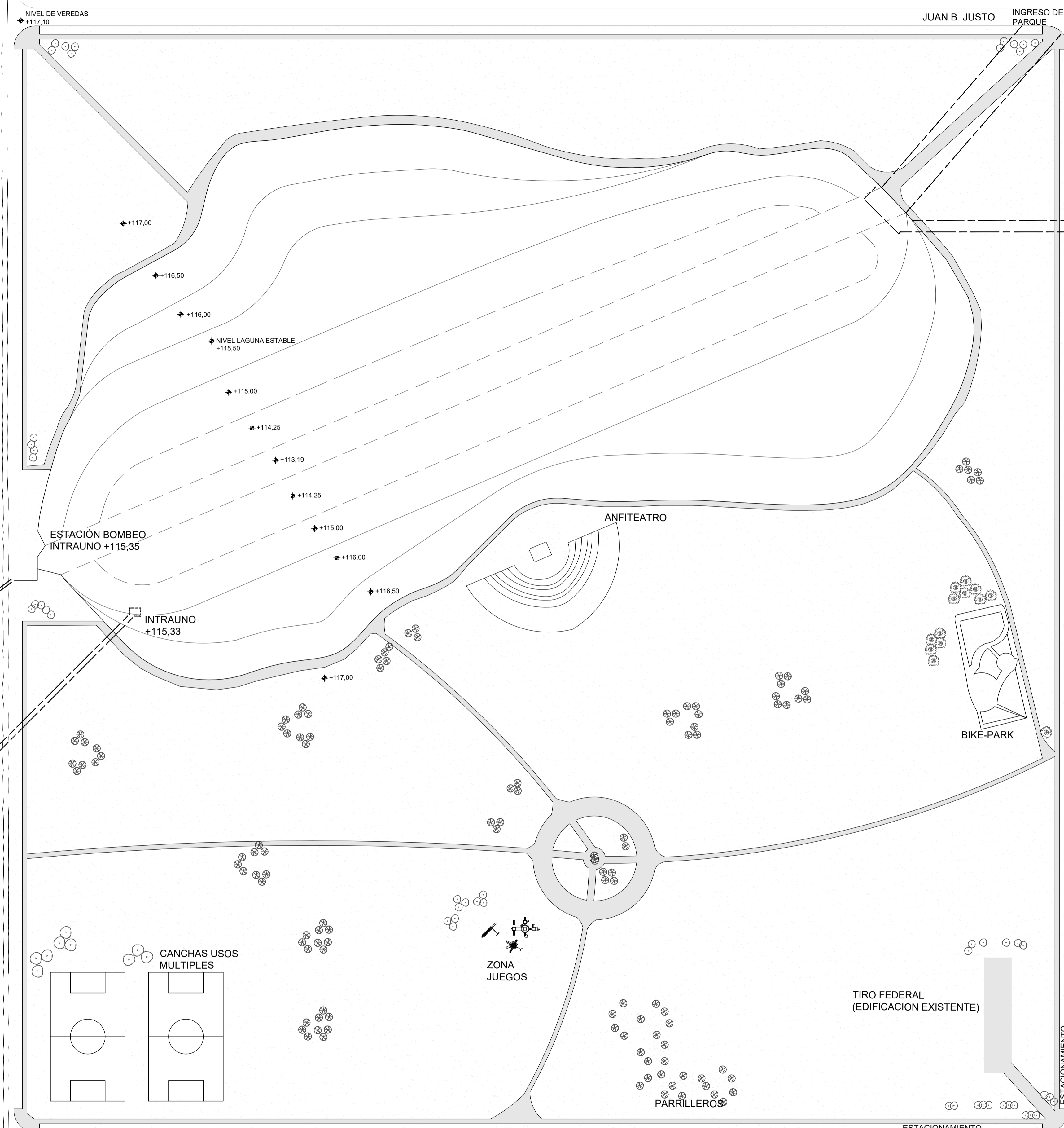
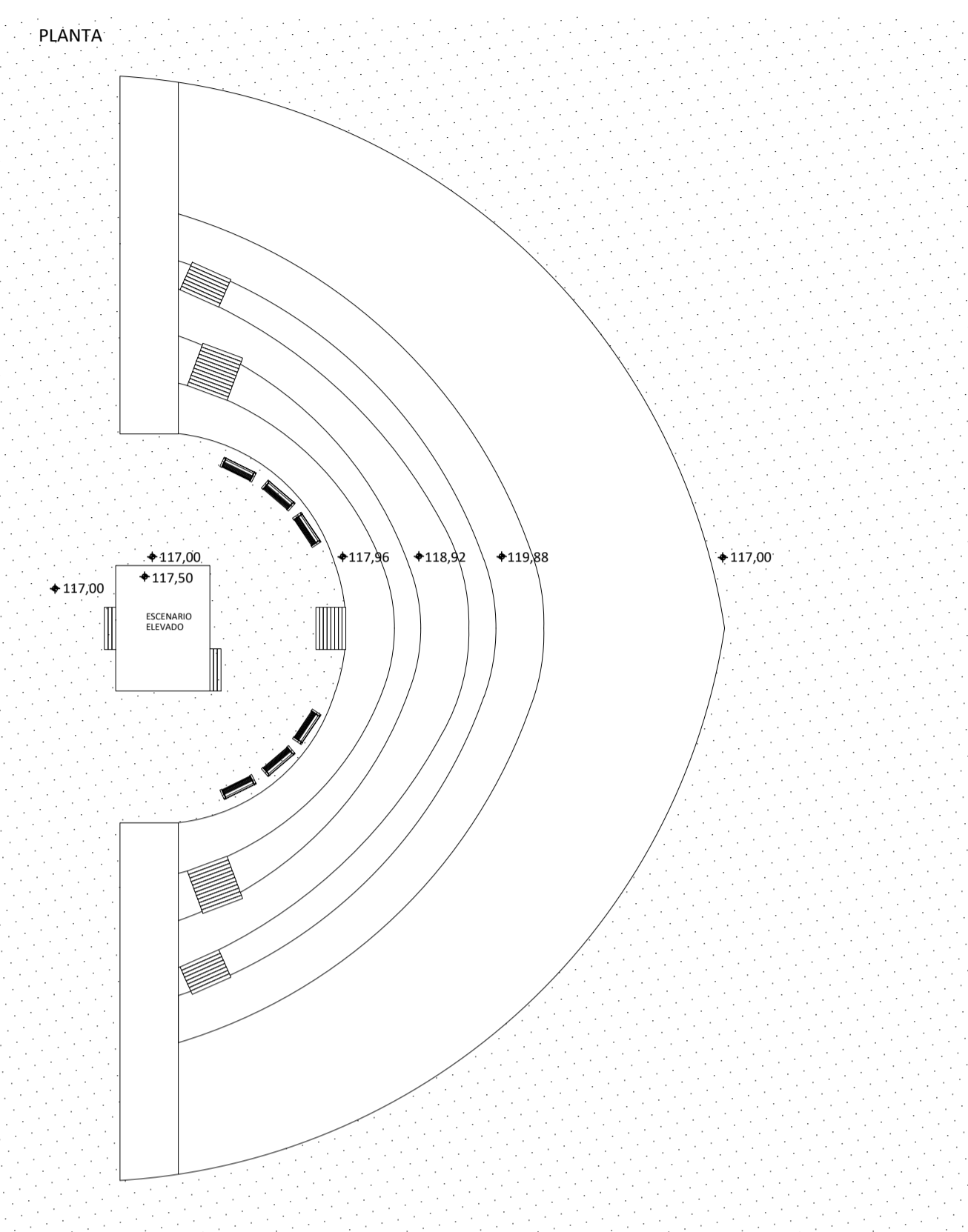
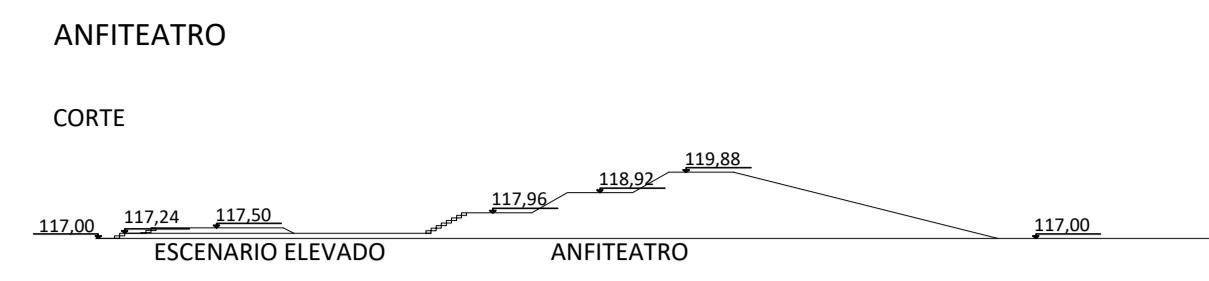
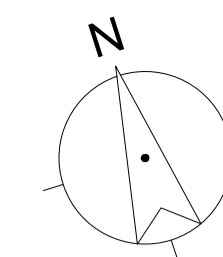
CUENCA URBANA



UBICACIÓN DEL PREDIO EN ESTUDIO



	PROYECTO IV	Carrera: Ingeniería Civil	Localidad: Rufino	Escala: 1/1000	Plano Nº
	PARQUE OESTE	PLANTA ARQUITECTURA	Grupo: 5	Fecha: 16/08/2022	04
ALUMNOS: GUARNES A. - IRUSTA A. - ROTH L. - SANCHEZ GRANDEL F.					



SENTIDO DE ESCURRIMIENTO

CANAL OESTE

CALLE SIN

Canal guardia

JUAN B. JUSTO INGRESO DE LOS CONDUCTOS AL PARQUE

INGRESO DE LOS CONDUCTOS AL PARQUE SANTA FE

EVA PERÓN

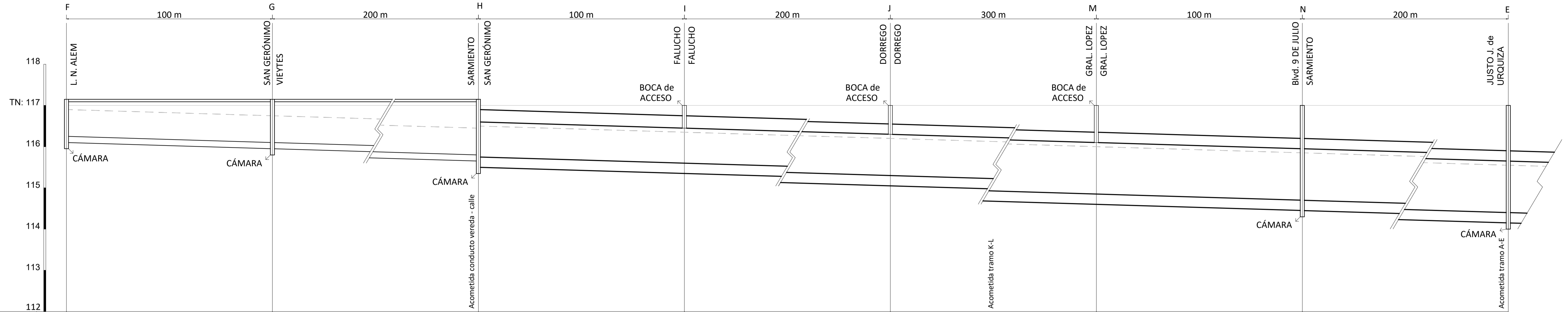
B. FERREYRA

ESTACIONAMIENTO ZALEZZI

ESTACIONAMIENTO VICTORERO

	PROYECTO IV		Carrera:	Localidad:	Escala:	Plano Nº
	PARQUE OESTE		Ingeniería Civil	Rufino	1/1000	05
ALUMNOS: GUARNES A. - IRUSTA A. - ROTH L. - SANCHEZ GRANEL F.		PLANTA ARQUITECTURA	Grupo: 5		Fecha: 16/08/2022	

PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAMO: SUMIDERO "F" - LAGUNA



CALLE TRAMO		VIEYTES	SAN GERÓNIMO	SARMIENTO	SARMIENTO	SARMIENTO	SARMIENTO	Blvd. 9 DE JULIO	
COTAS TN [m]	117,00	117,00	117,00	117,00	117,00	117,00	117,00	117,00	117,00
COTAS FONDO CONDUCTO [m] (N1)	116,25	116,10	115,80	115,75	115,60	115,30	114,85	114,70	114,40
TAPADA [m] (N1)	0,00	0,00	0,55	0,55	0,65	0,85	1,25	1,50	1,50
PROGRESIVAS [m]	0,00	100,00	300,00	400,00	600,00	900,00	1000,00	1200,00	1200,00



CALLE TRAMO		JUSTO J. de URQUIZA	RÍO NEGRO	JUAN B. JUSTO	
COTAS TN [m]	117,00	117,00	117,00	117,00	117,00
COTAS FONDO CONDUCTO [m] (N1)	114,40	114,25	113,68	113,32	113,19
TAPADA [m] (N1)	1,50	1,60	2,07	2,43	2,56
PROGRESIVAS [m]	1200,0	1300,0	1682,0	1925,0	2007,0

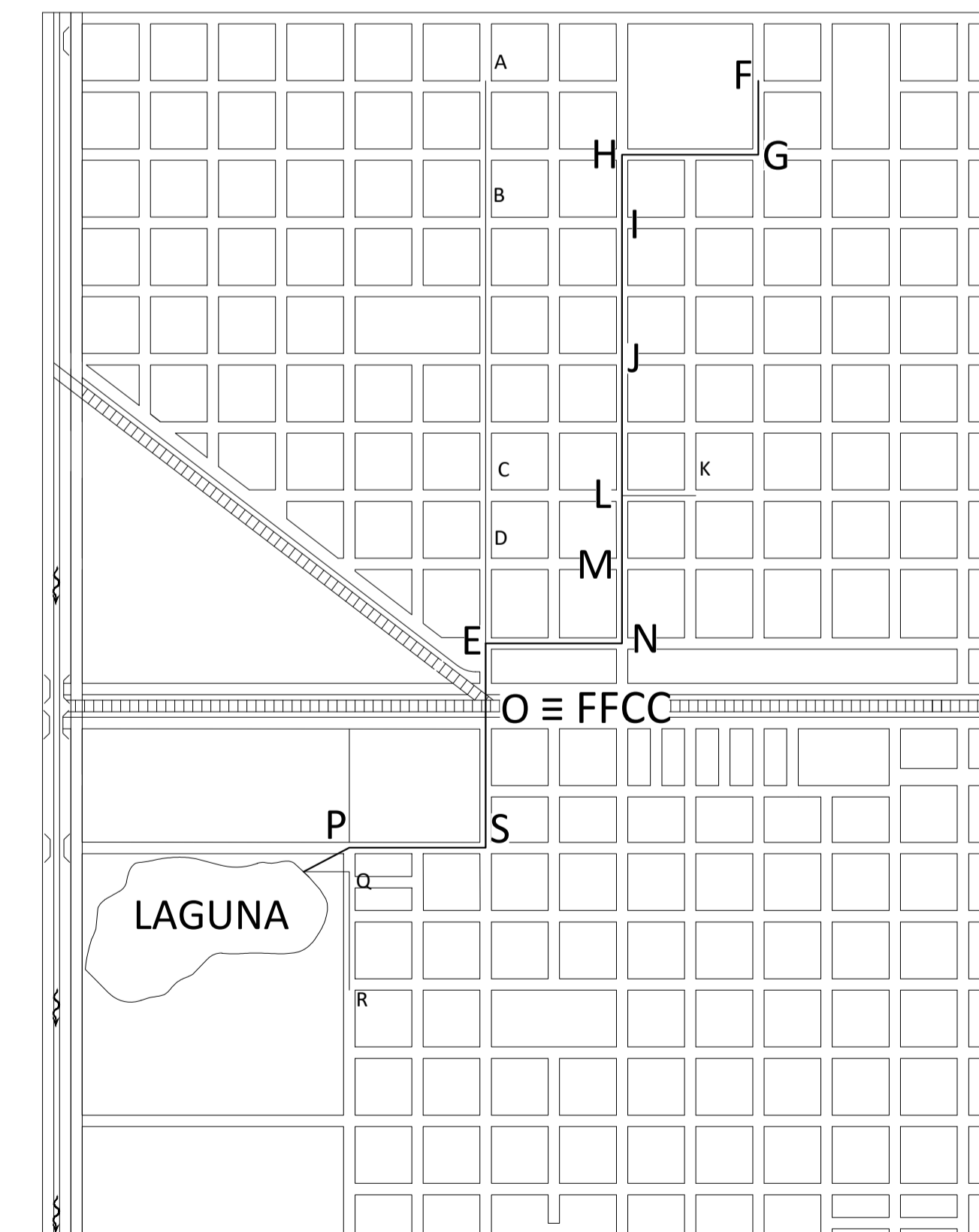
NOTAS:

1. LAS COTAS Y TAPADAS INDICADAS SON TENTATIVAS, EMPLEADAS PARA EL DISEÑO DE LOS NIVELES EN LA LAGUNA. EL DISEÑO PLUVIAL URBANO NO SE INCLUYE EN EL PRESENTE PROYECTO. SE ANALIZARÁ OPORTUNAMENTE, CONSIDERANDO LAS COTAS DE PAVIMENTOS URBANOS (NO DISPONIBLES A LA FECHA), LOS CASOS DONDE LA LOSA SUPERIOR DEL CONDUCTO PUEDA ACTUAR COMO LOSA DE PAVIMENTO.
2. LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL CERO DEL IGN.
3. VER PLANO "03" - PARA VER RECORRIDO DEL TRAMO PLANTEADO.
4. UNIDADES EN METROS.
5. ESCALA VERTICAL 2:1
6. ESCALA HORIZONTAL 10:1
7. PENDIENTE CONDUCTOS: 0,15%

REFERENCIAS

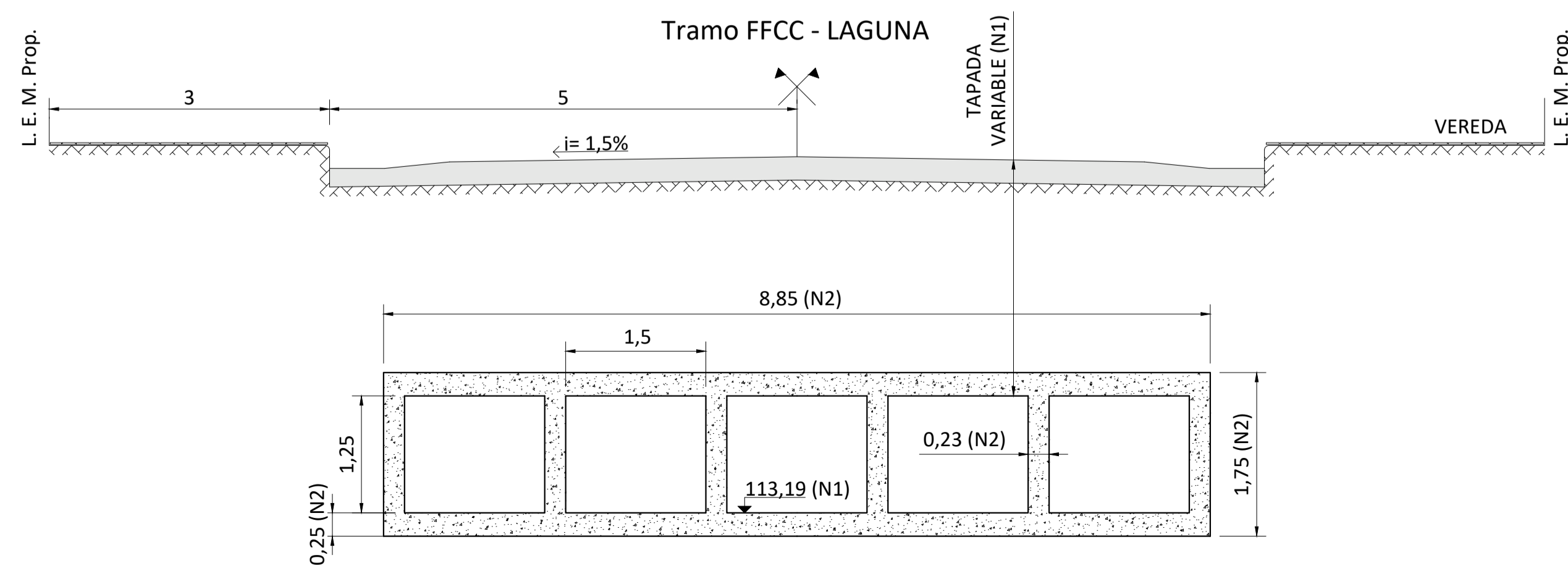
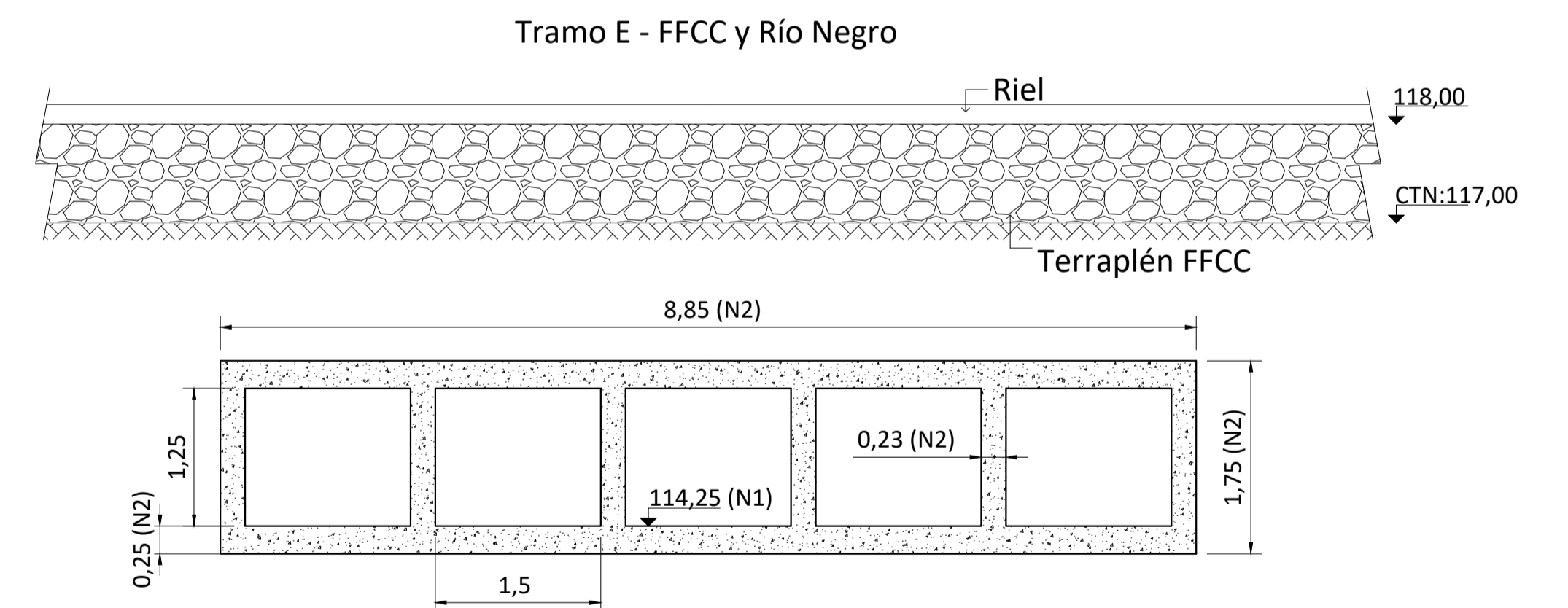
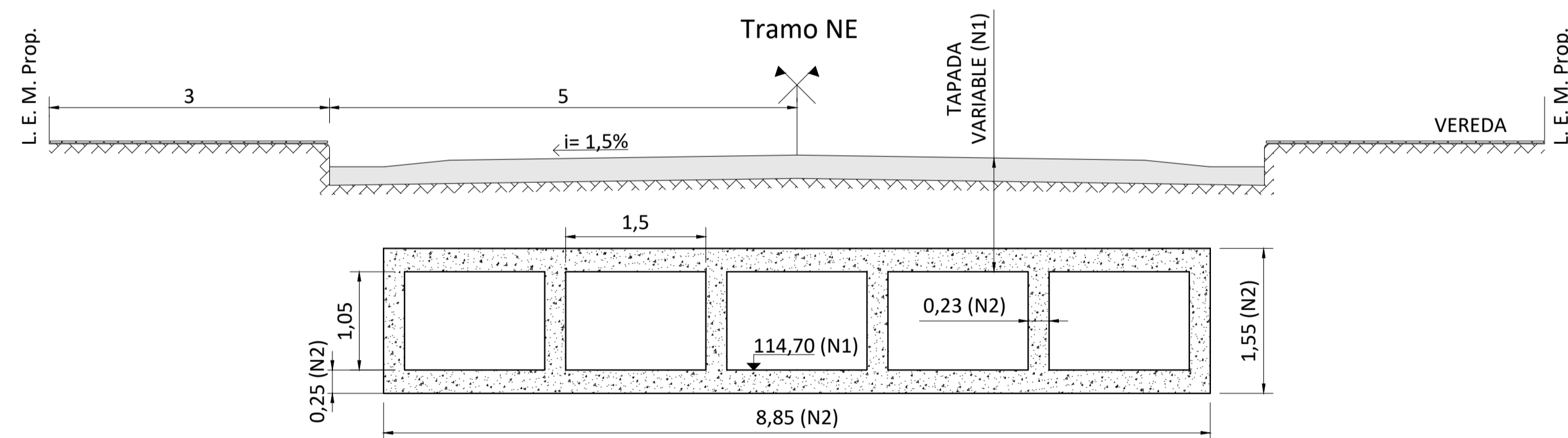
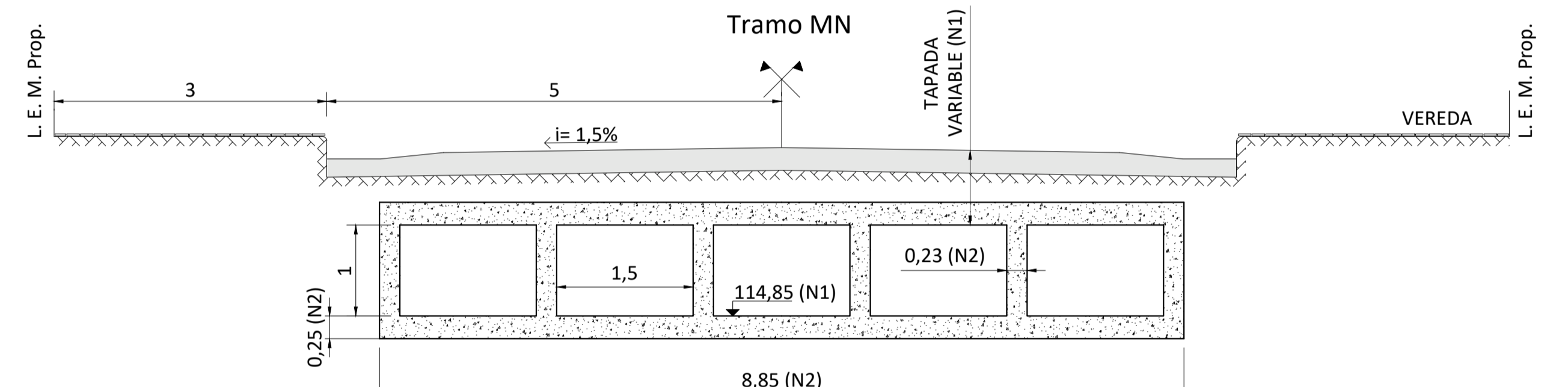
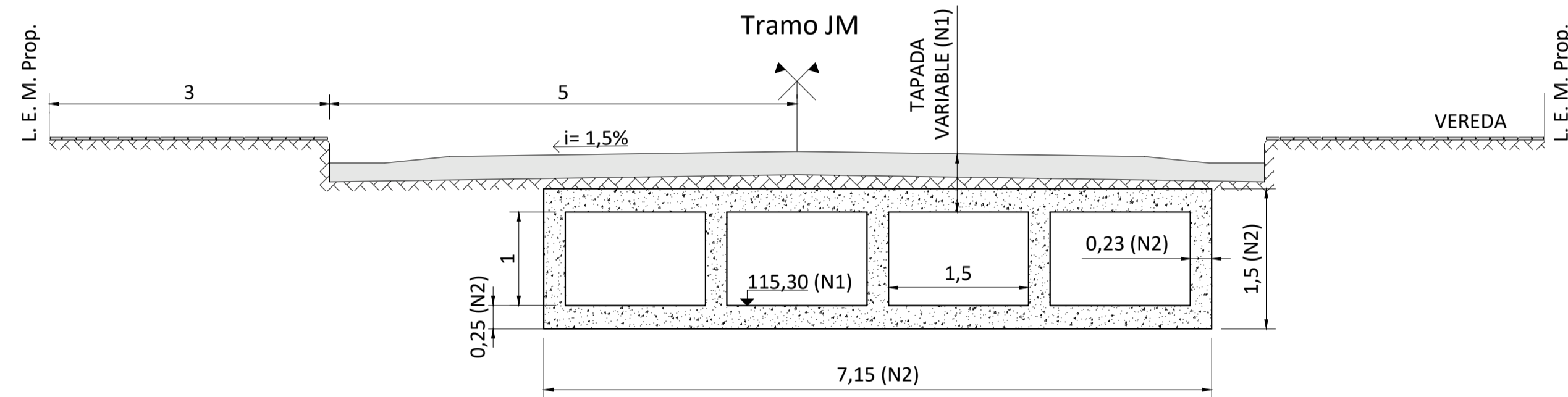
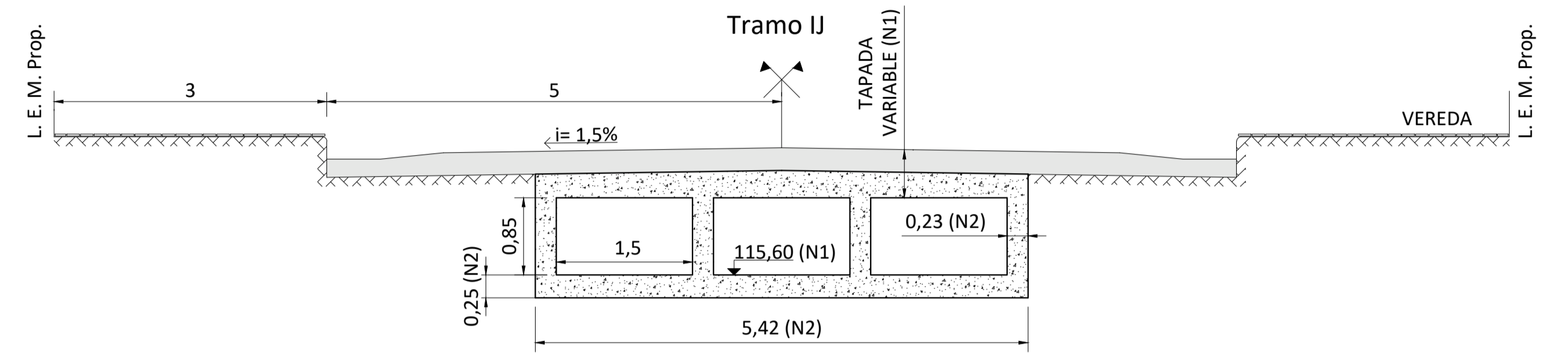
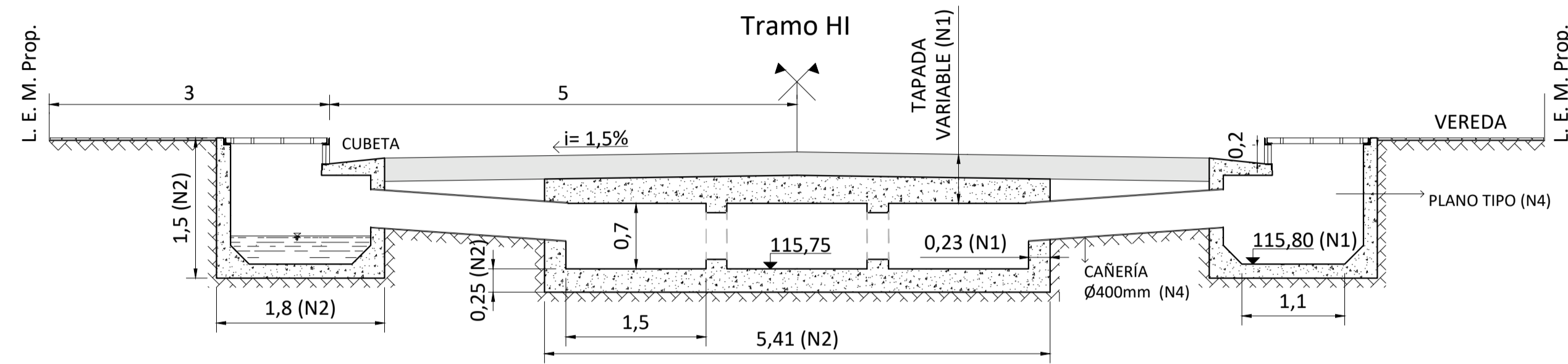
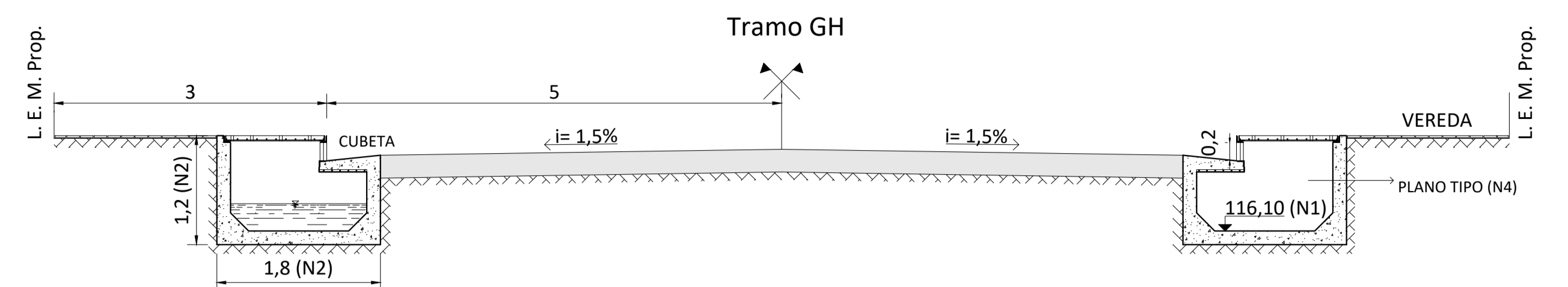
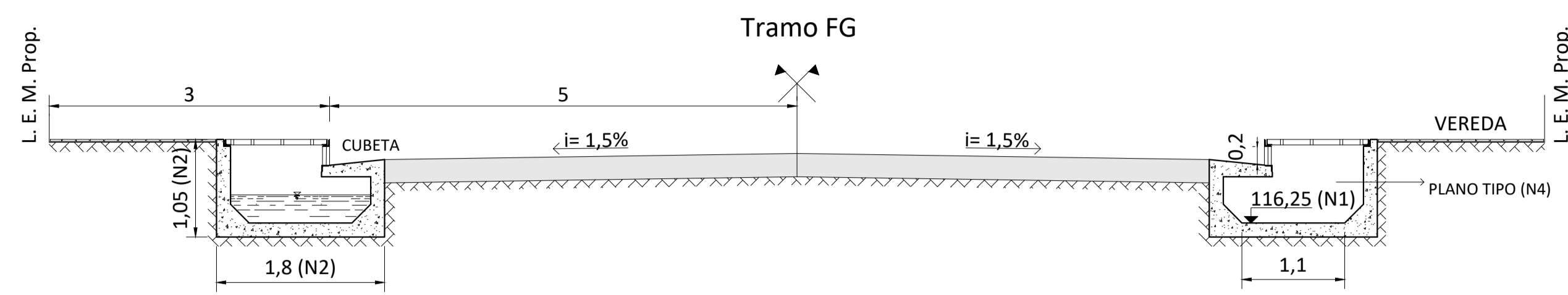
TERRENO NATURAL (TN)	—
CONDUCTOS PRINCIPALES	—
CONDUCTOS POR VEREDA	—
TIRANTE DE AGUA	—
CÁMARA	—
BOCA DE ACCESO Y VENTILACIÓN	—

DETALLE DEL RECORRIDO PLANTEADO (VER PLANO "03")



TRAMO	CALLE	CONDUCTOS	
		DIMENSIÓN [m]	CANTIDAD
FG	VIEYTES	1 x 0.6	2
GH	SAN GERÓNIMO	1.5 x 0.7	2
HI	SARMIENTO	1.5 x 0.7	3
IJ	SARMIENTO	1.5 x 0.85	3
JM	SARMIENTO	1.5 x 1.0	4
MN	SARMIENTO	1.5 x 1.0	5
NE	Blvd. 9 DE JULIO	1.5 x 1.05	5
EO	JUSTO J. de URQUIZA	1.5 x 1.25	5
OS	RÍO NEGRO	1.5 x 1.25	5
SP	JUAN B. JUSTO	1.5 x 1.25	5
P - LAGUNA	---	1.5 x 1.25	5

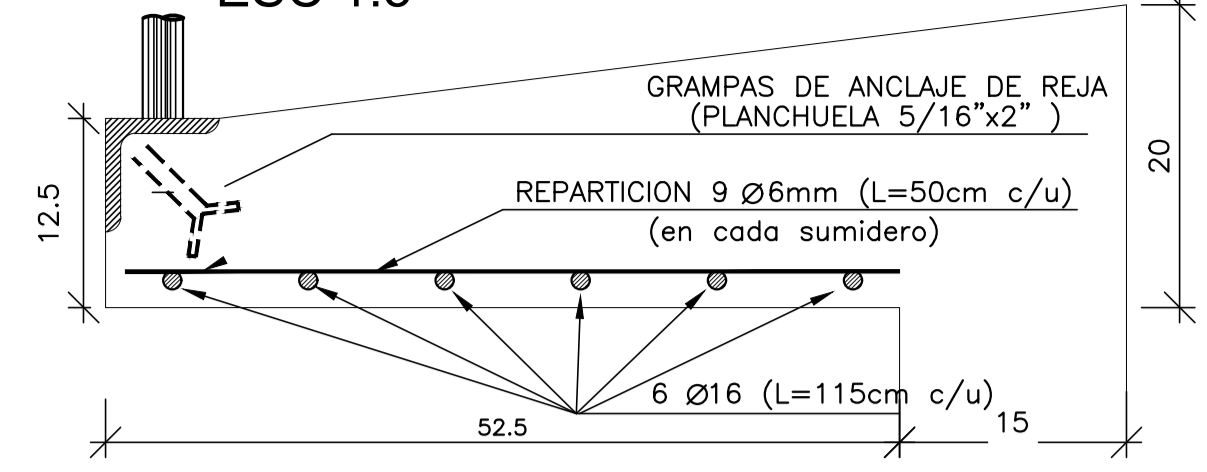
PERFILES TRANSVERSALES DEL RAMAL DERECHO: CÁMARA "F" - LAGUNA



NOTAS:

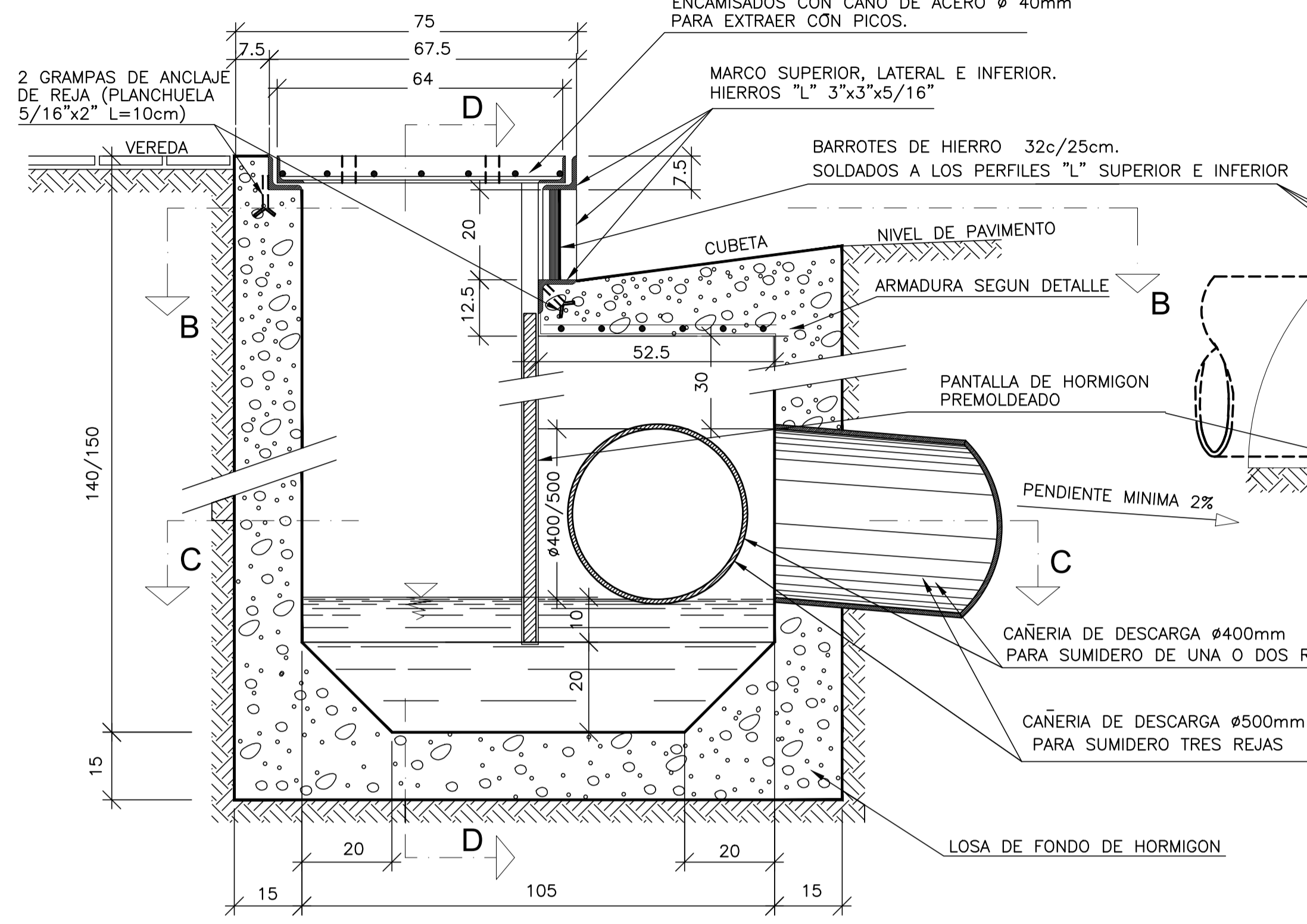
1. LAS COTAS Y TAPADAS INDICADAS SON TENTATIVAS, EMPLEADAS PARA EL DISEÑO DE LOS NIVELES EN LA LAGUNA. EL DISEÑO PLOUVIAL URBANO NO SE INCLUYE EN EL PRESENTE PROYECTO. SE ANALIZARÁ OPORTUNAMENTE, CONSIDERANDO LAS COTAS DE PAVIMENTOS URBANOS (NO DISPONIBLES A LA FECHA), LOS CASOS DONDE LA LOSA SUPERIOR DEL CONDUCTO PUEDA ACTUAR COMO LOSA DE PAVIMENTO.
2. DIMENSIONES INDICATIVAS, BASADAS EN CONDUCTOS PLUVIALES SIMILARES (OBRA COLECTOR PRINCIPAL LARREA CUENCA FLORES - MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS PÚBLICOS Y HÁBITAT - SANTA FE).
3. LOS DIÁMETROS/DIMENSIONES INTERNAS FUERON DETERMINADOS A PARTIR DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA CALCULADA.
4. SUMIDEROS VERTICALES SEGÚN PLANO TIPO PT 112-M2 DE LA MUNICIPALIDAD DE ROSARIO.
5. VER PLANO "03" - PARA VER RECORRIDO DEL TRAMO PLANTEADO.
6. LAS SECCIONES TRANSVERSALES REPRESENTADAS CORRESPONDEN AL INICIO DE CADA TRAMO, EXCEPTO LOS TRAMOS E-O Y O-LAGUNA QUE CORRESPONDEN A LA SECCIÓN FINAL.
7. LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL CERO DEL IGN.
8. UNIDADES EN METROS.

DETALLE DE ARMADURA EN LOSA DE CUBETA
ESC 1:5

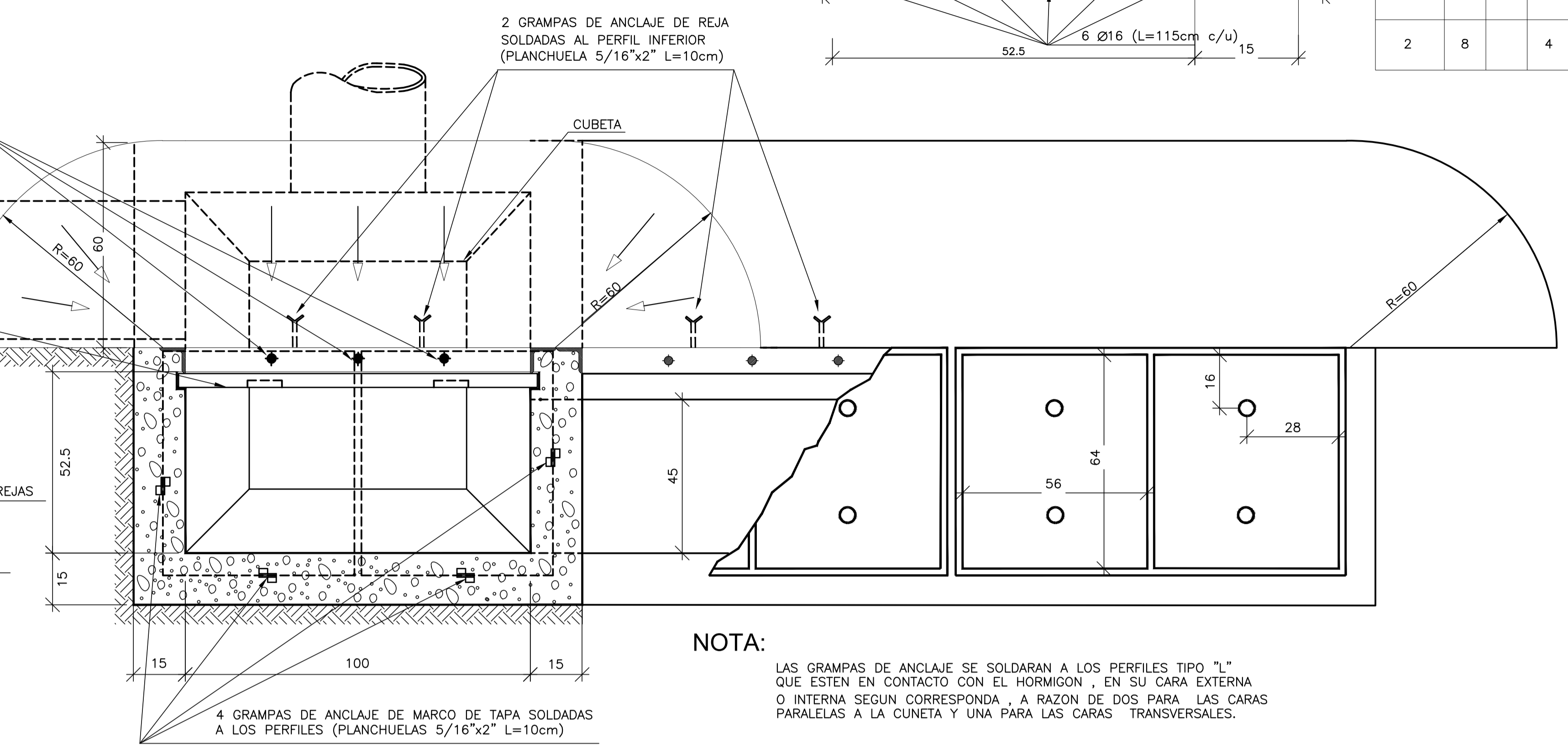


ARMADURA DE REFUERZO P/ SUMIDEROS DE 2 O 3 REJAS				
POSICION	Ø	SEP	CANT	
1	6	14	6	
2	8	4	4	

CORTE A-A Esc. 1:10

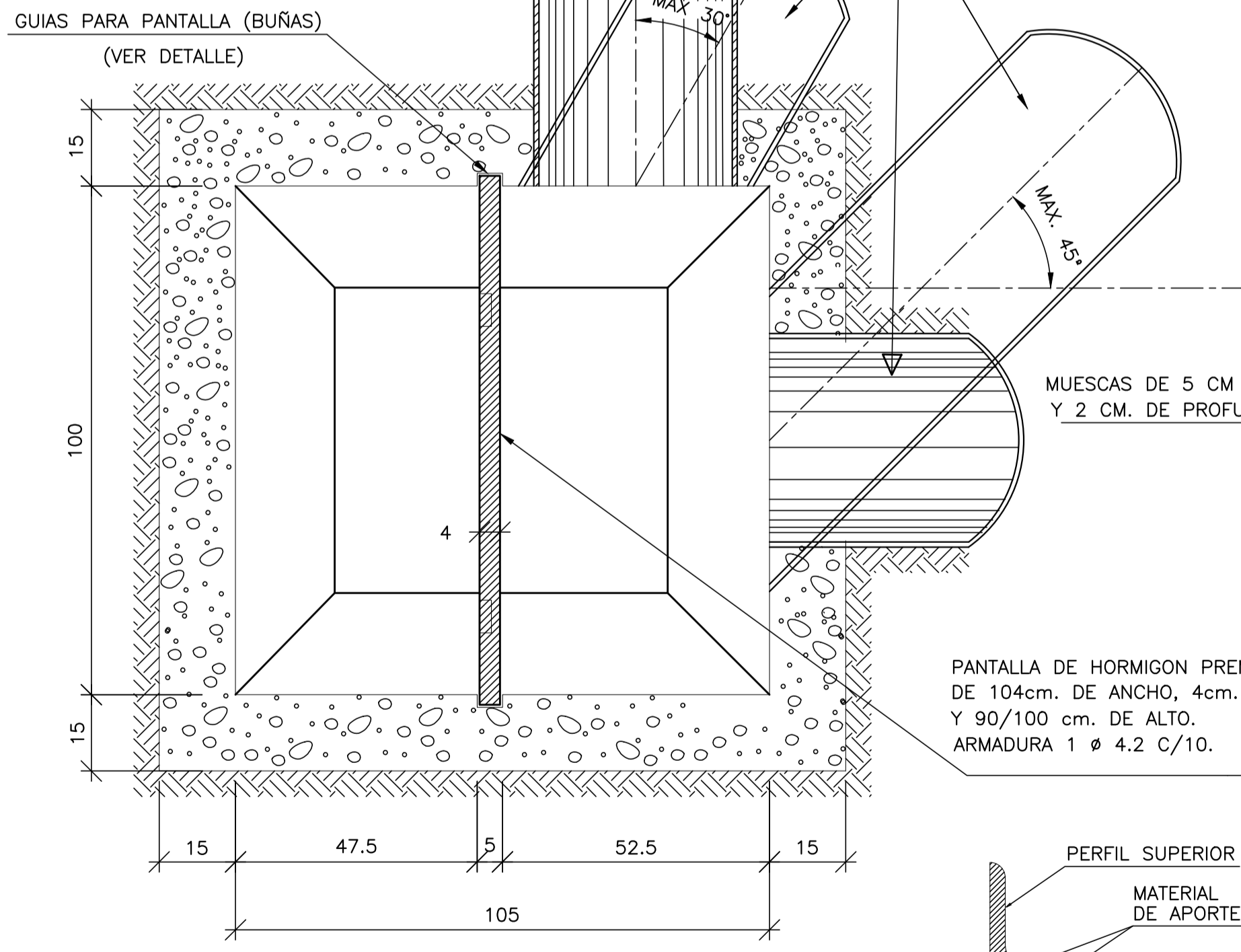


CORTE B-B Esc. 1:10

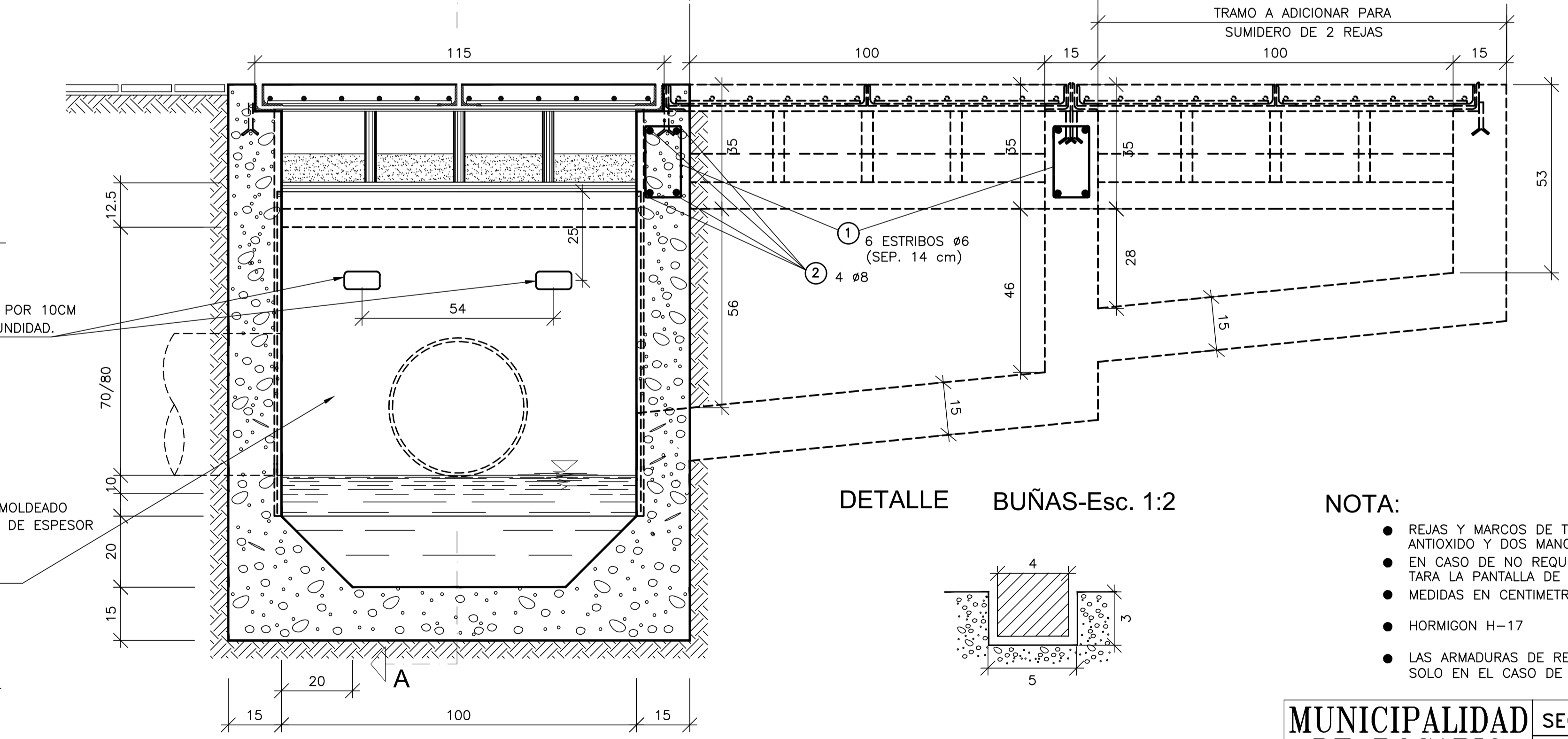


NOTA:
LAS GRAMPAS DE ANLAJE SE SOLDARAN A LOS PERFILES TIPO "L" QUE ESTEN EN CONTACTO CON EL HORMIGON, EN SU CARA EXTERNA O INTERNA SEGUN CORRESPONDA, A RAZON DE DOS PARA LAS CARAS PARALELAS A LA CUNETA Y UNA PARA LAS CARAS TRANSVERSALES.

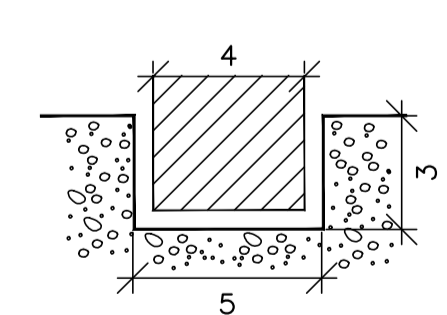
CORTE C-C Esc. 1:10



CORTE D-D Esc. 1:10

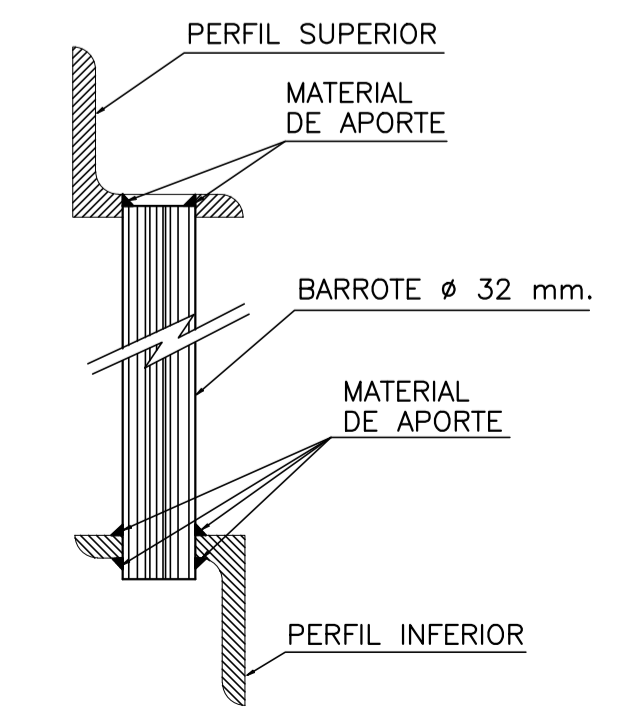


DETALLE BUÑAS-Esc. 1:2



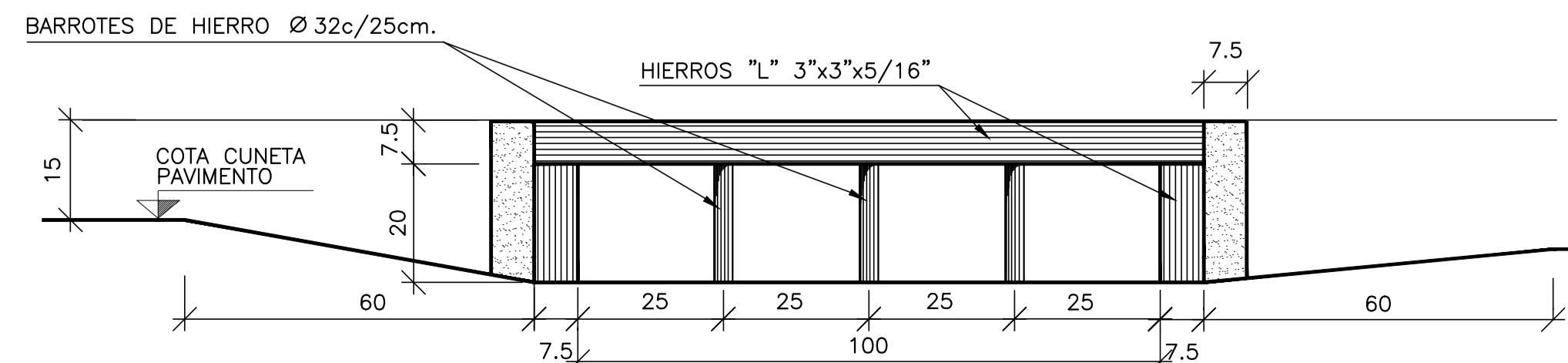
- NOTA:**
- REJAS Y MARCOS DE TAPAS SE PINTARAN CON DOS MANOS DE ANTIOXIDO Y DOS MANOS DE ESMALTE SINTETICO COLOR NEGRO.
 - EN CASO DE NO REQUERIRSE SUMIDERO SIFONADO NO SE EJECUTARA LA PANTALLA DE H' PREMOLDEADO.
 - MEDIDAS EN CENTIMETROS
 - HORMIGON H-17
 - LAS ARMADURAS DE REFUERZO POSICIONES 1 Y 2 SE EJECUTARAN SOLO EN EL CASO DE SUMIDEROS DE DOS O TRES REJAS.

LAS UNIONES SOLDADAS ENTRE LOS PERFILES "L" DEBERAN SER REFORZADAS FORMANDO CORDONES DE MATERIAL DE APORTE EN AMBOS LADOS.
LOS PERFILES "L" QUE DEBAN SOSTENER LOS BARROTES DE ACERO TRAFILADO Ø32mm., LLEVARAN PERFORACIONES DE IGUAL DIAMETRO A FIN DE ENCASTRAR A LOS MISMOS, LOS QUE LUEGO SERAN SOLDADOS EN CADA EXTREMO (VER DETALLE).



DETALLE ESC 1:5

REJA VISTA DE FRENTE -Esc. 1:10



MUNICIPALIDAD DE ROSARIO SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DGHYS DEPARTAMENTO PLAN INTEGRAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

PLANO TIPO SUMIDERO VERTICAL DE 1, 2 6 3 REJAS
ADAPTACION PLANO N°1210-2-DIPOS

OPERADOR: DEPIS
DIBUJANTE: DEPIS
PROYECTISTA: DEPIS

JEFE DEPIS INGENIERO CARLOS TOGNETTI

SUB DIRECTOR DGHYS. INGENIERO ALFREDO MANAVELLA

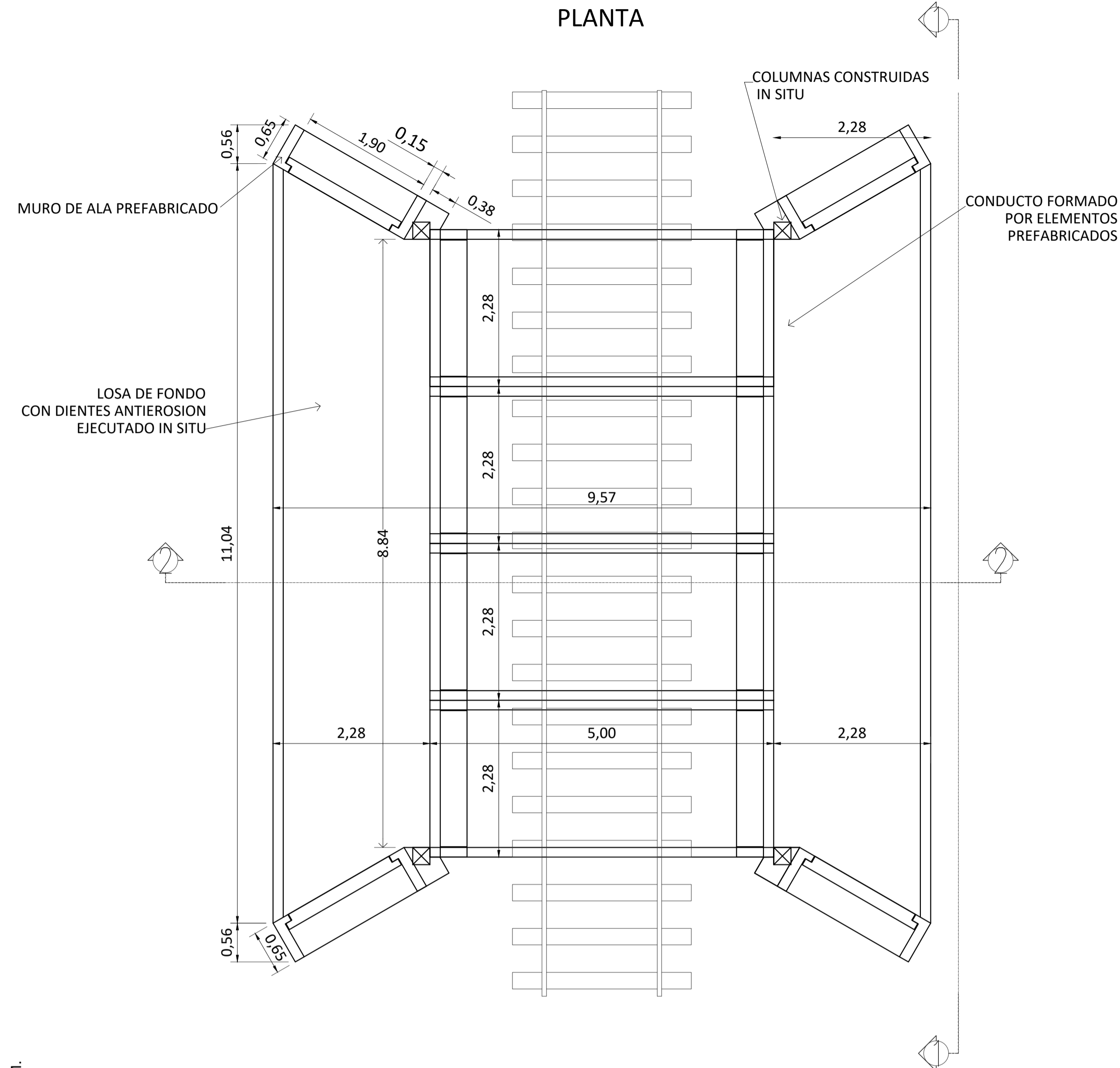
DIRECTOR DGHYS. INGENIERO ALBERTO DANIELE

FECHA: OCTUBRE 2006
ESCALA: 1:10

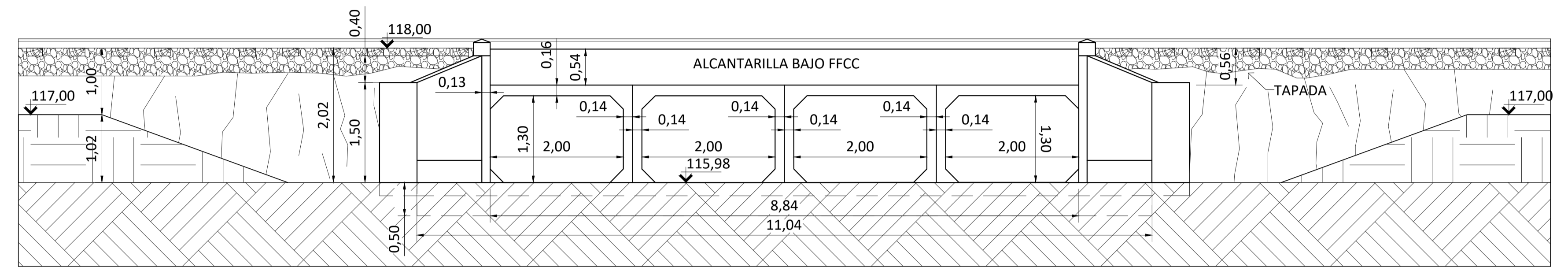
PT 112 M2

OBRA DE ARTE - PASE BAJO FFCC

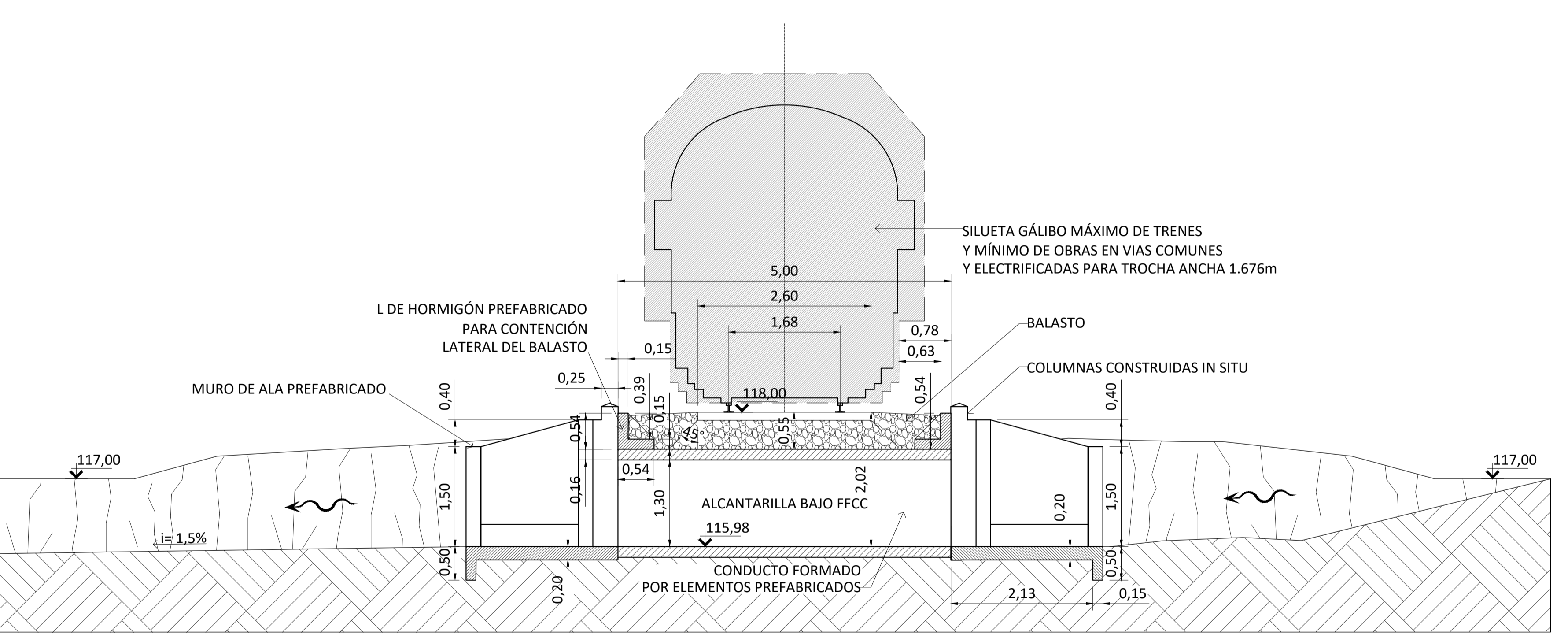
PLANTA



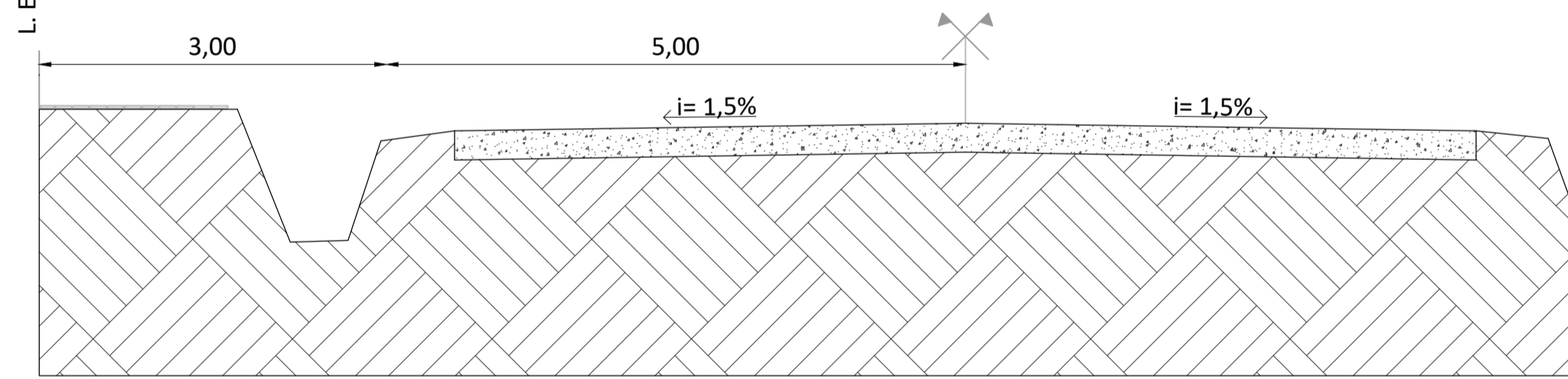
CORTE 1-1



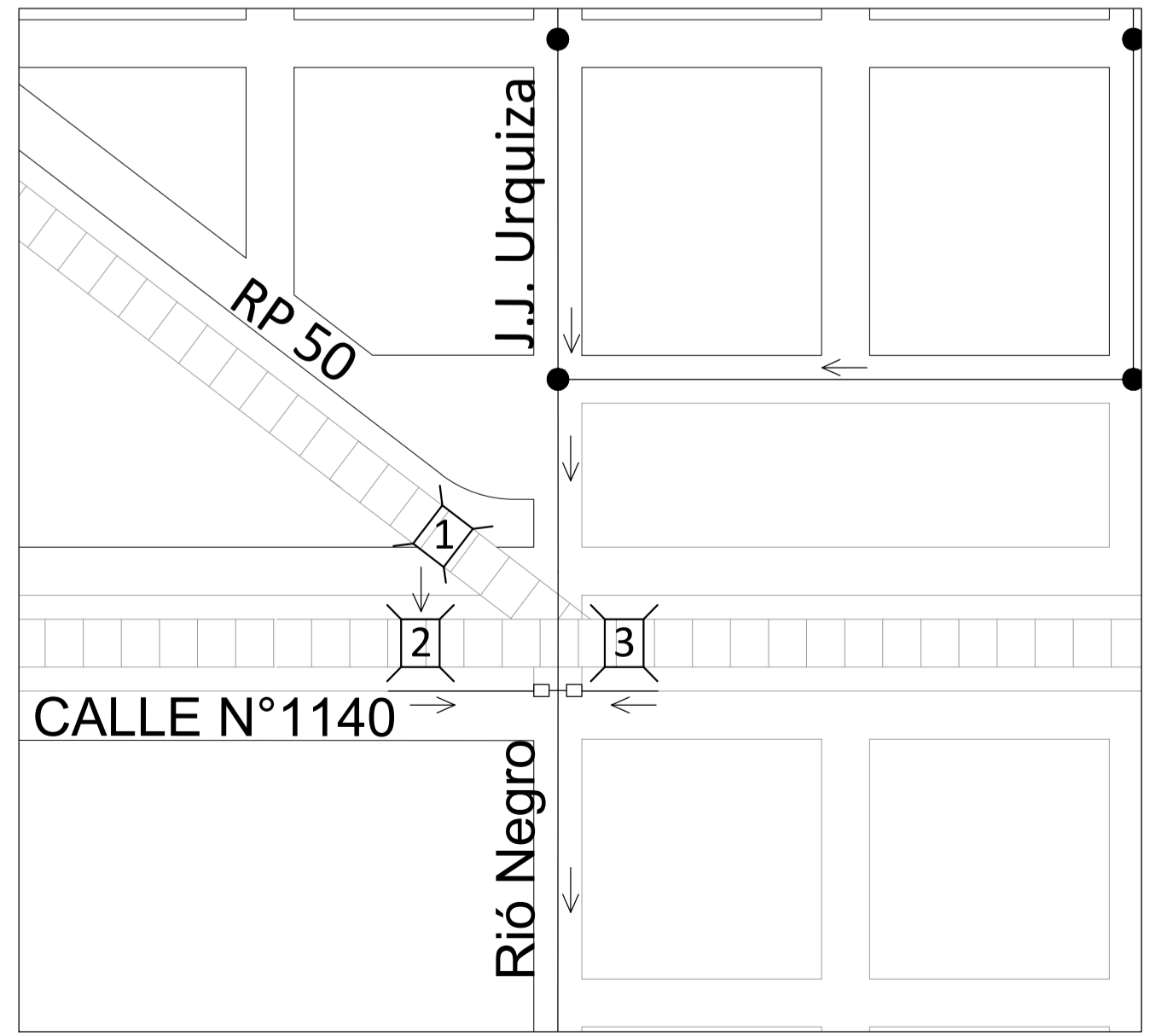
CORTE 2-2



L. E. M.



UBICACIÓN OBRAS DE ARTE BAJO FFCC

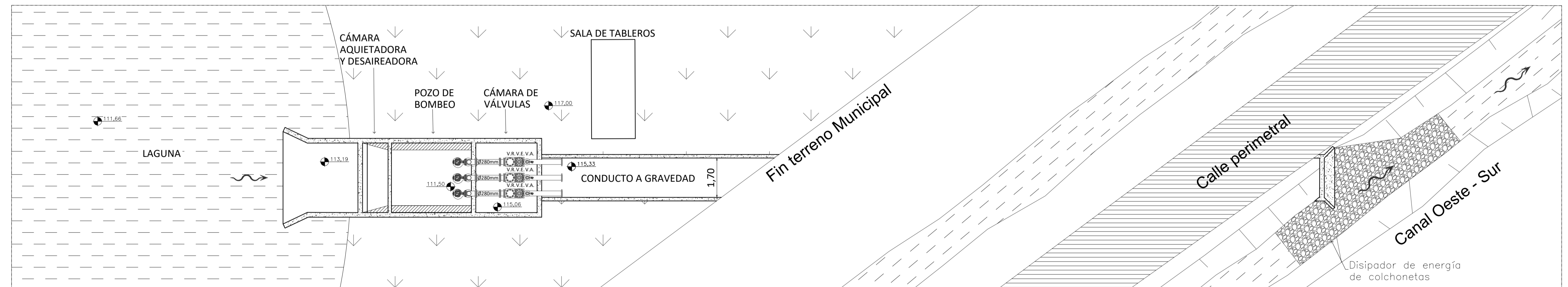
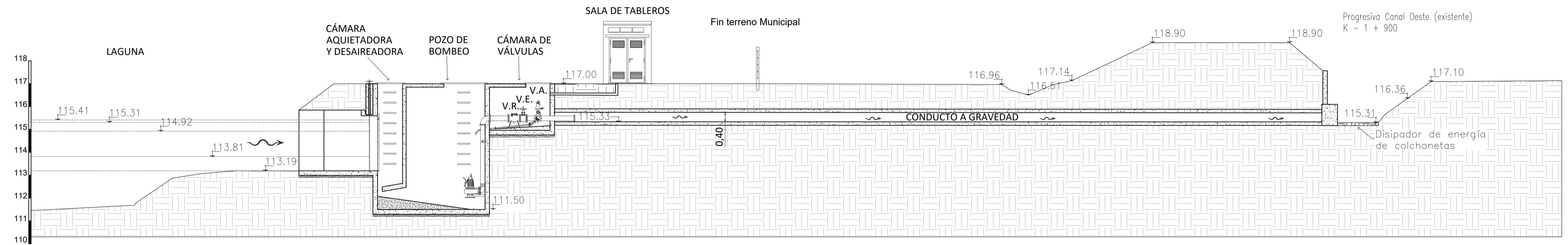


REFERENCIAS

	FFCC San Martín
	Sentido de escurrimiento
	Conductos de desagüe pluvial
	Sentidos escurrimiento conductos
	Cámara de inspección
	Cámara de captación
	Paso bajo FFCC

- NOTAS:
- DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL INDICATIVO, BASADO EN OBRAS DE ARTE SIMILARES (ALCANTARILLA FERROVIARIA "Obra de Defensa y Canal Perimetral Ciudad de Rufino") SEGÚN PLANO CONFORME A OBRA DE LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE OBRAS HIDRÁULICAS CO137-10-12-13-CRUCIFFCC.
 - LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTOS FUERON DETERMINADOS A PARTIR DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA CALCULADA PARA UNA R100 AÑOS.
 - EL "CORTE 2-2" ESTA REFERIDO A LA SECCIÓN DE LA OBRA DE ARTE N°3.
 - LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL CERO DEL IGN.
 - LAS COTAS DEL TN SON INDICATIVAS, DEBIENDO VERIFICARLAS ANTES DE DESARROLLAR EL PROYECTO EJECUTIVO DE LA OBRA.
 - UNIDADES EN METROS.

PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN DE BOMBEO

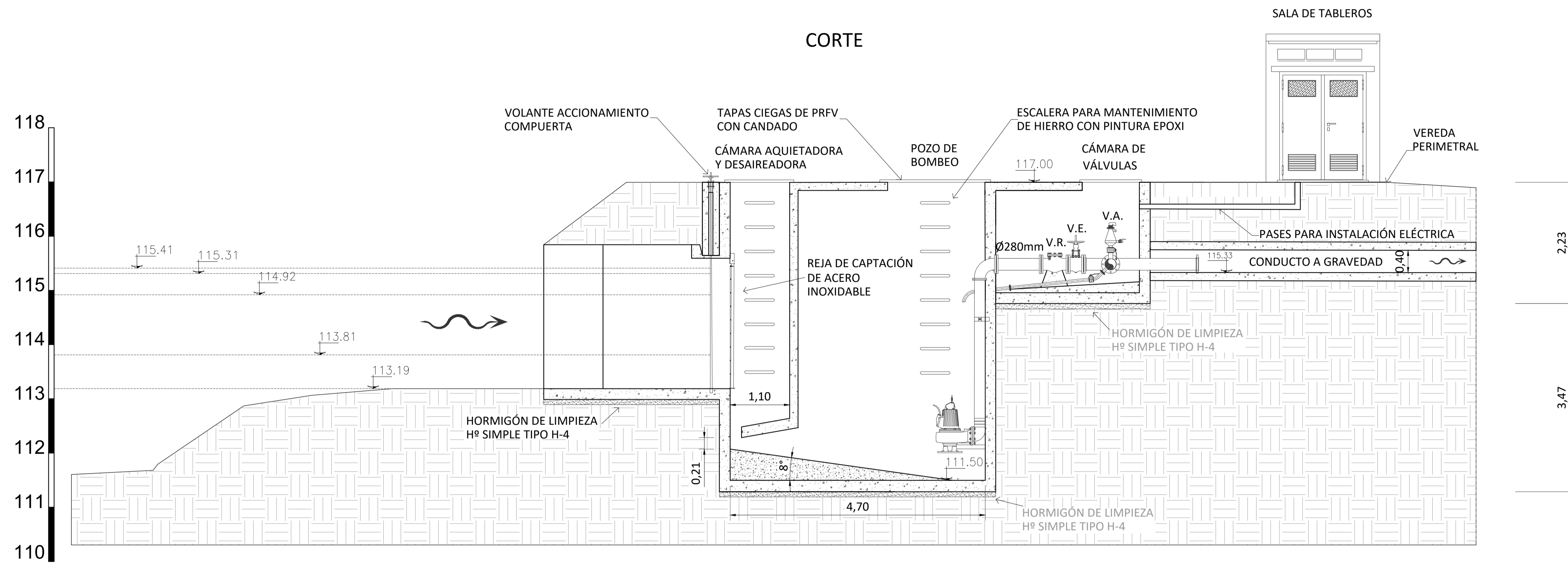


NOTAS:

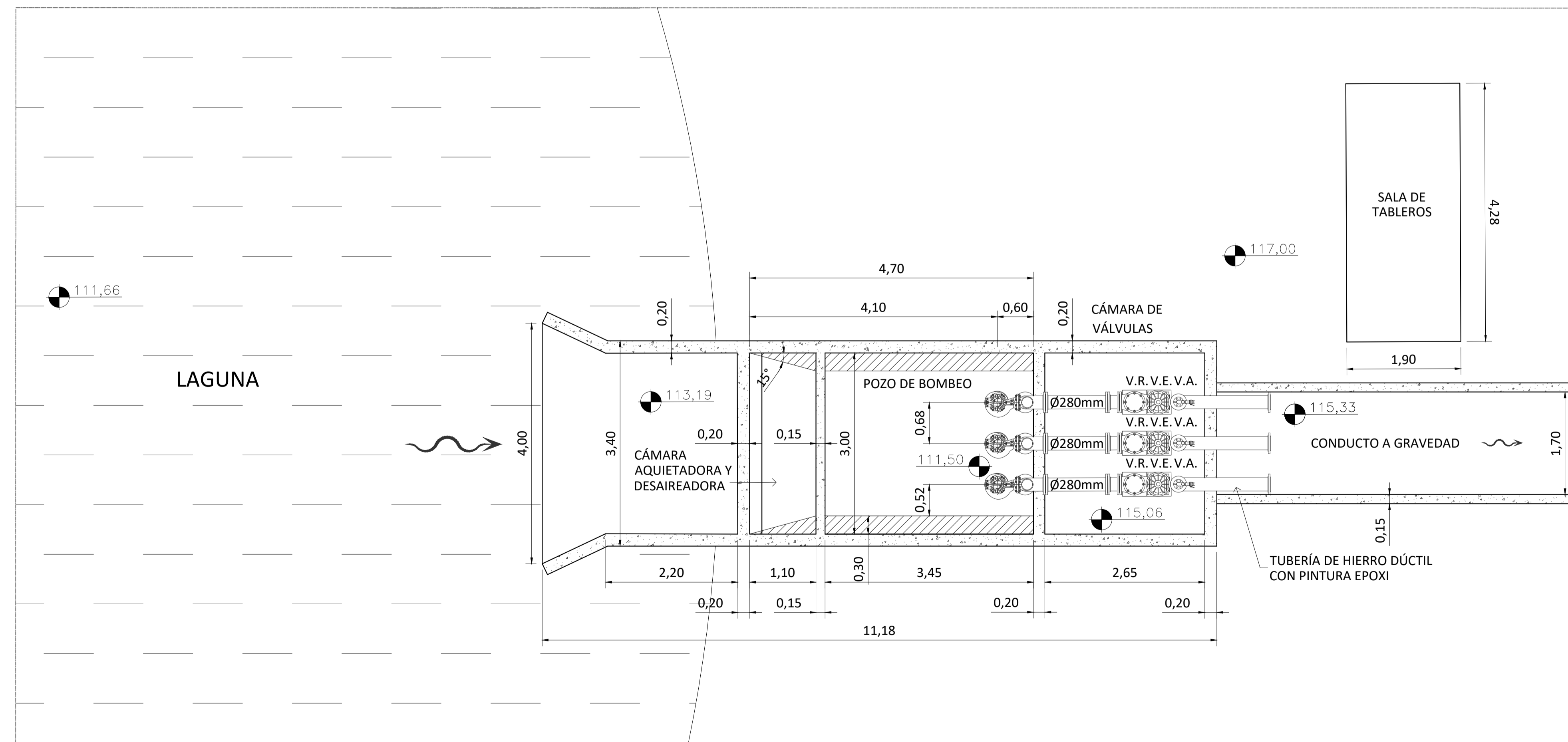
1. DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL INDICATIVO, BASADO EN OBRAS SIMILARES .
2. LOS DIÁMETROS DE LOS CONDUCTOS Y LAS SECCIONES INTERNAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO FUERON DETERMINADAS A PARTIR DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA CALCULADA .
3. LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL CERO DEL IGN.
4. UNIDADES EN METROS.
5. VER DETALLES ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANO N°11.

DETALLES ESTACIÓN DE BOMBEO

CORTE



PLANTA



NOTAS:

1. DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL INDICATIVO, BASADO EN OBRAS SIMILARES .
2. LOS DIÁMETROS DE LOS CONDUCTOS Y LAS SECCIONES INTERNAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO FUERON DETERMINADAS A PARTIR DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA CALCULADA .
3. LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL CERO DEL IGN.
4. LAS COTAS DEL TN SON INDICATIVAS, DEBIENDO VERIFICARLAS ANTES DE DESARROLLAR EL PROYECTO EJECUTIVO DE LA OBRA.
5. UNIDADES EN METROS.

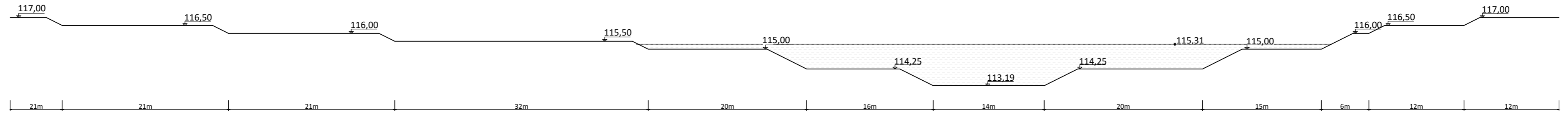
MATERIALES EE:

- HORMIGÓN ARMADO TIPO H25
- ACERO ADN 420

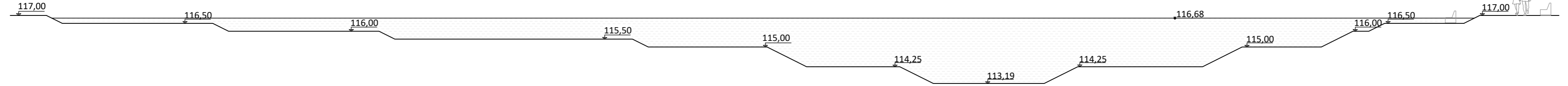
SISTEMA DE BOMBEO:

- VR: VÁLVULA DE RETENCIÓN Ø280mm
- VE: VÁLVULA ESCLUSA Ø280mm
- VA: VÁLVULA DE AIRE AUTOMÁTICA Ø280mm
- TUBERÍA DE HIERRO DUCTIL CON PINTURA EPOXI Ø280mm

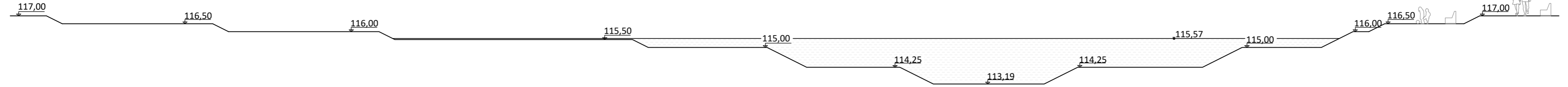
NIVEL DE BOMBEO
Cota +115,31m



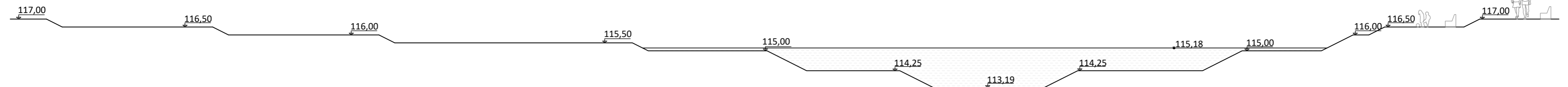
RECURRENCIA 100 AÑOS
Cota +116,68m



RECURRENCIA 5 AÑOS
Cota +115,57m

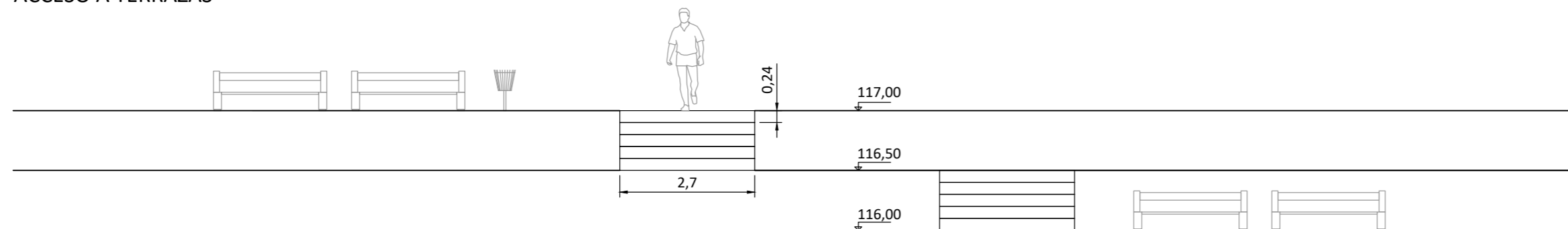


RECURRENCIA 2 AÑOS
Cota +115,18m

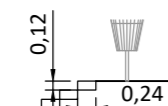
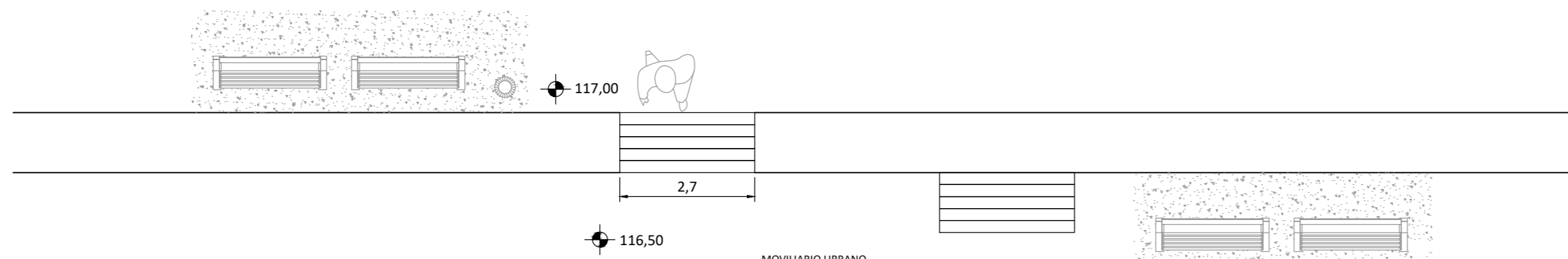


ACCESO A TERRAZAS

VISTA

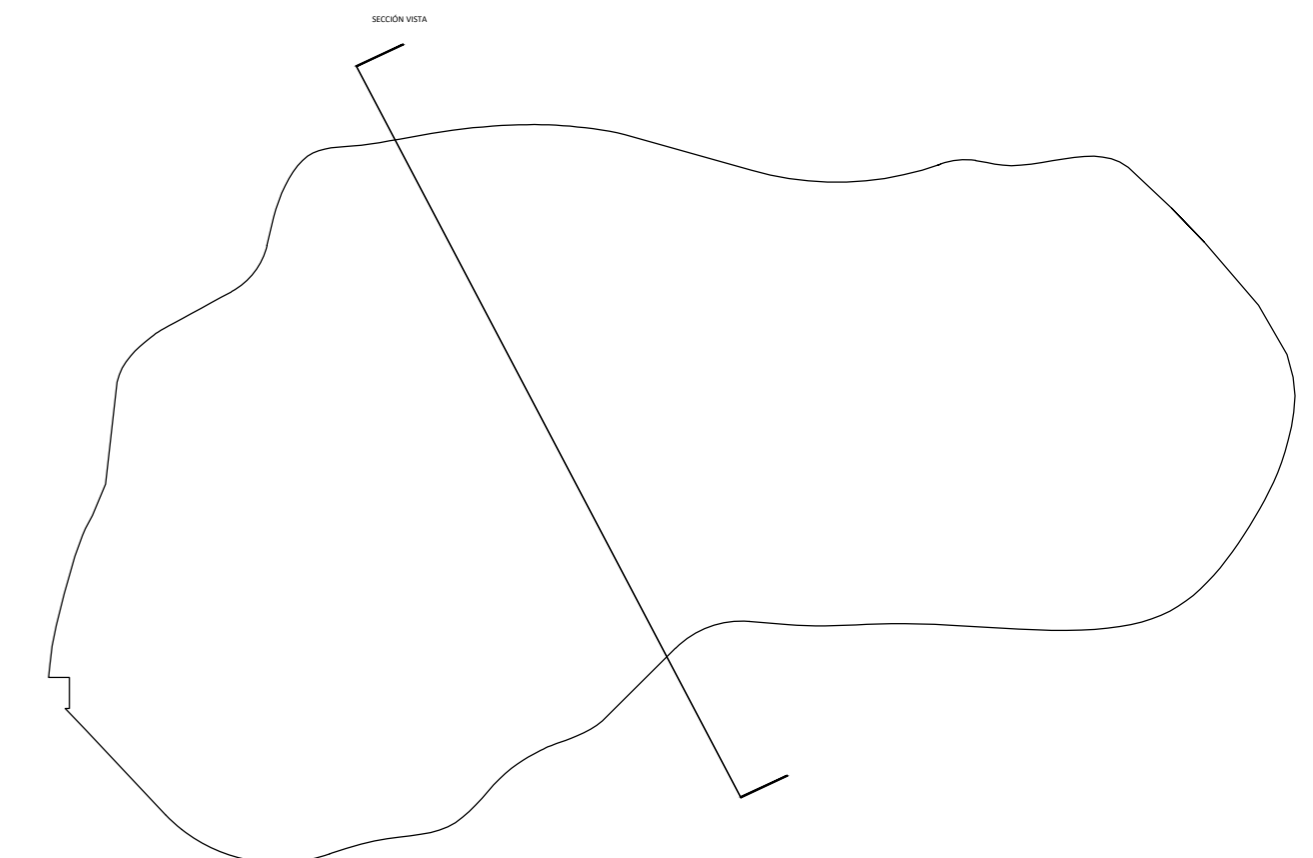
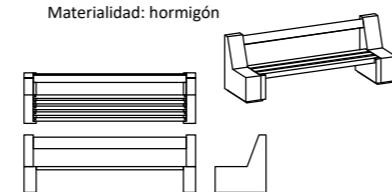


PLANTA



ESCALONES DE DURMIENTES

MOVILIARIO URBANO
Materialidad: hormigón



	PROYECTO IV	Carrera:	Localidad:	Escala:	Plano N° 12
		Ingeniería Civil	Rufino	1/100	
		PARQUE OESTE	DETALLE LAGUNA PARQUE OESTE	Grupo: 5	
ALUMNOS: GUARMES A. - IRUSTA A. - ROTH L. - SÁNCHEZ GRANEL F.		Fecha: 16/08/2022			