

PLAN DIRECTOR Y PROYECTO EJECUTIVO DE DESAGÜES PLUVIALES

MORTEROS

Provincia de Córdoba



Ministerio del Interior,
Obras Públicas y Vivienda
Presidencia de la Nación

**PROGRAMA MULTISECTORIAL DE PREINVERSIÓN IV
PRÉSTAMO BID 2851/OC-AR**

**MINISTERIO DE ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN DE LA NACIÓN
SECRETARÍA DE POLÍTICA ECONÓMICA
UNIDAD DE PREINVERSIÓN (UNPRE)**

**“PLAN DIRECTOR Y PROYECTO EJECUTIVO DE DESAGUES PLUVIALES”
ESTUDIO 1.EE.667**



**MUNICIPALIDAD DE MORTEROS
PROVINCIA DE CORDOBA
REPUBLICA ARGENTINA**

**COORDINADOR: Alberto Hugo Rodríguez
CONTRATO DE SERVICIOS Nº 01/2016
INFORME FINAL: al 07/12/17**

Contenidos

- 1. Antecedentes**
- 2. Objetivos Generales del Proyecto (TDRG)**
- 3. Objetivos Particulares del Proyecto (TDRI)**
- 4. Desarrollo de las Actividades Ejecutadas**
- 5. Resultados**

1. Antecedentes:

Según lo establecido en los Términos de Referencia en el marco del Convenio subsidiario a la Municipalidad de la Ciudad de Monteros, Provincia de Córdoba, estudio 1.EE.667, suscrito el 07 de Noviembre de 2016, en su carácter de Entidad Beneficiaria del Préstamo BID 2851/OC-AR para el financiamiento del Programa Multisectorial de Pre inversión IV, de fecha 10 de marzo de 2015; con fecha 10 de noviembre de 2015 se continuo con las actividades de consultoría previstas para la ejecución del “Plan Director y Proyecto Ejecutivo de desagües pluviales” .

2. Objetivos Generales del Proyecto (TDRG)

El objetivo del proyecto es generar un plan director y proyectar una red de desagües pluviales en la ciudad ante los eventos climáticos ocurridos en 1973,1982 y reciente el de febrero del 2016. Se espera mitigar el impacto urbano por falta de infraestructura en la conducción de los excedentes hídricos hacia aguas abajo.

3. Objetivos Particulares del Proyecto (TDRI)

Con el grado de responsabilidad o intervención prevista en los TDR Generales el consultor concluyó con la totalidad de los componentes y actividades a su cargo, colaborando como Coordinador en el cumplimiento de los productos del proyecto.

- 1 Plan Director de Drenaje Urbano
- 2 Proyecto Ejecutivo
- 3 Evaluación Económica
- 4 Estudios Ambientales

4. Desarrollo de las Actividades Ejecutadas

DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA QUE DA ORIGEN AL PROYECTO

- Localización e historia geológica del sitio
- Urbanización e impermeabilización
- Entorno agrícola y manejo del suelo
- Uso y fluctuaciones del acuífero subterráneo

- Deforestación y reemplazo de la cobertura vegetal original

Actividades de Coordinación

Este Coordinador ejerció las tareas propias de su rol programando la dirección del estudio y coordinando las tareas de los consultores individuales, asignó los recursos necesarios y dio seguimiento apuntando a obtener productos completos y con buena calidad técnica; según el costo previsto y el plazo estipulado. Así también y atento a las inclemencias del tiempo en la zona – lluvias de intensidad y ocurrencia inusual con temporales e inundaciones – debió solicitar, estimando que en forma oportuna y justificada, ajustes en los plazos en la idea de recuperar el tiempo perdido. Ejecutó las actividades propias de su responsabilidad.

Así también programo, evaluó y aprobó el Plan de Trabajos y todos los informes de todos los consultores, estableciendo así mismo el cumplimiento de los TdR individuales respectivos para requerir los pagos pertinentes.

Mantuvo y mantiene una adecuada relación con la EB en relación al avance de los trabajos, a la interacción, a las tareas de apoyo de la EB y al acceso de información propia de la misma.

Componente	N° Actividad	Descripción de las actividades
1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE ACTUAL	1	Recopilación de información de utilidad para el Plan Director, estudios y proyectos afines, interferencias de servicios, etc.
1	2	Recopilación de datos ambientales y ecológicos. Cobertura Vegetal, Humedales y todos los datos que correspondan a áreas naturales o protegidas que se encuentren en el área de estudio.

En estas Actividades, bajo responsabilidad del Consultor 8 y el apoyo de expertos Ambientalistas, este Coordinador desarrolló las actividades descriptas arriba.

Se relevaron datos de la zona en estudio, accediendo a su Geología y Morfología: que forma parte de la llanura chaco-pampeana que tiene 1.000.000 km² y, dentro de ella es una llanura hundida, y tiene multitud de cuencas y su subsuelo es un potente paquete sedimentario. El clima es templado, sub-húmedo a húmedo y el rango de temperaturas va de 35 °C a – 8C*. El régimen de precipitaciones es mayor durante enero-febrero-marzo con 363,4 mm que es el 40% de la lluvia anual.

La vegetación es variada en función de la topografía, salinidad, tiempo de inundación etc.: se ven arbustales de ambientes salinos y cardonales de áreas no inundables, extensos pajonales de esparto y pastizales de aire, etc.

Los pastizales de inundación tienen alta producción de forraje y soportan cargas animales muy intensas.

La diversidad y abundancia de la fauna nativa asociada a los ambientes acuáticos es destacable, al igual que la abundancia en peces. Estos recursos, a fin de ser preservados y estudiados para su integración a procesos productivos, de recreación o turismo, justifican la creación de un área de reserva natural, integrada al sistema de conservación de la Laguna Mar Chiquita, que ha sido propuesta para constituirse como parque y reserva nacional.

1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE ACTUAL	3	Relevamiento de la zona urbanizada y recopilación de planes de urbanizaciones futuras. Relevamiento y estudio de interferencias.
---	---	--

Esta actividad es responsabilidad del Consultor 7, con la colaboración del resto del equipo y Coordinación de este Consultor. Atento a ello el desarrollo más amplio de la tarea consta en el Informe del C 7.

De las reuniones realizadas de la que se adjuntan fotos, planos, del recorrido y visita realizada, en Anexo I del presente informe, donde se conocieron estados de todos los canales y vías de desagües que posee la Ciudad de Morteros, resumiendo que estas vías de escape están obstruidas por el poco y nada mantenimiento de los canales de desagüe.

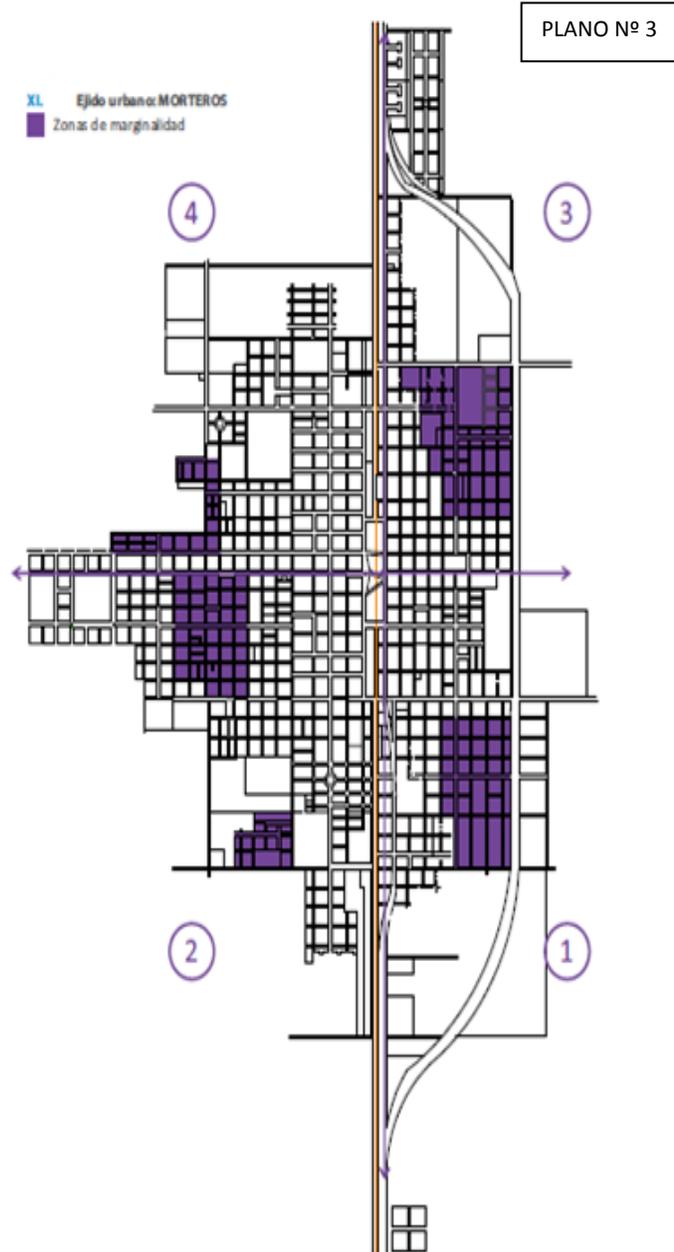
Durante la visita se logró recopilar por medio de las autoridades de la Municipalidad, relevamientos de los distintos aspectos urbanísticos de Morteros realizado para el Ministerio del Interior y Obras Públicas de la Nación, esta información a transcribir es de gran utilidad para el proyecto.

Según diagnóstico realizado el 19 de agosto de 2016, Mortero no posee un Plan Estratégico Urbano, pero si un código de Edificación con aprobación en el año 1995.

En cuanto a las áreas de marginalidad dentro del municipio, se evidencia una zona al suroeste, otra al sureste, al noreste y noroeste del ejido urbano. (Plano N°2,3). En cuanto al relevamiento de la zona urbanizada, se apoyó al Consultor 7 en el relevamiento y descripción de las características urbanas: socio-ambientales, de desarrollo y crecimiento, de situación, etc.

PLANO N° 2





Estas cuatro áreas se organizan teniendo en cuenta que la traza urbana se desarrolla a partir de cuatro cuadrantes, determinados por el Bv.25 de Mayo y Bv. Belgrano.

1. Sur – Este (Arsenal): este barrio fue consolidado en su totalidad hace aproximadamente tres años con el auge de la construcción a partir de los diversos créditos hipotecarios (principal uso del suelo: dominio municipal

aún no escriturados, encontrándose en proceso de regularización dominial. En el área que involucra habitan 150 familias. (Planos N°4,6)





2. Sur – Oeste (Sucre-Jorge Newbery): una porción de este sector está en proceso de consolidación pero un 70% conlleva 60 años de antigüedad y su uso principal es residencial, pero que un 6% del parcelario alberga otras actividades: entidades no gubernamentales (bomberos voluntarios), dependencias municipales (corralón municipal, guardería PACARÍ, Dirección de prevención y asistencia integral a la comunidad), como así también establecimientos educativos (Escuela especial La Rosa Azul). El 20% del total del tejido barrial se encuentra en proceso de regularización dominal, cuyos lotes fueron adquiridos por la Municipalidad y destinados a familias con necesidad habitacional. En esta zona habitan 250 familias.

3. Nor – Este (Urquiza): es un área donde confluyen diversas actividades deportivas (Club Sportivo San Jorge), dependencias municipales de salud (Centro de Atención primaria San Jorge), educativas (guardería RAYITO DE SOL), pero en base a su totalidad es de uso principalmente residencial. Se conforma con una antigüedad de 70 años. En relación al 100% del barrio, un 50 % es el que en la actualidad se encuentra en proceso de regularización dominal. Son alrededor de 150 grupos familiares.

4. Nor – Oeste (Islas Malvinas): Zona en la que convergen diversas actividades (escolares, comerciales, deportivas), pero en un 80% la zona es de uso exclusivamente residencial. Dentro de este territorio se encuentra la

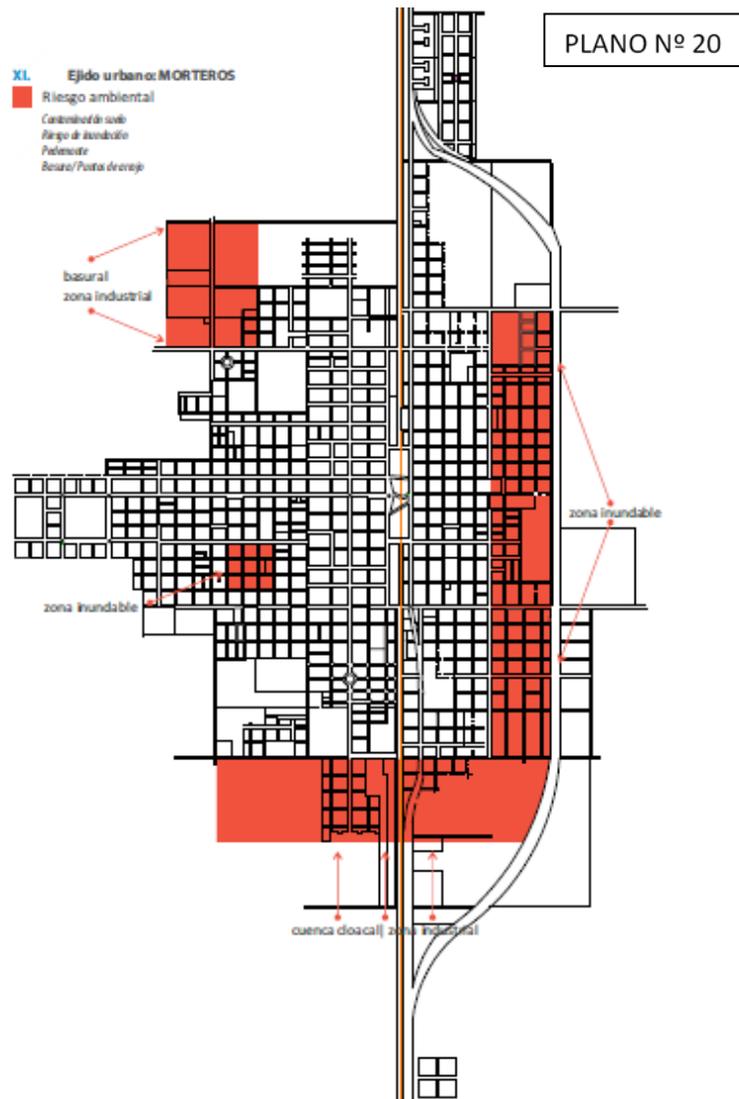
escuela Pio Carrillo, el centro vecinal Islas Malvinas. Este barrio comenzó su conformación hace aproximadamente unos 50 años. De acuerdo a la totalidad de los lotes que conforman este sector, un 50% del mismo se encuentra en la actualidad en proceso de regularización dominal. Son 50 grupos familiares que viven bajo este territorio. (Planos N° 18).



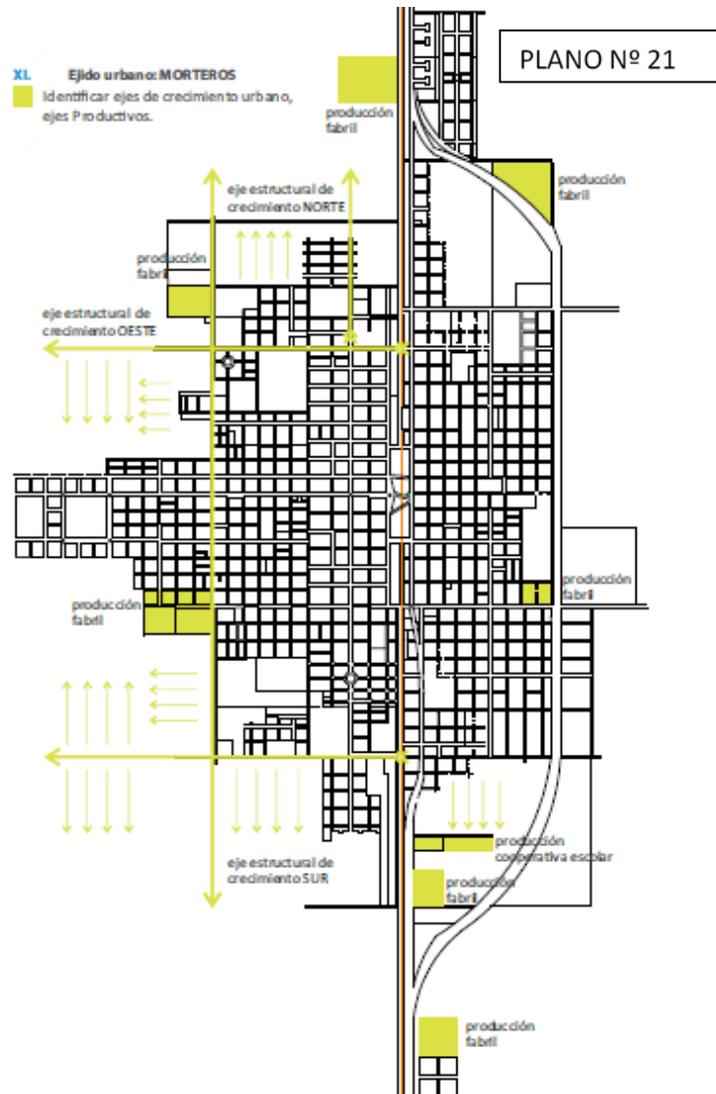
El Municipio no cuenta con lotes sin ocupación para el posible desarrollo de viviendas para familias que necesitan llegar a obtener su casa propia.

Pero en la actualidad se está gestionando la posibilidad de adquirir dos posibles terrenos al suroeste de la ciudad que hoy son de dominio privado, pero que con la adquisición de los mismos la Municipalidad va a poder obtener 191.633,70 m² para poder llevar adelante diversos planes habitacionales.

Según el estudio de este informe las áreas afectadas por Riesgo Ambiental tomándose en este caso: Contaminación suelo, riesgo de inundación, pedemonte, Basura / Punto de arroj. (Plano N°20)



También se puede identificar ejes de crecimiento urbano, ejes Productivo (Plano N°21).



La localidad dispone de energía eléctrica para albergar a industrias con medianas demandas de baja tensión (menores a 40 KW), gran demanda de baja tensión (mayores a 40 KW y menores a 300 kW) y grandes demandas de media tensión (mayores a 300 KW).

Suministro de Gas Natural: Morteros no tiene servicio de gas natural por redes.

Agua Corriente: el agua de red tiene como fuente única de extracción agua subterránea. La misma es sometida a tratamientos de cloración. El 90% de la superficie urbanizada se encuentra cubierta por servicio de agua corriente y el 5% de la superficie donde se permite la instalación de industrias posee agua corriente.

Red de Cloacas: La continua expansión urbana y su consecuente crecimiento poblacional sin ser acompañados con la ejecución de obras de importancia para el mejoramiento y ampliación de la infraestructura cloacal necesaria ni del mantenimiento acorde para las redes existentes ha estancado la evolución del servicio, sólo acotado al 51% de la población servida, concentrada prácticamente a la zona céntrica y en condiciones de operatividad altamente deficiente.

Disponibilidad de Territorio Industrial: el municipio no cuenta con un espacio territorial delimitado donde se localicen las empresas. Sin embargo, existen 144000 m2 que están disponibles para la instalación de nuevas empresas en el área geográfica urbanizada. El problema de estas tierras es que son propiedades privadas de difícil acceso.

Servicios de Comunicación: el 100% del área permitida para radicación de empresas está cubierto por telefonía fija y móvil. Las empresas prestadoras de este último servicio son Movistar, Personal y Claro. Adicionalmente, la localidad cuenta con servicio de internet disponible a través de telefonía común, telefonía de banda ancha (ADSL), de cable modem, internet inalámbrico y punto a punto. Las empresas prestadoras son Arnet, Claro, Fibertel, Speedy y la cooperativa lugareña.

Servicios en Zonas Rurales: en el municipio se prestan servicios de mantenimiento de calles y caminos en las zonas rurales.

1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE ACTUAL	4	Recopilación y análisis de los proyectos de drenaje disponibles.
1	5	Descripción del sistema de drenaje actual, situación, capacidad, suficiencia, pertinencia, estado de conservación y funcionamiento, determinando carencias y necesidades.

Bajo responsabilidad del Consultor 3 especialista hidráulico, con la colaboración de los C2, 4 y 8.

Descripción del sistema de drenaje actual

La ciudad de Morteros funciona con un sistema de desagües pluviales y saneamiento basado en canales internos y externos a cielo abierto que conducen el agua hasta el canal Morteros - Mar Chiquita descargando en ésta. Este sistema no se ha modernizado ni ampliado debidamente acompañando tanto el crecimiento de la ciudad como el cambio registrado en los regímenes pluviométricos con obras nuevas dimensionadas a la necesidad que se plantea: compuertas, entubados, alcantarillados, lagunas de retardo, etc. Así es como con el tiempo cada ocurrencia climática acarrea situaciones cada vez más

impactantes, perjudiciales y de deterioro sobre la zona ampliada: ciudad, suburbano, colonias.

Durante los eventos climatológicos ocurridos en 1973,1982 y el más reciente de febrero del año 2016 se produjeron graves consecuencias por las inundaciones sufridas por la ciudad de Morteros y sus Colonias. Durante los mismos hubo anegamientos tanto en la zona urbana como en suburbanas y rurales con consecuencias de alto impacto sobre la actividad comercial, industrial, agropecuaria, lechera, que resultan ser la columna vertebral de la economía local. Así también en la ciudad se sufrió la caída de ventas por desabastecimiento de materia prima, en especial de las industrias lácteas, por la falta de accesos inundados y deteriorados para su circulación. Además, por las características de la ciudad – en cuanto a su distribución edilicia en la trama urbana- se observan barrios , urbanizaciones y conjuntos de viviendas casi desvinculados de vías pavimentadas que ven interrumpidos en los días de lluvia, el transporte de bienes y personas y, fundamentalmente, cuando deben concurrir a centros educativos, asistenciales y/o sus actividades laborales.

En términos generales, se puede concluir que la localidad de Morteros carece de un adecuado sistema de desagües pluviales que satisfaga las necesidades planteadas por una ciudad de esta envergadura y de la característica tan particular dada por escasa o nulos desniveles y pendientes y napas muy altas. .

Y la pésima performance del sistema actual responde a dos causas básicas

- El diseño y funcionamiento del entramado de captación y conducción de las aguas residuales de lluvia no responden a las condiciones y parámetros que deben tenerse en cuenta para un desempeño de este tipo: intensidades de lluvias; niveles, pendientes, altura de napa; captación y conducción de las aguas; resolución de descarga final
- Falta absoluta de mantenimiento: desde la maquinaria insuficiente hasta la intensidad de la tarea – justamente por la falta de maquinaria – que impone realizar un mantenimiento parcial, incompleto, ineficiente.

El sistema actual opera a partir de captar los excedentes hídricos a través de una red de canales que podríamos llamar primarios excavados en tierra – con cruces y encuentros entubados – como el canal Lafitte, el canal Brasil, Perón, Marconi, Soler, etc. y que descargan en los canales secundarios o principales como son el canal Maestro y el canal Isleta los que llevan las aguas a la laguna de Mar Chiquita con mucho de rebalse “a campo”.

A la propia captación de las cuencas urbanas se agregan los aportes de las cuencas suburbanas y rurales y su sentido de escurrimiento – ver Plano de Cuencas – que agravan las situaciones de colmatación en las zonas críticas de la ciudad. Este cuadro se muestra gráficamente muy claro en el plano de cuencas y sus escurrimientos.

La mecánica de defección del sistema es simple: los canales primarios en algún caso colmatados por falta de mantenimiento – y ya con impacto de rebalse y anegamiento sobre la ciudad – descargan en los canales principales – Maestro y Isleta – los que junto al tramo de conducción final no se encuentran mantenidos, de sección fuertemente reducida que provocan un tapón con reflujos de las aguas que a su vez regresan a los canales internos de por sí rebalsados, generando el cuadro que nos convoca al proyecto.

Por lo dicho – ver plano de curvas de nivel - poco aportan los niveles de terreno natural y los trazados viales urbanos no van a solucionar sino al menos atemperar este cuadro general, generando puntos de concentración hídrica en zonas determinadas de la ciudad; caso sector E, S.E y N.E de la ciudad. Las pendientes de los canales primarios y secundarios, indicadas en el plano respectivo miden de alguna manera el cuadro de desplazamiento de las aguas (velocidad, tiempo de evacuación, etc.). Esto debe impactarse desfavorablemente con la condición de mantenimiento-conservación de sección y pendiente en cada zona y en cada momento o estación.

Necesidad del Estudio Solicitado

Es necesario plantear el estudio del escurrimiento superficial de cada una de las cuencas urbanas que permitan verificar los excedentes hídricos sin que se sobrepase el límite de inundabilidad admisible. Ello lleva al redimensionamiento del sistema de entubamientos principales y secundarios con sus correspondientes bocas de tormenta, canales a cielo abierto, ejecución de nuevas alcantarillas de mayores dimensiones, etc. para captar y conducir los excedentes hídricos desde las zonas de conflicto hasta el canal Morteros – Mar Chiquita previo paso por las Lagunas de Retardo.

Según datos relevados del Departamento ejecutivo – Secretaria de Obras y Servicios Públicos y viviendas, existe un anteproyecto de Obras de Saneamiento de los sistemas de desagües pluviales que se transcriben en este documento.

Red de Canales externos a cielo abierto

- i) Red de canales externos a cielo abierto: re-adequamiento de sus secciones transversales; ejecución de Lagunas de Retardo y extender la traza donde sea necesario
- ii) Obtener la máxima utilidad de los volúmenes de suelo a extraer para derivarlos a otras obras (alteos, elevación de calles, planes de vivienda)
- iii) Realizar alcantarillados nuevos con mejor escurrimiento sin interferir su flujo
- iv) Construcción e instalación de compuertas para controlar y regular ingresos de aguas rurales y construcción de 2 EB (estaciones de bombeo) para eventos extremos

Red de canales internos

- i) Redimensionamiento de canales internos y de bocas de tormenta, especialmente en zonas del Centro de Salud

ii) Entubamiento y revestimiento de canales dentro del área urbana.

De acuerdo a visita realizada a Morteros se concluye que este anteproyecto debe ser revisado y analizado de acuerdo al nuevo relevamiento Topográfico y Geotécnico que se está realizando en el lugar, de igual manera para tener un panorama general se ocuparan las premisas transcriptas en este documento agregando o desestimando los tramos o puntos que interfirieran con el análisis que se realizará de acuerdo a nuevas decisiones que se debieran tomar para no afectar el medio ambiente.

El anteproyecto que fue estudiado a principios del año 2016 basándose en sucesivos eventos climatológicos, como los ocurridos en los años 1973,1982 y febrero de 2016, su objetivo es ampliar la capacidad de descarga de la infraestructura existente.

Consta de tres etapas que comprenden: obras de limpieza, redimensionamiento y ejecución de nuevas alcantarillas de mayores dimensiones previa demolición y remoción de las existentes, con la construcción de lagunas de retardo, de red de canales externos que conducen los excedentes hídricos al Canal Morteros – Mar Chiquita (en lo que se refiere a limpieza); obras de captación consistentes en una red de sumideros y conductos secundarios los cuales permitirán conducir las aguas de la zona urbana hasta los conductos principales de cada cuenca y las obras de limpieza y redimensionamiento de los conductos principales, que luego de salir de la zona de urbanización continuarán a través de canales a cielo abierto que volcarán finalmente sus aguas al Canal Morteros – Mar Chiquita.

De acuerdo a planos relevados se distinguieron los canales y vías de escape a utilizar en este anteproyecto que servirán para el análisis del Proyecto final. (Anexo II – Plano cuencas y subcuencas/Curso receptor).

1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE ACTUAL	6	Actualización e interpretación del relevamiento topográfico y de mecánica de suelos.
---	---	--

Siendo exclusiva responsabilidad de este consultor, se coordinaron y apoyaron las tareas de los distintos especialistas actuantes en este período. Se programaron y realizaron reuniones entre los miembros del equipo de trabajo interactuando en algún caso con el equipo técnico municipal.

Desde esta posición se mantuvieron reuniones con los especialistas en el área de topografía y geotecnia para informarles los respectivos TDR para sus actividades los que vieron demorado su ingreso a campo por mal clima.

En oportunidad de la reunión de equipo con los técnicos municipales se realizaron



viajes a la ciudad de Morteros para poder situar al proyecto a realizar en el lugar y



sus zonas más afectadas. Los estudios y conclusiones topográficas y de geotecnia figuran en los estudios correspondientes en el Legajo del Proyecto (Anexo III – Plano de sentido de escurrimiento con fotos de visitas en campo).

Ya en etapa de relevamientos y visitas de campo se llevaron a cabo los mismos y su interpretación de relevamientos topográficos y perforaciones, niveles superficiales y de napas subterráneas (curva de nivel); análisis de agua, otros, los estudios hidrológicos (régimen de lluvias, cursos receptores y estudios de napa).

De ellos se tuvieron los siguientes datos útiles para el desarrollo del Proyecto:

Topografía: las pendientes y desniveles de toda la ciudad de Morteros, sus zonas suburbanas y rurales (con influencia sobre las anteriores) son mínimas constituyéndose en un “reservorio-embalse” de las aguas de lluvia. Situación que se extiende a todo lo largo de los 20 km hasta la Laguna de Mar Chiquita.

Suelos: la napa está permanentemente alta (- 0,85 a - 2,45 m) y en épocas estacionales a - 0,60 o aflora; la pendiente de escurrimiento subsuperficial regional es en sentido OESTE → ESTE y tendría una intensidad máxima de ~0,002% (la pendiente superficial regional ronda 0,001%). Los suelos son loésicos.

Interferencias: también se accedió a sus trazados, existentes y previstos, mediante pedidos a los organismos y Cooperativa y proyectos del Municipio y la Cooperativa.

Accesos: en base a información existente municipal y datos de Vialidad Nacional y Provincial.

Y el marco de reglamentos técnicos a los cuales se ajustaría el proyecto brindados por los organismos rectores y por los especialistas del equipo: en el marco de los TDR DINAPREM-BID las normas del Enohsa, las exigidas por cada repartición en la que tenga competencia cada tarea; definidas por los ingenieros especialistas responsables en cada actividad.

Se suministraron las ordenanzas y plexo legal de la Municipalidad de Morteros y el Código Urbano de 1995 en relación al uso del suelo, áreas urbanizadas, ejido Municipal aprobado. Existe un anteproyecto con zonas de crecimiento y ejes de desarrollo en base a una proyección estimada a 10,20 y 30 años.

Son establecidas para el proyecto de acuerdo a las directivas del Enohsa, BID, y las exigidas por cada repartición en la que tenga competencia cada tarea; definidas por los ingenieros especialistas responsables en cada actividad.

Se suministró Ordenanza: Código de edificación y urbanismo de la Ciudad de la ciudad

En todos los casos el foco estuvo puesto en la problemática pluvial para la ciudad y su sector rural como así también se planteó la necesidad de que la municipalidad aportara material de base detallado a continuación a modo de disponer de los antecedentes y estado de situación. Entre el material solicitado y al cual hemos accedido parcialmente:

- ✓ Catastro digitalizado
- ✓ Estaciones Meteorológicas
- ✓ Imágenes digitalizadas.
- ✓ Cuencas relevadas

- ✓ Mapas con canales existentes. (Detalle en qué estado se encuentra la red)
- ✓ Mapas con desagües pluviales existentes (Detalle en qué estado se encuentran).
- ✓ Cuerpo Receptor.
- ✓ Planos de Uso y Ocupación de Suelo.
- ✓ Ordenanzas de Ocupación
- ✓ Relevamiento de Plantas de tratamientos cloacal existente y obsoleta.
- ✓ Proyección de Crecimiento Urbano a 50 años
- ✓ Datos demográficos

2 ESTUDIO DE CUENCAS Y ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	7	Elaboración de estudios hidrológicos. (régimen de lluvias, cursos receptores y estudio de napas)
---	---	--

Esta actividad cayó bajo responsabilidad del Coordinador quien mantuvo las relaciones con los equipos técnicos locales e interactuó con los especialistas.

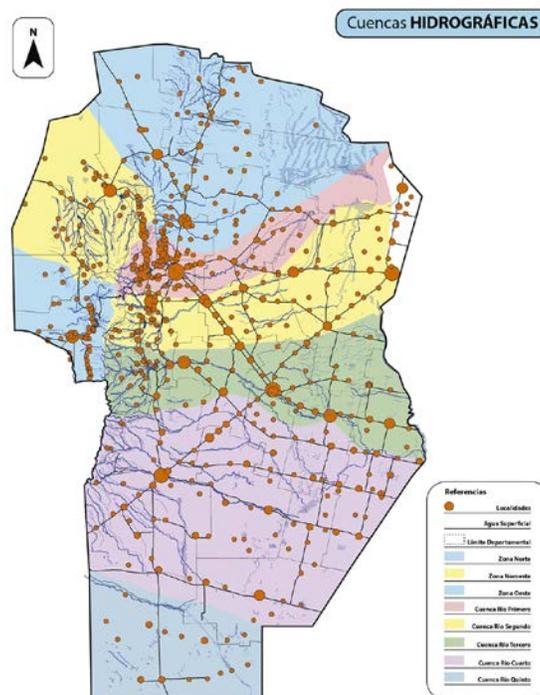
En nuestro país la lluvia es la que genera los escurrimientos pluviales. La magnitud de los escurrimientos superficiales está ligada proporcionalmente a la magnitud de la precipitación pluvial. Por este motivo, los estudios de drenaje parten del estudio del **régimen de lluvias** para estimar los gastos de diseño que permiten dimensionar las obras de drenaje. Los registros de lluvias anuales fueron proporcionados por la Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros dese sus estaciones metereológicas (a continuación como tabla n1).

La medición de la precipitación se lleva a cabo principalmente con aparatos climatológicos conocidos como pluviómetros y pluviógrafos. Ambos se basan en la medición de una lámina de lluvia (mm) la cual se interpreta como la altura del nivel del agua que se acumularía sobre el terreno sin infiltrarse o evaporarse sobre un área unitaria. Se entregó por parte del personal municipal una Tabla con datos: años (1972 hasta septiembre de 2016) vs. los mm máximos medidos.

La diferencia entre los dispositivos de medición consiste en que el primero mide la precipitación acumulada entre un cierto intervalo de tiempo de lectura (usualmente 24 hrs.) y el segundo registra en una gráfica (pluviograma) la altura de la lluvia acumulada de acuerdo al tiempo, lo que es más útil para el diseño de obras de drenaje. La ventaja de usar los registros de los pluviógrafos

con respecto a los pluviómetros radica en que se pueden calcular intensidades máximas de lluvia para duraciones predeterminadas.

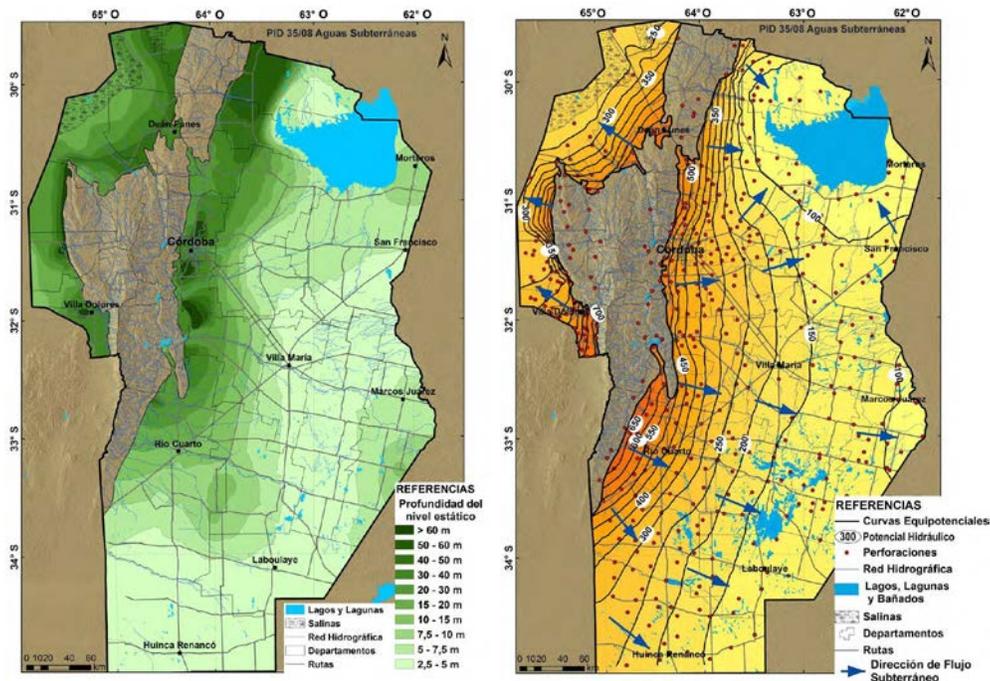
Otro aspecto estudiado correspondió a la reseña estudiada del **curso receptor** que pudiera existir o generarse como parte del proyecto. Se consultó al sitio web de la Secretaria de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba y la ciudad de Morteros se encuentra próxima a la cuenta del río Primero. En el mapa hidrográfico de la provincia de Córdoba, la zona en estudio está considerada con “agua en superficie”, ver Mapa de cuencas hidrográficas. Desde la ciudad de Morteros sale un canal revestido de sección trapezoidal hacia la laguna Mar Chiquita, consultar por fotos.



Finalmente sobre el estudio de napas se ha culminado con las tareas geotécnicas in situ. En el estudio constan con las cotas de las profundidades de los niveles freáticos de al menos 10 sondeos y un respectivo mapa de curvas de nivel de dichas cotas freáticas. Todos estos resultados y conclusiones obran en el Legajo del Proyecto. A modo de antecedentes desde el mapa de líneas de isopropundidad del nivel freático de la provincia de Córdoba hasta el año 2013, se obtuvo que el nivel freático rondaba entre 5 a 7,5 metros según Blarasin et al.(2014), ver Imagen abajo.

Si bien las variaciones del nivel de agua subterránea dependen de condiciones litológicas y topográficas y, eventualmente, de condiciones antrópicas (ascenso

debido a recarga por sistemas de saneamiento in situ, descenso por explotaciones para riego, etc.), es reconocida su notoria relación con la recarga natural derivada de precipitaciones, mostrando en general una fluctuación temporal similar a ellas (Blarasin 2003, Blarasin et al. 2011). La pendiente de escurrimiento subsuperficial es hacia la laguna Marquita según se cuenta en el mapa de equipotenciales del acuífero libre de la provincia de Córdoba (ver Imagen abajo) hasta el año 2013 según Blarasin et al., (2014); rondando el gradiente del acuífero libre en la llanura más tendida y áreas mal drenadas en el orden de 0,07 % (o sea muy bajo).



Bajo responsabilidad de este Coordinador y la intervención de los Consultores especialistas C2-C3-C4 se llevaron a cabo

- ✓ los trabajos de campo e interpretación de relevamientos topográficos y perforaciones, niveles superficiales y de napas subterráneas (curva de nivel); análisis de agua, otros
- ✓ Los estudios hidrológicos (régimen de lluvias, cursos receptores y estudios de napa)

Siempre bajo la responsabilidad de este Coordinador se ejecutaron los estudios hidrológicos (régimen de lluvias, cursos receptores y estudio de napas).

A partir de recibir la información topográfica con el relevamiento de puntos fijos y planialtimétricos generales (calzadas y canales) en un plano digitalizado del tipo cad y de la digitalización de curvas de nivel con los puntos planialtimétricos

relativos al proyecto o sea solamente puntos de calzadas y de canales (fondos y umbrales); siendo estos a fines al cálculo del proyecto pluvial. En poder de ese material y de la base de datos, se procedió a depurar la misma con datos relevantes al proyecto dentro del ejido urbano, se procesó el modelo de integración digital y se dibujó los resultados de las curvas con equidistancia 0,2m. En La Figura N° 1 se adjunta el plano resultante con su escala gráfica.

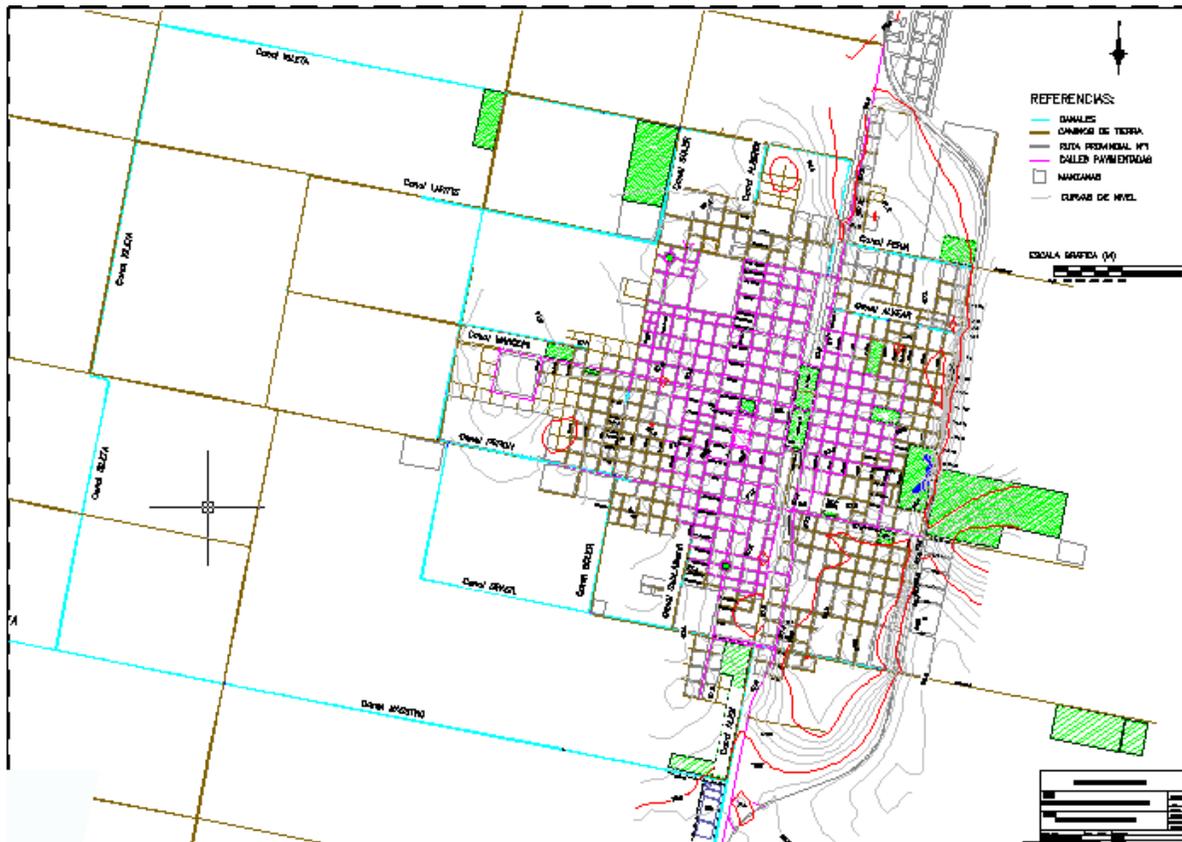


Figura N° 1 – Digitalización de curvas nivel en ámbito urbano.

Del estudio de suelo se extractaron puntos relevantes para determinar un plano de escurrimiento subsuperficial del acuífero freático.

La información suministrada responde a una tabla con la identificación de pozos explorados (P1 a P18), sus valores de profundidades y un esquema de localización en una imagen satelital google earth. Con dichos datos se procesó un plano de curvas de nivel del acuífero freático del día de la campaña geotécnica, ver Figura N° 2.

Finalmente se comenta que las profundidades del acuífero freático varían de -0,85 a -2,45m desde los respectivos niveles de terreno natural. Estas se corresponden con mensuración de las cotas de dichos puntos sobre los respectivos terrenos naturales, en algún caso relevadas en los mismos puntos en otras intra o

extrapolando valores en el marco de la malla relevada. Atento a que la declinación referida se corresponde con los antecedentes existentes para toda la zona se descarta cualquier otro tipo de valoración o estudio.

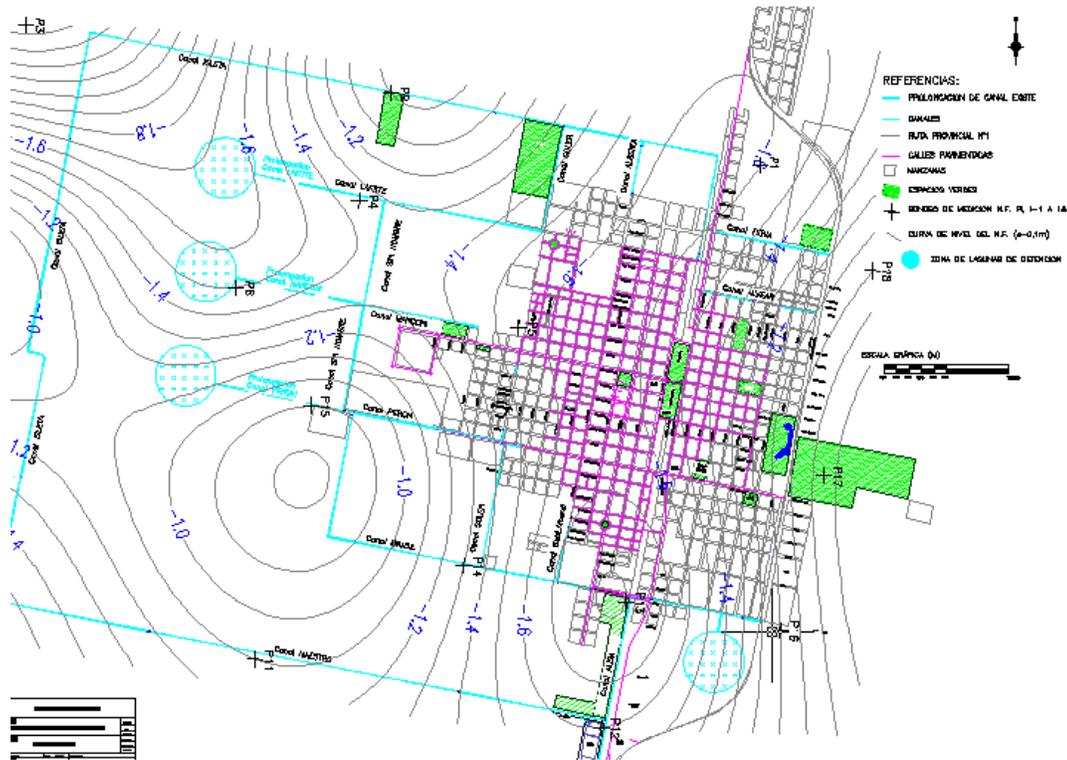


Figura Nº 2 – Digitalización de curvas de nivel del acuífero freático (22-02-17)

Con el mismo mini-equipos profesional de trabajo pero ya bajo la responsabilidad del Consultor 3 se pasó a la determinación de las cuencas y subcuencas, naturales e intervenidas y planos de las distintas zonas a servir.

El Coordinador coordinó las actividades del Consultor y de quienes aportaron al trabajo a la vez que hizo una intervención técnica de apoyo.

Ante la necesidad de datos de crecidas y de no tener datos topográficos antes de formarse la localidad en estudio, se ha desarrollado numerosos métodos basados en la utilización de hietogramas de diseño e hidrogramas unitarios sintéticos.

Estas técnicas hidrológicas emplean expresiones empíricas con validez regional que vinculan los parámetros que defina los hidrogramas unitarios sintéticos como el caudal pico, el tiempo al pico o el tiempo de retardo con las características morfológicas de las cuencas como son el área, la longitud del curso principal, el desnivel topográfico y la pendiente media, las que pueden ser cuantificadas a partir de cartas topográficas o con inspecciones in-situ en el lugar de emplazamiento de la obra.

El proceso de transformación lluvia-caudal, implicó subdividir a la actual localidad y zona de influencias de Morteros en 9 unidades hidrológicas urbanas como 6 suburbanas a considerar para su análisis, ver Figura N° 6. Cabe aclarar que en dicha figura sólo aparecen las principales cuencas suburbanas, luego en la modelación final se amplió el análisis. Finalmente se estudiaron varios métodos de obtención de los tiempos de concentración (tc) siendo algunos resultados los expresados en la Tabla N° 2 y 3.

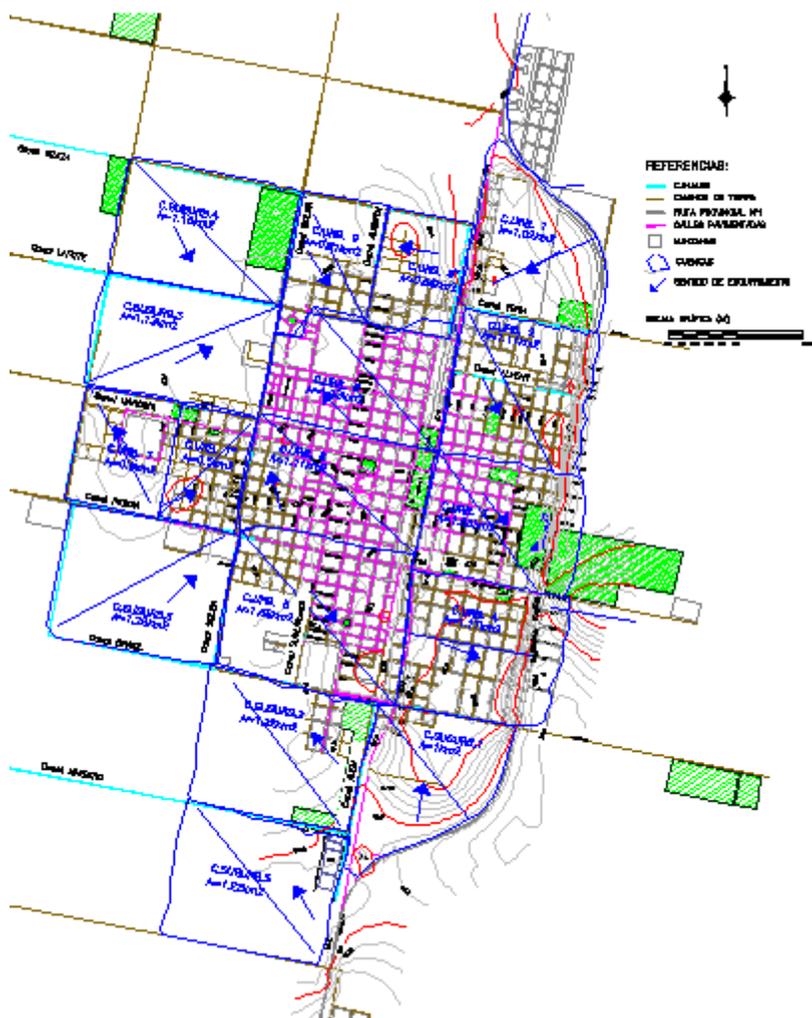


Figura N° 6 – Subdivisión de las principales cuencas urbanas como suburbanas.

Tabla N° 2 – Distintos métodos de obtención de tiempo de concentración de cuencas urbanas

Cuenca	Tc [min] MRG	Bransby Williams	Tc [min] Federal Aviation	Tc [min] SCS Lag	Tc [min] Dooge
C.URBANA 1	85,28	33,20	54,72	123,47	67,29
C.URBANA 2	217,53	37,72	113,75	381,28	90,56
C.URBANA 3	190,00	38,02	101,14	318,42	84,47
C.URBANA 4	119,75	30,69	74,26	196,88	81,35
C.URBANA 5	202,04	59,66	90,58	273,22	88,45
C.URBANA 6	301,12	39,20	149,22	579,07	100,06
C.URBANA 7	148,20	37,12	84,40	240,56	63,51
C.URBANA 8	234,23	39,44	119,36	411,14	92,13
C.URBANA 9	62,29	25,51	49,08	103,40	55,56

Tabla N° 3 – Distintos métodos de obtención de tiempo de concentración de cuencas suburbanas.

Cuenca	Tc [min] MRG	Bransby Williams	Tc [min] Federal Aviation	Tc [min] SCS Lag	Tc [min] Dooge
C.SUBURB.1	50,80	27,35	35,92	61,46	58,74
C.SUBURB.2	87,91	23,17	55,73	120,02	78,03
C.SUBURB.3	140,47	20,86	89,46	247,28	93,24
C.SUBURB.4	126,87	20,40	87,58	239,19	93,50
C.SUBURB.5	68,45	18,60	44,37	83,99	74,47
C.SUBURB.6	109,94	22,38	67,18	159,74	86,19

Siempre bajo la responsabilidad del Consultor 3, apoyo del C2-C4-C8 y coordinación del Coordinador se encaró la Determinación y Calculo de la Tormenta de Diseño

La Tabla N°1 contiene los valores de la función idT para la localidad de Morteros (Latitud -30.71°S, Longitud -62.007°W) para duraciones hasta 1140 minutos (24hs) y recurrencias de 2, 5, 10 y 100 años. En las Figuras N°3 y 4 se representan dichos valores para duraciones de hasta 300 minutos (5 hs) en la primera y de 300 minutos a 1440 minutos en la segunda. En el Anexo IV se adjunta el informe completo adquirido en el INA Cirsá.

Tabla N° 1 – Función idT para período de recurrencia T 2, 5 10 y 100 años.

i-d-T. Intensidad de la lluvia (mm/h) en función de la duración y Recurrencia.				
Duración (minutos)	Recurrencia T (años)			
	2	5	10	100
5	179.04	235.48	272.34	383.96
10	137.99	181.49	209.90	295.92
15	115.28	151.62	175.35	247.21
20	100.30	131.92	152.57	215.10
25	89.47	117.67	136.09	191.87
30	81.17	106.75	123.46	174.06
35	74.54	98.04	113.39	159.86
40	69.11	90.89	105.12	148.20
45	64.54	84.89	98.17	138.41
50	60.64	79.76	92.24	130.04
55	57.26	75.31	87.10	122.79
60	54.29	71.41	82.58	116.43
90	41.96	55.18	63.82	89.98
120	34.61	45.52	52.64	74.21
180	26.03	34.24	39.60	55.82
240	21.07	27.72	32.05	45.19
300	17.79	23.40	27.07	38.16
360	15.45	20.32	23.50	33.12
420	13.67	17.98	20.80	29.32
480	12.28	16.15	18.68	26.34
540	11.16	14.68	16.97	23.93
600	10.23	13.46	15.56	21.94
660	9.45	12.43	14.37	20.26
720	8.78	11.55	13.36	18.83
780	8.21	10.79	12.48	17.60
840	7.70	10.13	11.72	16.52
900	7.26	9.55	11.04	15.57
960	6.86	9.03	10.44	14.72
1020	6.51	8.56	9.90	13.96
1080	6.19	8.14	9.42	13.28
1140	5.90	7.77	8.98	12.66
1200	5.64	7.42	8.58	12.10
1260	5.40	7.11	8.22	11.59
1320	5.18	6.82	7.88	11.11
1380	4.98	6.55	7.58	10.68
1440	4.79	6.30	7.29	10.28

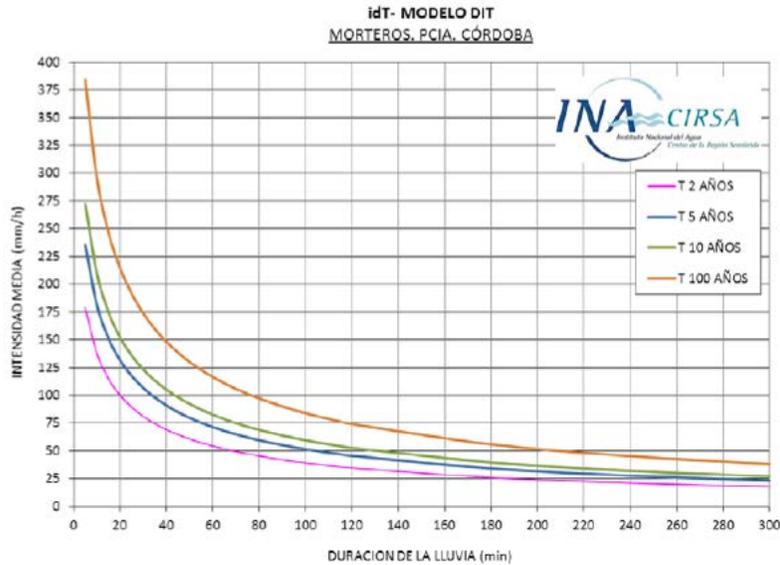


Figura N° 3 – Función idT para duraciones hasta 300 min para la localidad de Morteros (Cba).

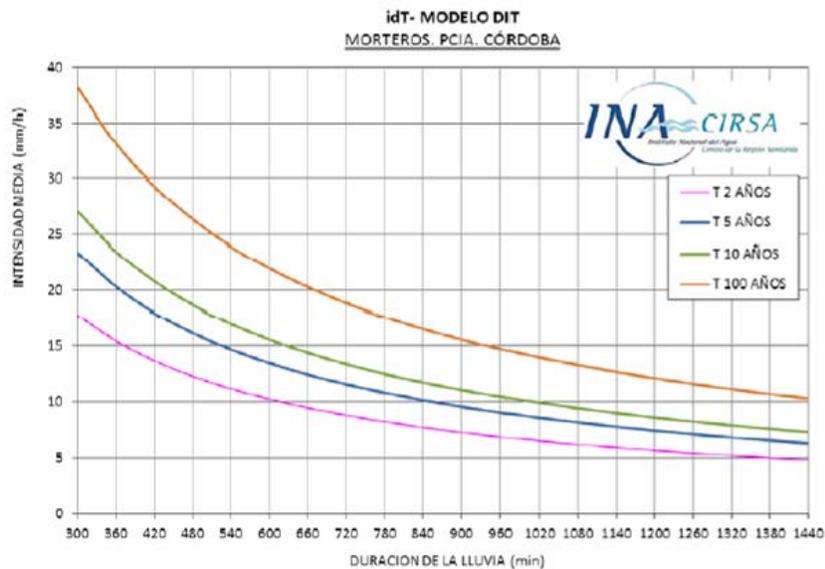


Figura N° 4 – Función idT para duraciones de 300 a 1440 min para la localidad de Morteros (Cba).

En base a las curvas IDT adquiridas en el INA y utilizando el método de bloques alternos (alternating block method, Chow et al. 1994), es posible ofrecer los hietogramas de diseño, ver Figura N° 5. Cabe aclarar que el método de intensidad instantánea es el más severo respecto del método de intensidad instantánea.

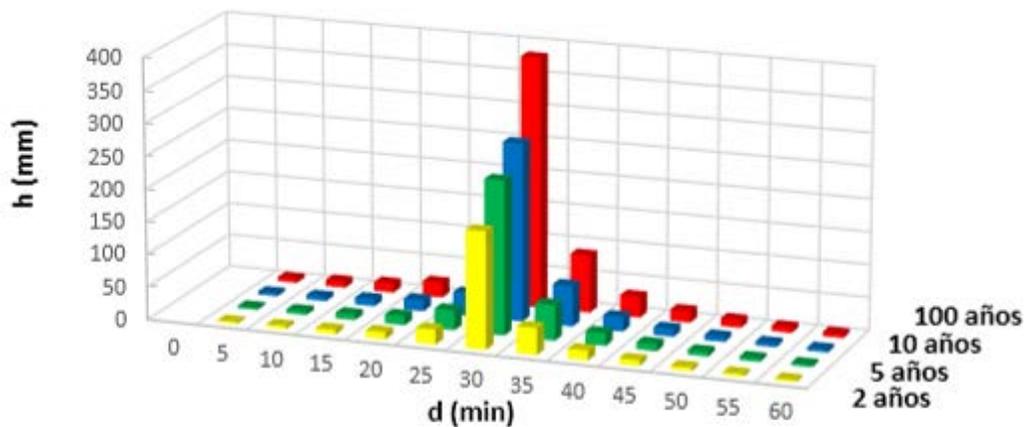


Figura N° 5 – Hietogramas de diseño para las recurrencias estudiadas.

Las lluvias de diseño resultantes son eventos pluviales idealizados para reflejar las exigencias de origen; siendo estas las solicitudes a verificar en los proyectos. Constituyen entradas que, al ser procesadas por modelos de transformación lluvia-caudal, proveen hidrogramas de crecientes (o avenidas) a la salida del sistema hidrológico en estudio.

Se continuó, siempre bajo responsabilidad del Consultor 3 y el mismo equipo de apoyo, el análisis hidrológico y modelación para distintas recurrencias para zonificación de riesgo hídrico de todas las cuencas del ejido municipal.

En el entorno del sector evaluado, la red regional de Diseño Hidrológico de la provincia propone como estación núcleo la ubicada en Ceres, provincia de Santa Fe. Debido a que dentro de los pluviométricos de la provincia, no se encuentra la localidad de Morteros, se recurrió a los mapas tendenciales de los estadísticos de los logaritmos de las series pluviométricas máximas anuales, para la obtención de la media y el desvío para tal locación, aplicándose el método de transposición del Modelo DIT para obtener la función idT.

Ante la necesidad de datos de crecidas y de no tener datos topográficos antes de formarse la localidad en estudio, se ha desarrollado numerosos métodos basados en la utilización de hietogramas de diseño e hidrogramas unitarios sintéticos.

Estas técnicas hidrológicas emplean expresiones empíricas con validez regional que vinculan los parámetros que defina los hidrogramas unitarios sintéticos como el caudal pico, el tiempo al pico o el tiempo de retardo con las características morfológicas de las cuencas como son el área, la longitud del curso principal, el desnivel topográfico y la pendiente media, las que pueden ser cuantificadas a partir de cartas topográficas o con inspecciones in-situ en el lugar de emplazamiento de la obra.

Este estudio continúa en el marco de vigencia de transformación lluvia-caudal, subdividiendo a la actual localidad y zona de influencias de Morteros en 9 unidades hidrológicas urbanas como 6 suburbanas a considerar para su análisis, ver Figura N° 6. Cabe aclarar que en dicha figura sólo aparecen las principales cuencas suburbanas, luego en la modelación final se amplió el análisis. Finalmente se estudiaron varios métodos de obtención de los tiempos de concentración (tc) siendo algunos resultados los expresados en la Tabla N° 2 y 3.

Tabla N° 2 – Distintos métodos de obtención de tiempo de concentración de cuencas urbanas

Cuenca	Tc [min] MRG	Bransby Williams	Tc [min] Federal Aviation	Tc [min] SCS Lag	Tc [min] Dooge
C.URBANA 1	85,28	33,20	54,72	123,47	67,29
C.URBANA 2	217,53	37,72	113,75	381,28	90,56
C.URBANA 3	190,00	38,02	101,14	318,42	84,47
C.URBANA 4	119,75	30,69	74,26	196,88	81,35
C.URBANA 5	202,04	59,66	90,58	273,22	88,45
C.URBANA 6	301,12	39,20	149,22	579,07	100,06
C.URBANA 7	148,20	37,12	84,40	240,56	63,51
C.URBANA 8	234,23	39,44	119,36	411,14	92,13
C.URBANA 9	62,29	25,51	49,08	103,40	55,56

Tabla N° 3 – Distintos métodos de obtención de tiempo de concentración de cuencas suburbanas.

Cuenca	Tc [min] MRG	Bransby Williams	Tc [min] Federal Aviation	Tc [min] SCS Lag	Tc [min] Dooge
C.SUBURB.1	50,80	27,35	35,92	61,46	58,74
C.SUBURB.2	87,91	23,17	55,73	120,02	78,03
C.SUBURB.3	140,47	20,86	89,46	247,28	93,24
C.SUBURB.4	126,87	20,40	87,58	239,19	93,50
C.SUBURB.5	68,45	18,60	44,37	83,99	74,47
C.SUBURB.6	109,94	22,38	67,18	159,74	86,19

Luego se calculó la transformación P-Q utilizando los tc por el método de MRC utilizando la expresión (1). En la Tabla N° 4 y 5 se exponen algunos los valores de Q analizados con crecimiento urbano futuro para las recurrencias de 10 años, 25 años y 100 años.

$$tc = \frac{C \times (L)^m}{H^n} \quad (1)$$

siendo

$$m = 1,165 - 0,21 \left[\frac{(L^2)}{(L^2 + 7)} \right]$$

$$C = 54,8 + 3,67 \left[\frac{(L-1)}{(L+3,2)} \right]^2$$

L=longitud de desnivel máximo.

H=desnivel.

Tabla N° 4 – Algunos resultados del cálculo de Q a futuro para distintas recurrencias.

Cuenca	I10 [mm/h]	Q10 [m³/s]	I25 [mm/h]	Q25 [m³/s]	I100 [mm/h]	Q100 [m³/s]
C.URBANA 1	82,58	45,11	88,22	48,19	116,43	63,60
C.URBANA 2	82,58	49,09	88,22	52,44	116,43	69,21
C.URBANA 3	82,58	46,43	88,22	49,60	116,43	65,47
C.URBANA 4	82,58	51,74	88,22	55,27	116,43	72,95
C.URBANA 5	82,58	73,41	88,22	78,42	116,43	103,50
C.URBANA 6	82,58	49,09	88,22	52,44	116,43	69,21
C.URBANA 7	82,58	26,53	88,22	28,35	116,43	37,41
C.URBANA 8	82,58	49,97	88,22	53,38	116,43	70,45
C.URBANA 9	82,58	26,98	88,22	28,82	116,43	38,03

Tabla N° 5 – Algunos resultados del cálculo de Q a futuro para distintas recurrencias.

Cuenca	I10 [mm/h]	Q10 [m³/s]	I25 [mm/h]	Q25 [m³/s]	I100 [mm/h]	Q100 [m³/s]
C.SUBURB.1	82,58	28,43	88,22	30,37	116,43	40,08
C.SUBURB.2	82,58	34,68	88,22	37,05	116,43	48,90
C.SUBURB.3	82,58	32,12	88,22	34,32	116,43	45,29
C.SUBURB.4	82,58	32,69	88,22	34,93	116,43	46,09
C.SUBURB.5	82,58	34,68	88,22	37,05	116,43	48,90
C.SUBURB.6	82,58	36,39	88,22	38,87	116,43	51,30

En base al trabajo anterior y bajo la responsabilidad del Coordinador y la intervención de todo el equipo aportando sus perfiles y conocimientos, ya se pudo identificar la cuenca sobre la cual se realizó el proyecto ejecutivo de drenaje, a partir de la determinación de amenazas y zonas vulnerables y su justificación.

El modelo SWMM© (Storm Water Management Model) fue desarrollado para simular los procesos hidrológicos e hidráulicos ligados a la cantidad y calidad de las aguas drenadas en cuencas urbanas y/o suburbanas, aunque su mayor potencialidad es sobre las primeras. Actualmente la gestión del programa corre a cargo de la Environmental Protection Agency (EPA), con el respaldo técnico de la Universidad de Oregón. Es un modelo sometido a una constante actualización y mejora en su esquema de funcionamiento.

En este proyecto se utilizó la versión más reciente del modelo (versión 5.1). Esta versión es en inglés, de libre acceso y puede ser obtenida a partir de Internet.

La información disponible fue empleada para el montaje del programa computacional EPA-SWMM©. En la Figura N°7 se presenta el esquema de simulación empleado para representar la localidad de Morteros y su zona rural. El modelado con este programa se amplió la zona de influencias rurales hasta la Mar Chiquita que afectan al área urbana neta. En la simulación han sido consideradas todas sus principales características, incluyendo áreas de canales, espacios verdes, zonas impermeabilizadas y calzadas.

2 ESTUDIO DE CUENCAS Y ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	8	Determinación de las cuencas y subcuencas, naturales e intervenidas y planos de las distintas zonas a servir.
---	---	---

Se coordinaron también las tareas ejecutadas por los especialistas hidráulicos (responsable Consultor 3) referidas a la determinación de cuencas y subcuencas.

Se consultó al departamento de cartografía de la provincia de Córdoba por las cartas topográficas I.G.N. (Instituto Geográfico Nacional) para verificar las cuencas naturales en la región Noreste de la provincia. Las cartas I.G.N. utilizadas para verificar las cuencas naturales fueron 3163-12-3 (Suardi), 3163-17-2 (Morteros) y 3163-18-1 (Colonia San Pedro). Las mismas responden al levantamiento topográfico del año 1960 y fueron actualizadas por imágenes satelitales del tipo Landsat de fecha 12-01-93. Se adjuntan imágenes (ver abajo) y Plano respectivo.

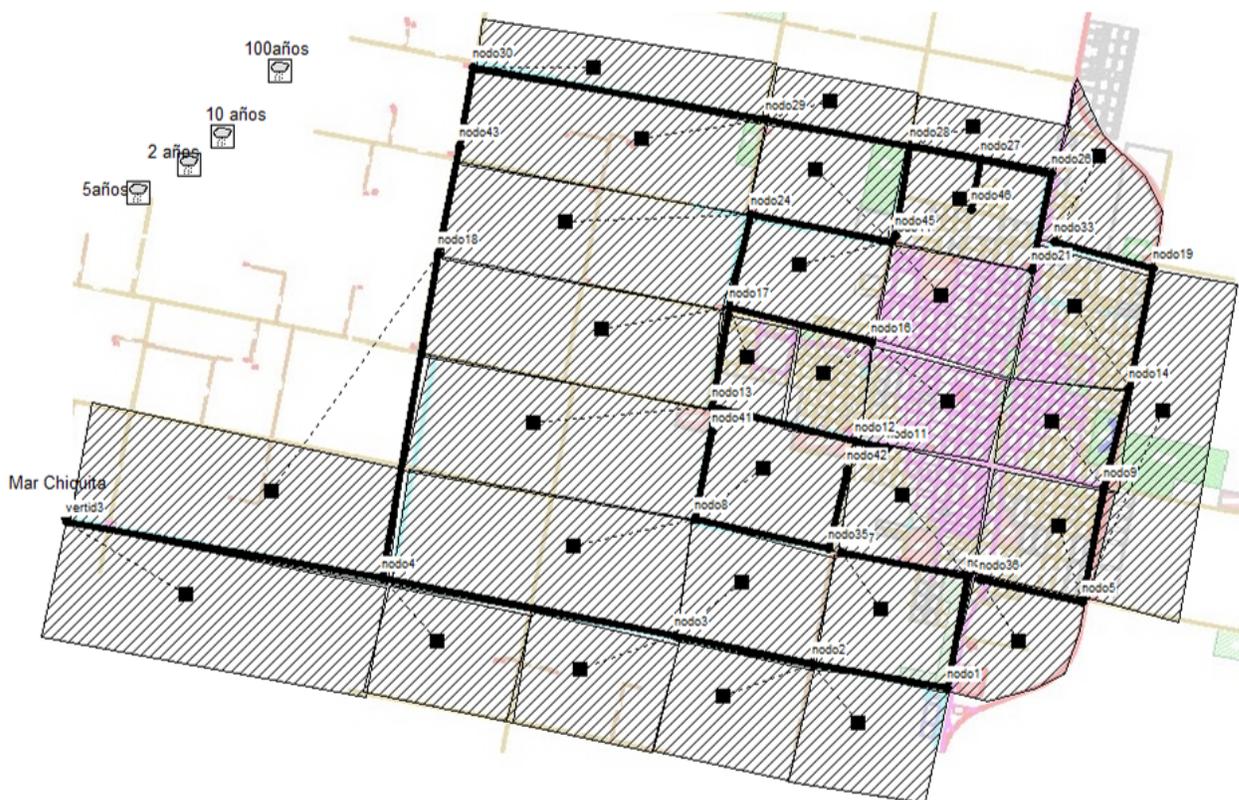


Figura N° 7 – Esquema modelado de cuencas urbanas y suburbanas hasta la Mar Chiquita.

Al momento de confeccionar el modelo fueron contempladas 31 unidades hidrológicas, las cuales presentan distintas condiciones de impermeabilización como de sus características hidráulicas.

Los eventos analizados fueron supuestos de 23 horas y con una duración de simulación de 12 horas para periodos de retornos de 2, 5, 10, y 100 años. Los tiempos de retorno adoptados cubren las recurrencias generalmente empleadas en el proyecto de los sistemas de micro drenaje (de 2 a 10 años) y alcanza hasta aquellas consideradas para verificación en sistema de macro drenaje (100 años).

En cuanto al método de simulación de transformación P-Q adicionalmente al reservorio no lineal propio del paquete computacional, se consideran las pérdidas

por infiltración a partir de la ecuación empírica de SCS, considerando como datos de entrada el tipo de suelo caracterizado en el estudio de suelos.

En cuanto al tránsito por conducciones, la propagación tipo caudal-caudal (Q-Q), con base el método de Onda Dinámica, el cual resuelve en forma completa la ecuación unidimensional de Saint-Venant, pudiendo representar procesos de flujo a presión en conductos abiertos como cerrados, así como eventuales inundaciones en los nodos. Por ende es posible obtener un mapa de zonificaciones de riesgo hídrico en canales existentes.

Comportamiento de los Canales

A la luz de los resultados de las modelaciones realizadas fue posible analizar el comportamiento del sistema de drenaje construido de canales existentes según se observa en la Figura N° 8. Allí se observan que en color rojo se diferencian los canales que no verifican la amortiguación del caudal pico desde la recurrencia de 2 años hasta la 100 años respecto a los canales en color azul que si verifican o que no presentarían un gran impacto negativo como inconvenientes a la hora de escurrir. Cabe aclarar que estos últimos canales identificados en color azul responden a áreas suburbanas o con baja % de impermeabilización hasta el momento del presente informe de avance (o sea 2017).

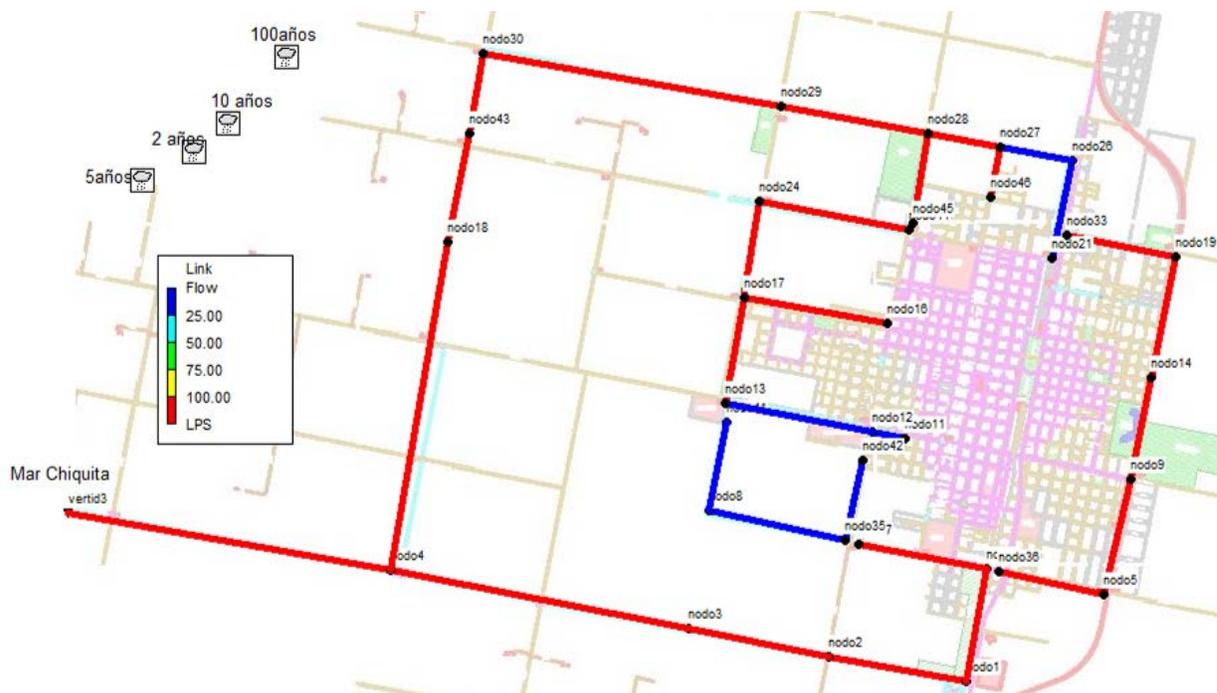


Figura N° 8 – Mapa de zonificaciones de riesgo hídrico en canales para T2 años a T100 años.

Luego se pasó a elaborar mapas y planos de zonificación de las áreas inundables, apuntando a elaborar la normativa afín, previendo la expansión de la mancha urbana.

Esta tarea cayó bajo la órbita de responsabilidad del Consultor 7, quien la bajó a gráficos y diagramas, no obstante lo cual la actividad reunió a varios consultores especializados – C2, C3, C4, C7 – por lo que el desarrollo de la Actividad es incluida en el Informe del C 7, pero se incluye en el presente aspectos básicos de la tarea.

Conclusión: finalmente a partir de los resultados de la modelación de canales utilizando los datos geométricos del relevamiento topográfico y en base al relevamiento de zonas inundables in-situ se obtiene un mapa de zonas no inundables respecto de zonas inundables, ver Figura N° 9.

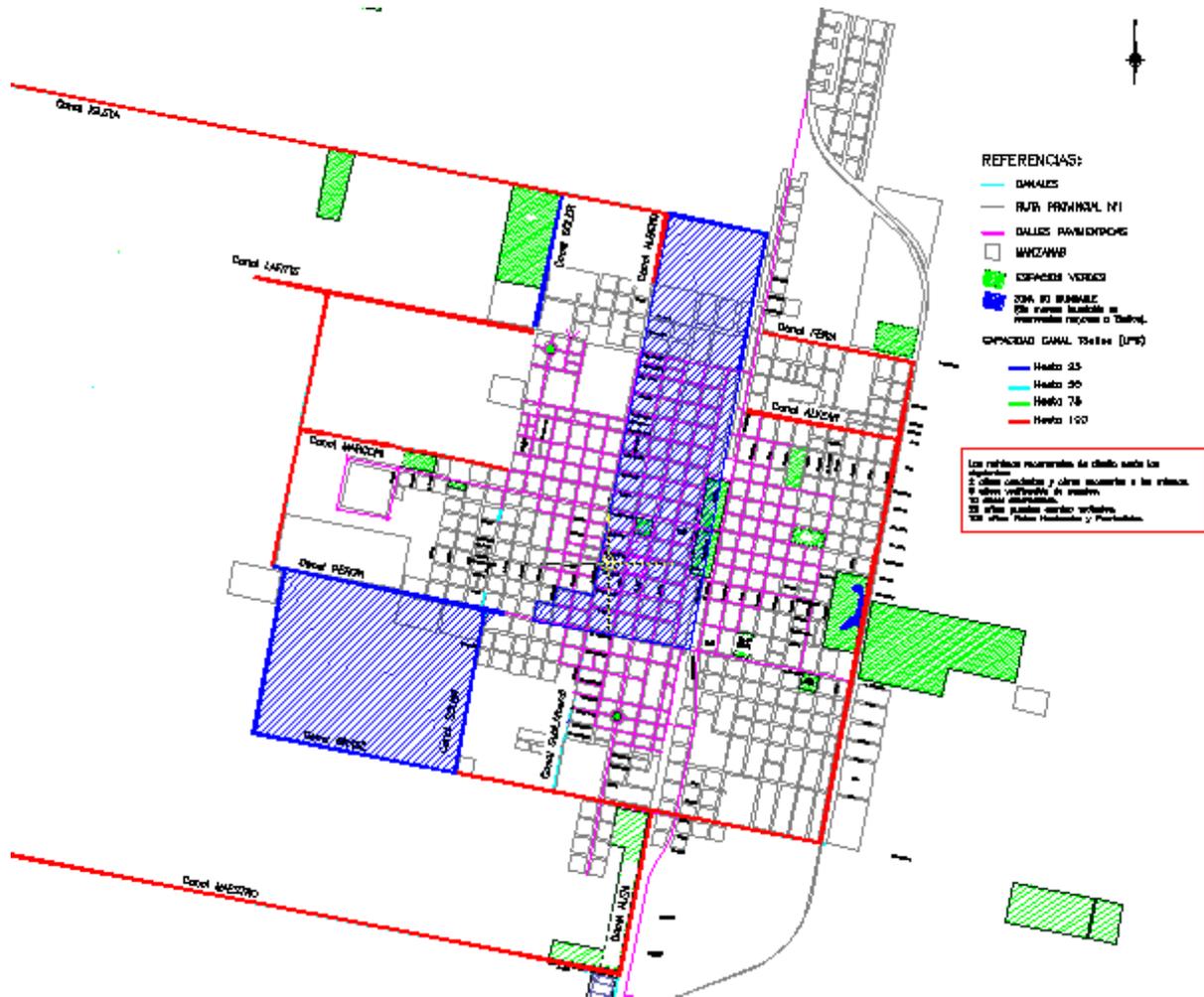


Figura N° 9 – Mapa de zonificaciones no inundable vs. Inundables.

Según diagnóstico realizado el 19 de agosto de 2016, Mortero no posee un Plan Estratégico Urbano, pero si un código de Edificación con aprobación en el año 1995.

Dentro de las normativas de crecimiento urbano que se debe tener en cuenta una vez marcadas las zonas inundables y no inundables , del Municipio se obtuvo este plano que vemos a continuación , debido a que el Municipio está trabajando en un Nuevo Plan Estratégico de Crecimiento que va tener en cuenta las nuevas obras urbanas a realizarse.

El estudio del cuerpo receptor está desarrollado con amplitud de Informe del especialista ambiental Consultor 5, transcribiendo en el presente los datos esenciales tanto del cuerpo receptor como de la zona de tratamiento especial.

2 ESTUDIO DE CUENCAS Y ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	9	Determinación y cálculo de tormenta de diseño.
---	---	--

Esta actividad correspondió al Consultor 3 con el apoyo del resto del equipo coordinado por este Coordinador. El informe del C3 reúne el total de la actividad desarrollada, registrando en éste sólo lo más significativo.

En la provincia el ente autorizado para entregar de manera ordenada los patrones de tormenta de diseño según las duraciones y recurrencias requeridas para un proyecto de red pluvial, es INA Cirsa (Instituto Nacional del Agua).

Las curvas I.D.T. (intensidad, duración y tiempo) a la técnica Clara Dasso del INA Cirsa; respondieron a datos: latitud y longitud de la plaza central de Morteros (latitud -30.710689° y longitud -62.007154°), objeto del proyecto, desarrollistas del proyecto y recurrencias requeridas. En cuanto a las recurrencias requeridas fueron: 2 años necesarias para realizar los cálculos de conductos y obras accesorias a los mismos, de 5 años necesarias para realizar la verificación de canales, de 10 años para cálculo de alcantarillas pluviales y por último la de 100 años para verificación desagües en zona de rutas Nacionales y Provinciales.

En cuanto a determinación de las IDT se menciona que responden al modelo predictivo DIT. Caamaño Nelli y García (1999), propusieron un modelo para estimar la relación i-d-T entre intensidad (i) de lluvia, su duración (d) y el período de retorno (T) a partir de series pluviográficas con distribución Log-normal. El algoritmo, denominado DIT, se basa en una estimación algebraica del factor de frecuencia normal e incorpora la duración de la lluvia en forma

analítica, dándole sentido conceptual a sus parámetros y permite su transposición a estaciones pluviométricas.

A fin de transponer las familias de curvas i-d-T, el modelo DIT utilizó en primer medida una técnica de zonalización desarrollada por Caamaño Nelli et al., 1998, luego regionalizada por Catalini, et al. 2011 a, esta combina una regionalización espacial con transferencia paramétrica dentro de cada zona. De esta manera al transponer la función i-d-T, desde la estación base (pluviográfica) al punto de interés incógnita de la zona, los parámetros se alteran según los rasgos climáticos locales de cada punto donde el área de influencia de cada uno de ellos fue definida con anterioridad.

La relación i-d-T, basada en el modelo DIT es definida como:

$$\ln i_{d,T} = A \cdot \Phi_y - B \cdot \delta_y + C \quad (1)$$

En donde $i_{d,T}$ es la intensidad media máxima de lluvia de duración d , esperable en el período de retorno T , y Φ_y es el factor de frecuencia normal, dado por: (Caamaño Nelli y Dasso, 2003)

$$\Phi_y = 2,584458 \cdot (\ln T)^{\frac{3}{5}} - 2,252573 \quad (2)$$

mientras que δ_y es el factor de persistencia, definido como

$$\delta_y = (\ln d)^q \quad (3)$$

Es de resaltar que la ecuación (1) presenta tres términos independientes entre sí, lo que proviene de la hipótesis de independencia entre duración, explicitada mediante δ_y y recurrencia, incluida en la fórmula de Φ_y . Finalmente el algoritmo resultante para DIT presenta cuatro parámetros: A, B, C y q, el exponente de la ecuación (3). La estimación del exponente q en las estaciones pluviográficas que se utilizaron para calibrar el modelo (Caamaño Nelli y Dasso, 2003 y Rico, et al 2010), arrojó valores próximos a 5/3, razón por la cual se consideró que la evidencia empírica permitía asignar un valor fijo a q y el modelo DIT se asume como un modelo de 3 parámetros. A y C son parámetros que incorporan las características de la lluvia local, mientras que B, es un parámetro zonales proveniente de las estaciones pluviográficas base.

Una vez que DIT ha sido calibrado para un pluviógrafo, la extrapolación a las estaciones pluviométricas asociadas consiste en sustituir dos estadísticos (de los logaritmos de láminas diarias máximas), la media (μ) y el desvío estándar (σ) de la serie pluviográfica de la estación base, que son términos de los parámetros C y A respectivamente, por los correspondientes al punto de interés.

Para tal fin fue generada una base de datos georeferenciado, el cual, contiene además de otras informaciones, los valores provenientes de la estadística

descriptiva, es decir, la media y el desvío estándar de las series pluviométricas de 481 estaciones (151 en la Provincia de Córdoba y 330 en la Provincia de Santa Fe) seleccionadas en base a la longitud de las series de registros y la verificación de las hipótesis estadísticas básicas (datos atípicos, independencia, estacionalidad y homogeneidad).

Mediante el empleo de la base de datos antes descripta y un Sistema de Información Geográfica (SIG) fue interpolar y analizar tendencialmente la información contenida en forma puntual, obteniendo mapas temáticos de tipo raster. Los cuales, basan su funcionalidad en una concepción implícita de las relaciones de vecindad entre los distintos objetos geográficos.

Su forma de proceder consiste en dividir la zona de afección de la base de datos puntuales (archivo vectorial) en una retícula o malla regular de pequeñas celdas (a las que se denomina usualmente como “pixels”) y atribuir un valor numérico a cada celda como representación de su valor temático (Catalini, Maidah et al. 2010, Catalini, et al., 2011b).

La hipótesis que se emplea en el trabajo de referencia (Catalini, et al. 2010) es aceptar como válidos desde el punto de vista estadístico a los valores puntuales de la superficie tendencial, que se encuentren contenidos dentro del intervalo de confianza (rango esperable de posibles valores) de la variable de interés. De ésta manera, la superficie tendencial óptima es aquella que presenta el mayor porcentual de valores contenidos dentro del intervalo de confianza, obtenido en el análisis de estadística inferencial, lo cual validaría estadísticamente su adopción (ver imagen abajo). Resultando en base a las consideraciones anteriores es posible extraer las variables regionalizadas para el emplazamiento solicitado.

2 ESTUDIO DE CUENCAS Y ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	10	Análisis hidrológico y modelación para distintas recurrencias para zonificación de riesgo hídrico de todas las cuencas del ejido municipal.
---	----	---

En el entorno del sector evaluado, la red regional de Diseño Hidrológico de la provincia propone como estación núcleo la ubicada en Ceres, provincia de Santa Fe. Debido a que dentro de los pluviométricos de la provincia, no se encuentra la localidad de Morteros, se recurrió a los mapas tendenciales de los estadísticos de los logaritmos de las series pluviométricas máximas anuales, para la obtención de la media y el desvío para tal locación, aplicándose el método de transposición del Modelo DIT para obtener la función idT.

Ante la necesidad de datos de crecidas y de no tener datos topográficos antes de formarse la localidad en estudio, se ha desarrollado numerosos métodos basados en la utilización de hietogramas de diseño e hidrogramas unitarios sintéticos.

Estas técnicas hidrológicas emplean expresiones empíricas con validez regional que vinculan los parámetros que defina los hidrogramas unitarios sintéticos como el caudal pico, el tiempo al pico o el tiempo de retardo con las características morfológicas de las cuencas como son el área, la longitud del curso principal, el desnivel topográfico y la pendiente media, las que pueden ser cuantificadas a partir de cartas topográficas o con inspecciones in-situ en el lugar de emplazamiento de la obra.

El proceso de transformación lluvia-caudal, implicó subdividir a la actual localidad y zona de influencias de Morteros en 9 unidades hidrológicas urbanas como 6 suburbanas a considerar para su análisis, ver Figura N° 6. Cabe aclarar que en dicha figura sólo aparecen las principales cuencas suburbanas, luego en la modelación final se amplió el análisis. Finalmente se estudiaron varios métodos de obtención de los tiempos de concentración (tc) siendo algunos resultados los expresados en la Tabla N° 2 y 3.

Tabla N° 2 – Distintos métodos de obtención de tiempo de concentración de cuencas urbanas

Cuenca	Tc [min]	Bransby Williams	Tc [min]	Tc [min]	Tc [min]
	MRG		Federal Aviation	SCS Lag	Dooge
C.URBANA 1	85,28	33,20	54,72	123,47	67,29
C.URBANA 2	217,53	37,72	113,75	381,28	90,56
C.URBANA 3	190,00	38,02	101,14	318,42	84,47
C.URBANA 4	119,75	30,69	74,26	196,88	81,35
C.URBANA 5	202,04	59,66	90,58	273,22	88,45
C.URBANA 6	301,12	39,20	149,22	579,07	100,06
C.URBANA 7	148,20	37,12	84,40	240,56	63,51
C.URBANA 8	234,23	39,44	119,36	411,14	92,13
C.URBANA 9	62,29	25,51	49,08	103,40	55,56

Tabla N° 3 – Distintos métodos de obtención de tiempo de concentración de cuencas suburbanas.

Cuenca	Tc [min]	Bransby Williams	Tc [min]	Tc [min]	Tc [min]
	MRG		Federal Aviation	SCS Lag	Dooge
C.SUBURB.1	50,80	27,35	35,92	61,46	58,74
C.SUBURB.2	87,91	23,17	55,73	120,02	78,03
C.SUBURB.3	140,47	20,86	89,46	247,28	93,24
C.SUBURB.4	126,87	20,40	87,58	239,19	93,50
C.SUBURB.5	68,45	18,60	44,37	83,99	74,47
C.SUBURB.6	109,94	22,38	67,18	159,74	86,19

Luego se calculó la transformación P-Q utilizando los tc por el método de MRC utilizando la expresión (1). En la Tabla N° 4 y 5 se exponen algunos los valores de Q analizados con crecimiento urbano futuro para las recurrencias de 10 años, 25 años y 100 años.

$$tc = \frac{C \times (L)^m}{H^n} \quad (1)$$

siendo

$$m = 1,165 - 0,21[(L^2)/(L^2 + 7)]$$

$$C = 54,8 + 3,67[(L-1)/(L+3,2)]^2$$

L=longitud de desnivel máximo.

H=desnivel.

Tabla N° 4 – Algunos resultados del cálculo de Q a futuro para distintas recurrencias.

Cuenca	I10 [mm/h]	Q10 [m³/s]	I25 [mm/h]	Q25 [m³/s]	I100 [mm/h]	Q100 [m³/s]
C.URBANA 1	82,58	45,11	88,22	48,19	116,43	63,60
C.URBANA 2	82,58	49,09	88,22	52,44	116,43	69,21
C.URBANA 3	82,58	46,43	88,22	49,60	116,43	65,47
C.URBANA 4	82,58	51,74	88,22	55,27	116,43	72,95
C.URBANA 5	82,58	73,41	88,22	78,42	116,43	103,50
C.URBANA 6	82,58	49,09	88,22	52,44	116,43	69,21
C.URBANA 7	82,58	26,53	88,22	28,35	116,43	37,41
C.URBANA 8	82,58	49,97	88,22	53,38	116,43	70,45
C.URBANA 9	82,58	26,98	88,22	28,82	116,43	38,03

Tabla N° 5 – Algunos resultados del cálculo de Q a futuro para distintas recurrencias.

Cuenca	I10 [mm/h]	Q10 [m³/s]	I25 [mm/h]	Q25 [m³/s]	I100 [mm/h]	Q100 [m³/s]
C.SUBURB.1	82,58	28,43	88,22	30,37	116,43	40,08
C.SUBURB.2	82,58	34,68	88,22	37,05	116,43	48,90
C.SUBURB.3	82,58	32,12	88,22	34,32	116,43	45,29
C.SUBURB.4	82,58	32,69	88,22	34,93	116,43	46,09
C.SUBURB.5	82,58	34,68	88,22	37,05	116,43	48,90
C.SUBURB.6	82,58	36,39	88,22	38,87	116,43	51,30

2 ESTUDIO DE CUENCAS Y ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	11	Identificación de la cuenca sobre la cual se realizará el proyecto ejecutivo de drenaje, a partir de la determinación de amenazas y zonas vulnerables. Justificación.
---	----	---

El modelo SWMM© (Storm Water Management Model) fue desarrollado para simular los procesos hidrológicos e hidráulicos ligados a la cantidad y calidad de las aguas drenadas en cuencas urbanas y/o suburbanas, aunque su mayor potencialidad es sobre las primeras. Actualmente la gestión del programa corre a cargo de la Environmental Protection Agency (EPA), con el respaldo técnico de la Universidad de Oregón. Es un modelo sometido a una constante actualización y mejora en su esquema de funcionamiento.

En este proyecto se utilizó la versión más reciente del modelo (versión 5.1). Esta versión es en inglés, de libre acceso y puede ser obtenida a partir de Internet.

La información disponible fue empleada para el montaje del programa computacional EPA-SWMM©. En la Figura N°7 se presenta el esquema de simulación empleado para representar la localidad de Morteros y su zona rural. El modelado con este programa se amplió la zona de influencias rurales hasta la Mar Chiquita que afectan al área urbana neta. En la simulación han sido consideradas todas sus principales características, incluyendo áreas de canales, espacios verdes, zonas impermeabilizadas y calzadas.

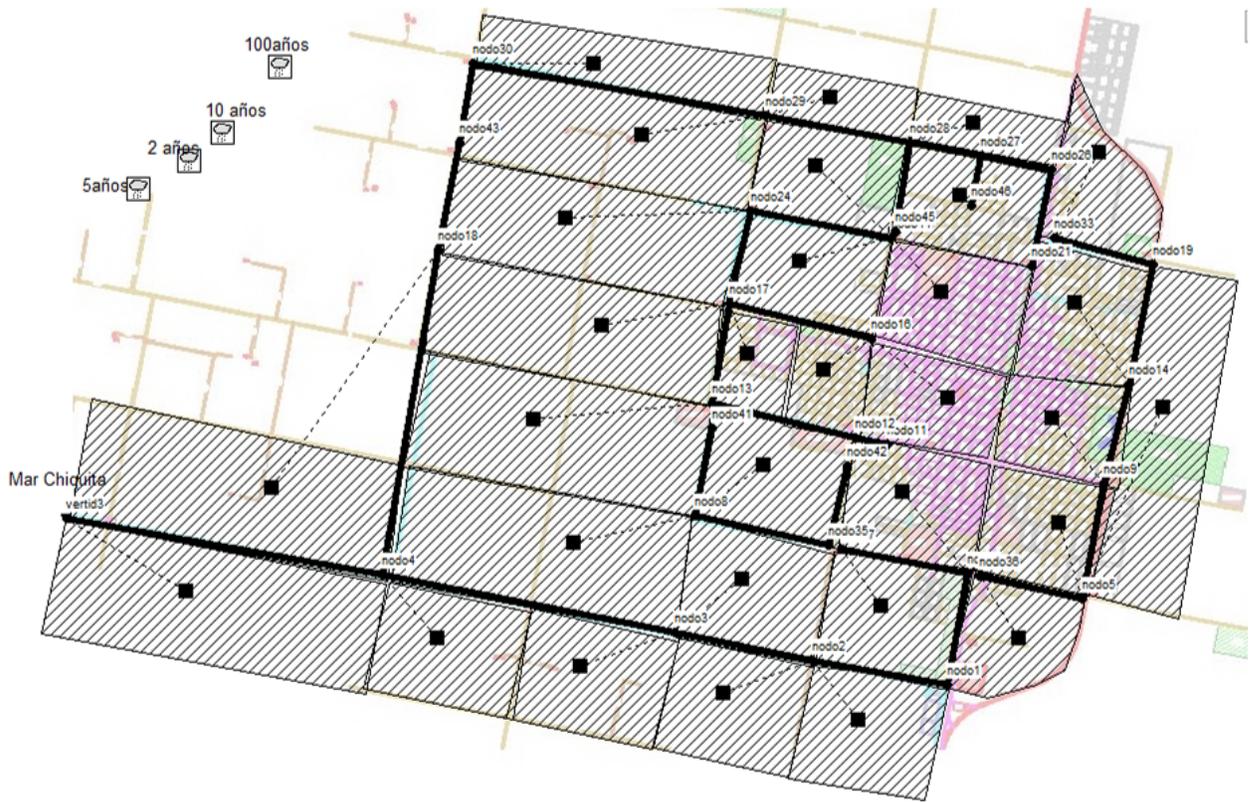


Figura Nº 7 – Esquema modelado de cuencas urbanas y suburbanas hasta la Mar Chiquita.

Al momento de confeccionar el modelo fueron contempladas 31 unidades hidrológicas, las cuales presentan distintas condiciones de impermeabilización como de sus características hidráulicas.

Los eventos analizados fueron supuestos de 23 horas y con una duración de simulación de 12 horas para periodos de retornos de 2, 5, 10, y 100 años. Los tiempos de retorno adoptados cubren las recurrencias generalmente empleadas en el proyecto de los sistemas de micro drenaje (de 2 a 10 años) y alcanza hasta aquellas consideradas para verificación en sistema de macro drenaje (100 años).

En cuanto al método de simulación de transformación P-Q adicionalmente al reservorio no lineal propio del paquete computacional, se consideran las pérdidas por infiltración a partir de la ecuación empírica de SCS, considerando como datos de entrada el tipo de suelo muy escasamente caracterizado en el estudio de suelos de la consultora geotécnica ARRT, a saber:

“Se trata de suelos arcillosos de origen eólico.”

En cuanto al tránsito por conducciones, la propagación tipo caudal-caudal (Q-Q), con base el método de Onda Dinámica, el cual resuelve en forma completa la ecuación unidimensional de Saint-Venant, pudiendo representar procesos de flujo

a presión en conductos abiertos como cerrados, así como eventuales inundaciones en los nodos. Por ende es posible obtener un mapa de zonificaciones de riesgo hídrico en canales existentes.

A la luz de los resultados de las modelaciones realizadas fue posible analizar el comportamiento del sistema de drenaje construido de canales existentes según se observa en la Figura N° 8. Allí se observan que en color rojo se diferencian los canales que no verifican la amortiguación del caudal pico desde la recurrencia de 2 años hasta la 100 años respecto a los canales en color azul que si verifican o que no presentarían un gran impacto negativo como inconvenientes a la hora de escurrir. Cabe aclarar que estos últimos canales identificados en color azul responden a áreas suburbanas o con baja % de impermeabilización hasta el momento del presente informe de avance (o sea 2017).

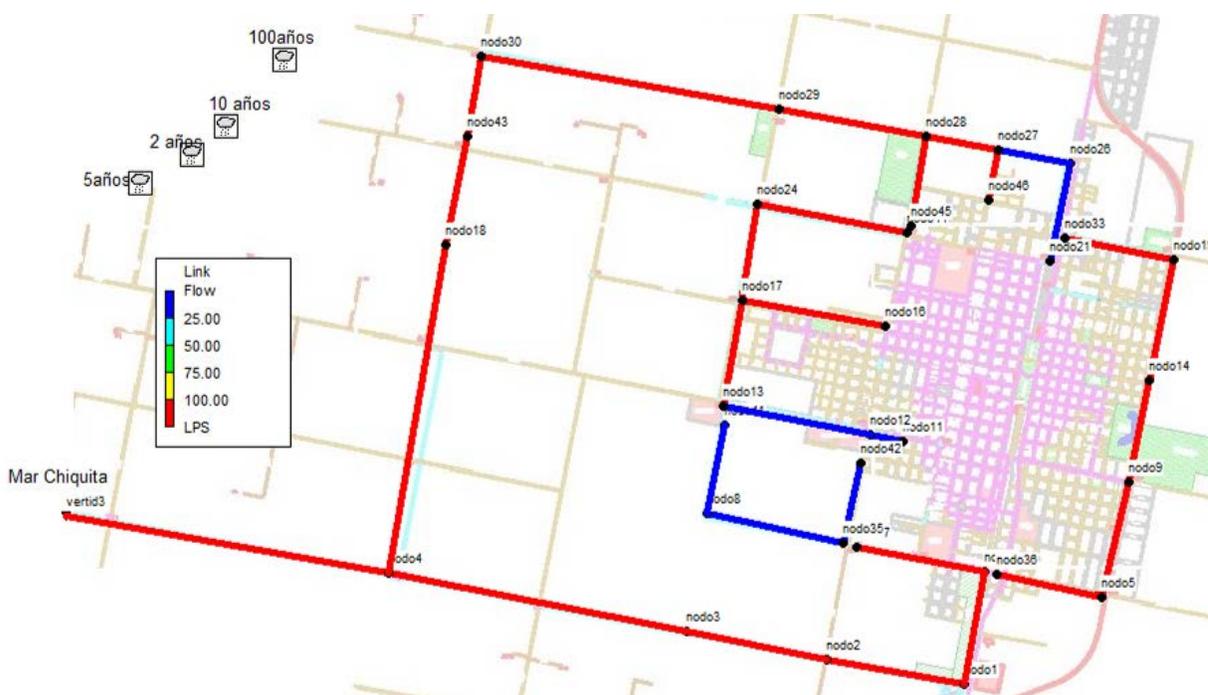
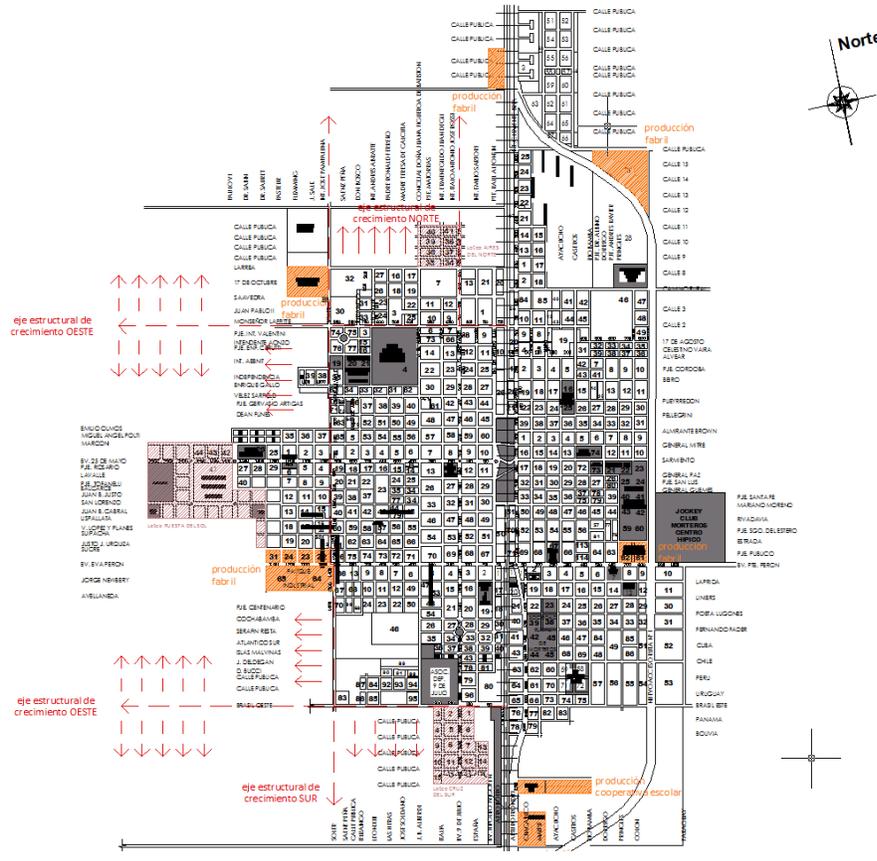


Figura N° 8 – Mapa de zonificaciones de riesgo hídrico en canales para T2 años a T100 años.

<p>2 ESTUDIO DE CUENCAS Y ESTUDIOS HIDROLÓGICOS</p>	<p>12</p>	<p>Elaboración de mapas y planos de zonificación de las áreas inundables, elaborar la normativa a fin, previendo la expansión de la mancha urbana.</p>
---	-----------	--

Esta tarea cayó bajo la responsabilidad del Consultor 7, quien la bajó a gráficos y diagramas, no obstante lo cual la actividad reunió a varios consultores especializados – C2, C3, C4, C7 – por lo que el desarrollo de la Actividad es incluida en el Informe del C 7, pero se incluye en el presente aspectos básicos de la tarea.



<p>3 PLAN DIRECTOR DE DRENAJE URBANO</p>	<p>13</p>	<p>Formulación de Medidas no estructurales</p>
--	-----------	--

Esta tarea recayó en el Consultor 8 el que debió abrir el juego y consultar con los especialistas del equipo y la consulta a técnicos locales, a fin de dar las bases de normas. Dichas medidas responde a evitar convertir a las zonas no inundables de la Figura N° 8 a inundables.

- a. evitar construcción de cualquier obra pública en las áreas de riesgo como escuelas, hospitales y edificios en general. Las existentes deben poseer un plan de remoción a ser ejecutado a lo largo del tiempo. En la documentación del proyecto se identifican claramente las zonas de riesgo debiendo el Municipio incorporar a su plexo normativo este tipo de limitaciones.
- b. planificar la ciudad para gradualmente desplazar su eje principal para los lugares de bajo riesgo; esta previsión debe tomarse cuanto antes a partir de la existencia de este estudio dado que la dinámica de expansión urbana es

muy dinámica y dado que Morteros tiene un plano indicativo de desarrollo urbano con sus ejes de crecimiento, puede incorporar a sus normas estas limitantes.

- c. las entidades financieras deberían evitar financiar obras en áreas de riesgo – y el municipio desalentarlas - y, como complemento, por un lado evitar incentivar este tipo de obras y sus localizaciones comprometidas y por otro incentivar la construcción en zonas de desarrollo caracterizadas como no inundables mediante herramientas como las que siguen
- d. utilizar mecanismos económicos para el proceso de incentivo y control de las áreas de riesgo: (1) retirar el impuesto a los propietarios que mantengan sin construcción las áreas de riesgo; (2) intentar crear un mercado para las áreas de riesgo de tal manera que las mismas se vuelvan públicas con el pasar del tiempo;
- e. prever la inmediata ocupación de las áreas públicas de riesgo cuando éstas sean desocupadas con algún plan que demarque la presencia del municipio o del Estado imponiendo esas limitaciones y no permitiendo el desarrollo de nuevas construcciones.
- f. programas periódicos de limpieza, mantenimiento y control de obras de captación y conducción de excedentes pluviales (sumideros, calzadas, conductos, canales). Pero éste debe estar normalizado e instituido buscando la rigurosidad y continuidad, no pueden ser acciones esporádicas, sino que un Plan de Limpieza y de Mantenimiento con sus rutinas y programas de acción debe formar parte del área responsable: servicios públicos, infraestructura y reportar periódicamente a una instancia superior que inspeccione los trabajos. Y materializar un Plan de Equipamiento a sus efectos si fuese necesario. Entre las acciones :
 - Todos los canales existentes necesitan limpieza de fondo y rectificación de taludes
 - Las secciones transversales de flujo mínima en canales, no debe ser menor a 2m² o sea equivale a un ancho de canal de 2m (o más) y una altura de umbral de 1m
 - Generar un programa de saneamiento de canales con controles semanales de parte de personal municipal.
 - Limpieza de alcantarillas, nudos canales, canales cerrados, etc.
 - Nivelar luego de limpiar los canales respetando las pendientes del Plano 10.
- g. Implementación de políticas de planeamiento urbano con énfasis:
 - En cambios de uso de suelo
 - Patrones de asentamiento

- Cambio de pendientes en las calles o trazado de nuevas
 - Trasvaso de cuencas
 - Demarcación de zonas propensas a sufrir anegamientos y/o inundaciones
 - Regulación de escorrentías generadas por nuevos asentamientos y grandes construcciones
- h. Respetar sistema de drenaje actual
- i. Dar autorizaciones a nuevos planes de urbanización en cuencas que no estén comprometidas en cuanto a su capacidad de captar y evacuar los mayores caudales generados. A menos que se tenga previsto nuevas medidas estructurales a implementar.

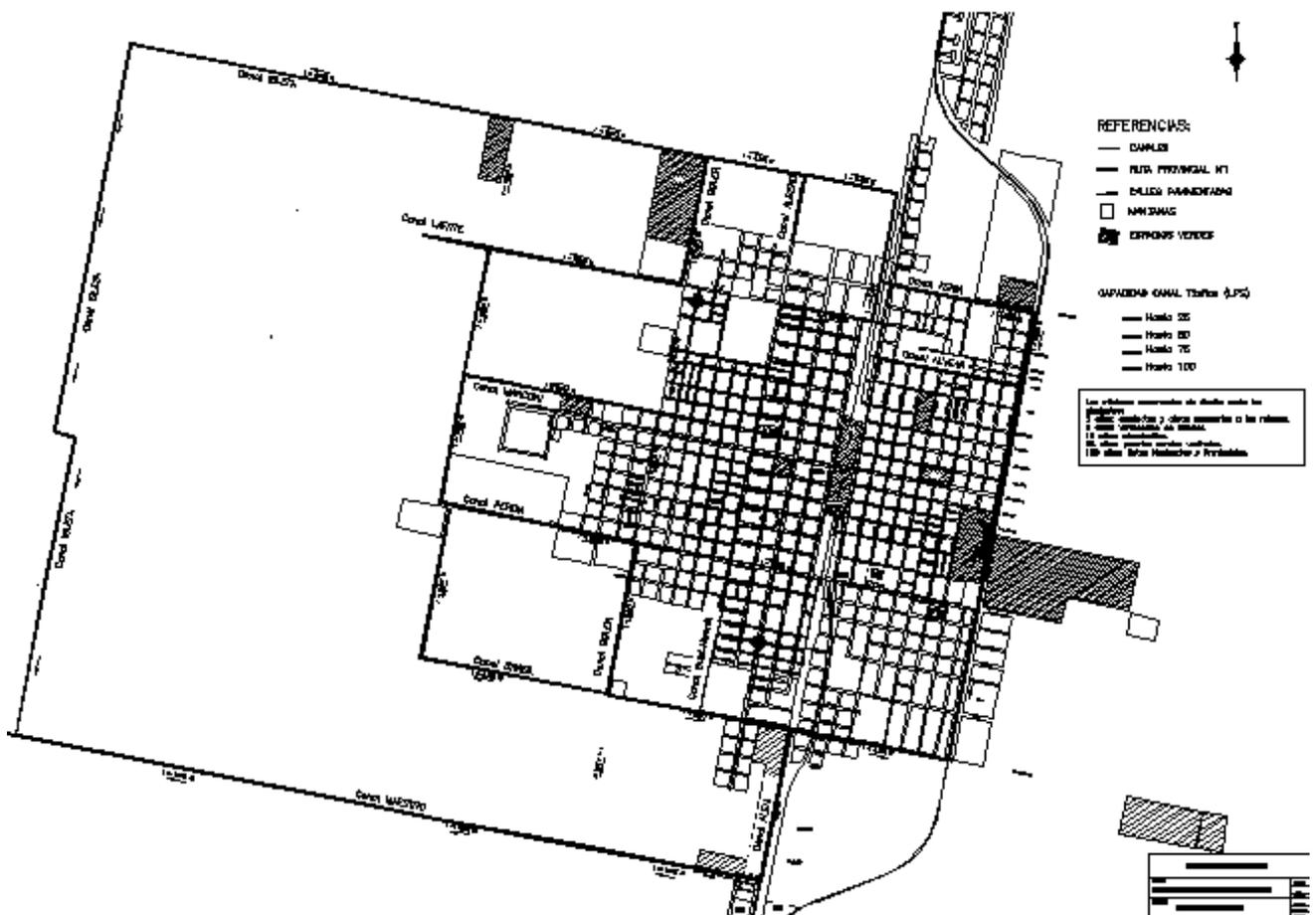


Figura N° 10 – Perfilado de pendientes de fondo de canales.

3 PLAN DIRECTOR DE DRENAJE URBANO	14	Formulación de Medidas estructurales (a nivel de anteproyecto para todas las cuencas).
--	----	--

Esta tarea fue asumida por el Consultor 2 con el apoyo de todo el resto del equipo. Este Coordinador organizó la distribución de tareas y estuvo sobre las conclusiones, su interpretación y aplicación.

Se plantean al menos dos alternativas de anteproyecto para aminorar los efectos nocivos del mapa de inundación de la Figura N° 9:

- Ampliación de la red de canales y conducción final.
- Lagunas de retención.

En la alternativa pensada en ampliación de canales, luego de un estudio de la calidad de drenaje y limpieza de los actuales canales, se desestima la propuesta debido a que por más que se extienda la traza la misma debería llegar hasta la laguna Mar Chiquita como para poder desagotar la mayoría del escurrimiento, trayendo esto aparejado un sinfín de problemas ambientales durante la conducción de las aguas. Proponiendo en el próximo punto lagunas de retención con las cuales se pueden combinar diferentes soluciones para poder lograr su correcta utilización integrándolas al medio ambiente urbano y rural.

El objetivo de una laguna de retención es minimizar el impacto de la capacidad de almacenamiento natural de la unidad hidrológica que controlan. Los mismos pueden ser dimensionados para mantener una lámina permanente de agua (retención) ante la presencia de suelos saturados por proximidad del acuífero freático, o permanecer secos (detención) en los períodos entre lluvias con el objeto de ser utilizados con otras finalidades por ejemplo agropecuarios.

Puntualmente se analizaron los reservorios de retención sin desborde o salida, ya que conservara el agua escurrida hasta que la misma infiltre y recircule por el acuífero freático, ver detalles del escurrimiento regional en el Primer Informe de avance y mapa de curvas de nivel del acuífero freático (ver Figura N° 2). No se descartan ascensos del acuífero freático en otros puntos según la dirección de escurrimiento subsuperficial ya que como bien se mencionó en el Primer informe de avance es de esperarse un acuífero libre en la llanura tendida y áreas mal drenadas en el orden de 0,07 % de pendiente (o sea muy bajo).

Los espacios propuestos para localizar las lagunas de retención, son los indicados en la Figura N° 11. Aminorando el impacto de las principales cuencas urbanas de la Figura N° 6 y evitando aumentar la capacidad de evacuación de los canales de borde (caso del canal Isleta y Av. Falucho) que protegen a la localidad de Morteros del ingreso del escurrimiento superficial regional en dirección SUR-ESTE. Esto es

muy importante destacar ante la eventual propuesta de aportar volúmenes de agua desde “nuevos canales” respecto de los canales existentes.

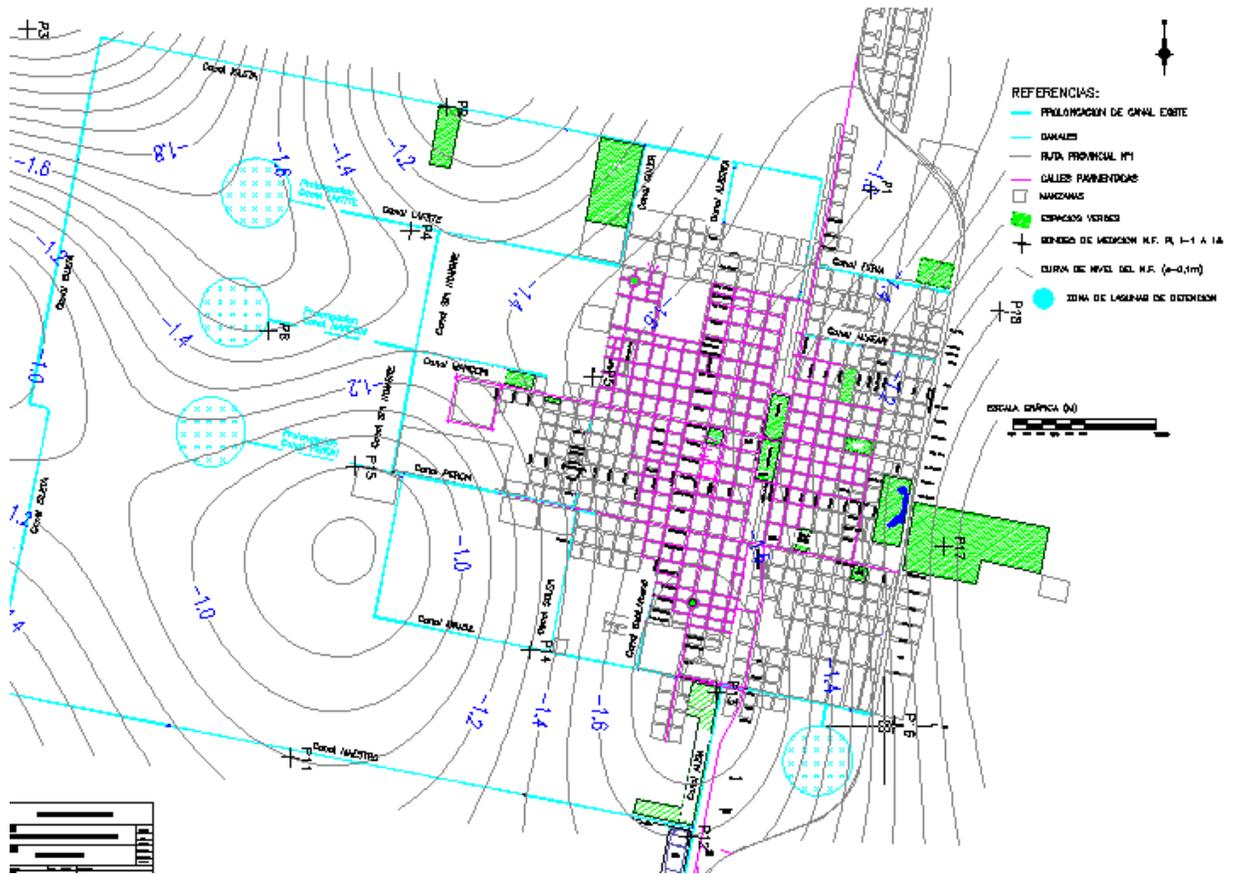


Figura N° 11 –Alternativa de ubicación de lagunas de retención.

A partir de analizar el nudo más desfavorable periurbano en la modelación del EPA SWMN 5.1, se determinó el caudal de salida del mismo para las distintas recurrencias (T2, T5, T10 y T100 años). Dicho punto corresponde al nodo 17 de la Figura N° 12 y los valores de caudal se exponen en la Tabla N° 6. A partir de conocer la velocidad del conducto más comprometido que llega al nodo 17, se calculó el volumen de retención de la laguna en el caso de un suelo ya saturado antes de la recurrencia a verificar por normativa. Dado que en el proyecto de drenaje urbano está inscripto en el paso de una ruta provincial (caso de RPN°1), se diseñó el volumen de retención para una recurrencia de T100años; siendo computado el volumen correspondiente según lo indicado en la Tabla N°6.

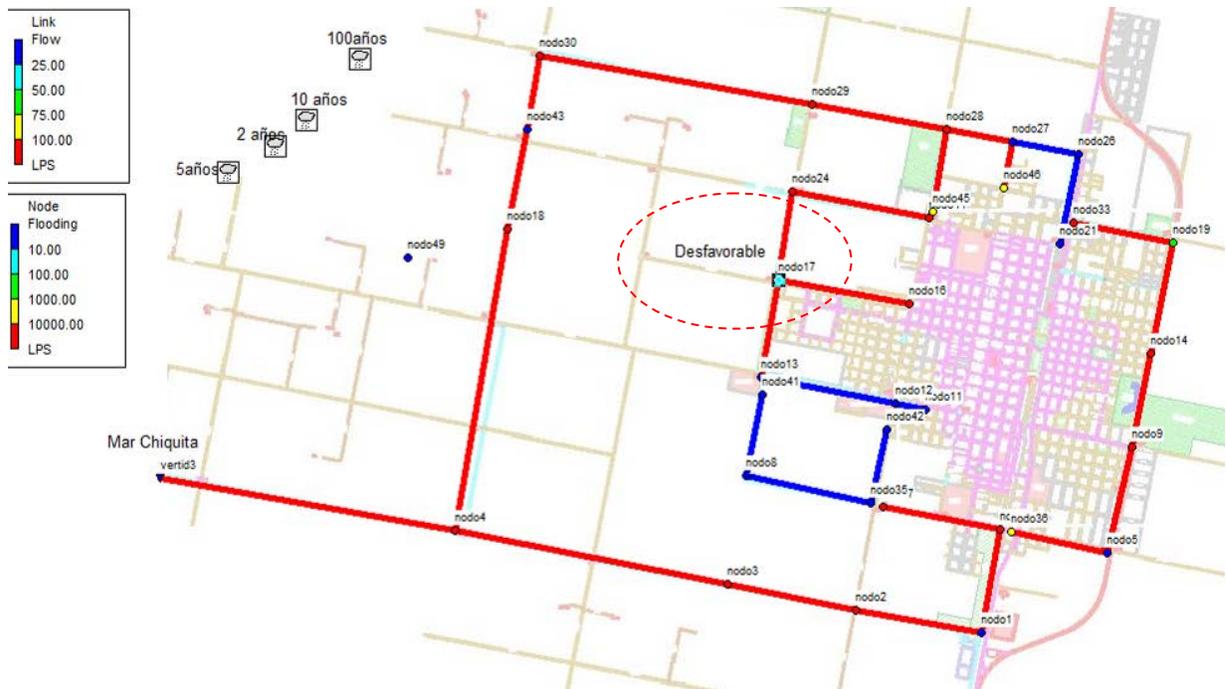


Figura N° 12 – Modelación (nudos y canales) ante ocurrencia de un evento de 100 años.

Finalmente la dimensión de cada una de las 4 lagunas de retención indicadas en la Figura N° 11 serán de **150m** de ancho por **150m** por una profundidad máxima de **1m**; siendo esto un gran limitante ante la presencia del acuífero freático según lo indicado en el estudio de suelos. El área a computar de cada laguna, es 22.500m^3 , 22.500 m^2 y el perímetro de 600m. El posicionamiento final de cada laguna deberá estar legalmente verificado y avalado por el ente municipal. La Figura N° 12 es un esquema indicativo y no restrictivo. Cada nueva extensión de canal que llega a cada una de las lagunas de retención desde los nodos existentes o canales existente, se verificó manteniendo las dimensiones de estos canales existentes según el relevamiento topográfico.

Tabla N° 6 – Valores de caudal en el nodo urbano más comprometido.

Recurrencia	Caudal* (m^3/s)	Volumen (m^3)
T2años	16,1	6597
T5años	18,5	7581
T10años	18,2	7450
T100años	28,1	11519**

Nota
 * A la salida del nodo 17.
 ** Se redondeó para el cálculo de la laguna retención a 14400m^3 con margen de seguridad.
 1LPS= $0,001\text{m}^3/\text{seg}$

La contención de cada laguna de retención ante desbordes internos será mediante la materialización de un terraplén compactado revestido en césped de sección transversal con una elevación máxima sobre el terreno natural de alturas máximas comprendidas entre 1 m y un ancho de base máximo de 5,8 m, ver Figura N°13; siendo verificada la estabilidad para la materialización del terraplén de cierre de cada reservorio propuesto. El suelo de préstamos del terraplén que conformará el cuerpo de cierre de la sección transversal de cada laguna, podrá obtenerse del desmonte de cada espacio de laguna a materializar hasta 1 metro de profundidad media y/o limpieza de canales existentes. Dado que se desconoce la topografía en la zona periurbana donde se localizan gran parte de las lagunas, no es posible cubicar el volumen de desmonte final.

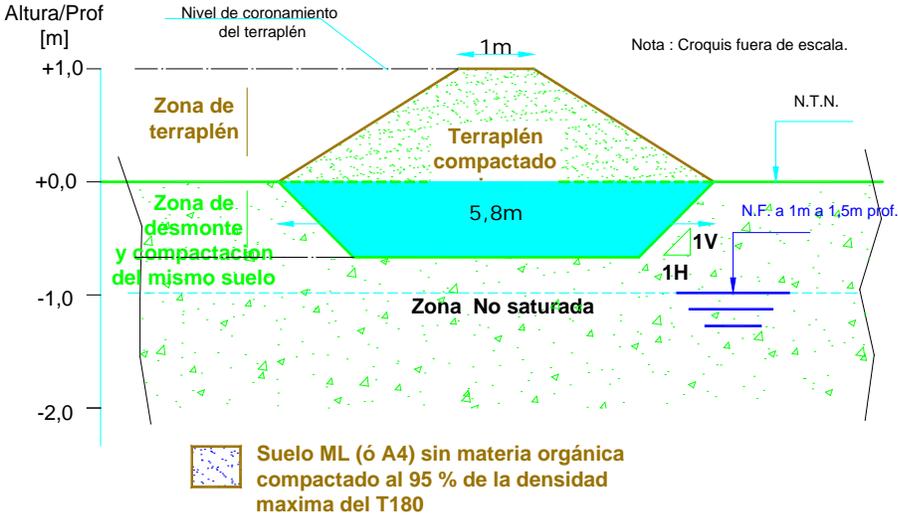


Figura N° 13 – Corte transversal del terraplén de cierre

<p>3 PLAN DIRECTOR DE DRENAJE URBANO</p>	<p>15</p>	<p>Elaboración de documento Informe Plan director con: diagnóstico del sistema de drenaje en su conjunto, identificando cuencas y obras necesarias, y determinando intervenciones prioritarias, estableciéndose un cronograma para la implantación de las medidas requeridas según el caso con estimación de inversiones. Llevar a cabo zonificación de áreas inundables y marco regulador para la gestión y optimización de los desagües pluviales.</p>
--	-----------	--

La presente actividad fue responsabilidad del Coordinador, el que actuó en base a algunos pronunciamientos especializados.

PLAN DIRECTOR DE DRENAJE URBANO

Manejo De los Excedentes Pluviales

Ciudad de Morteros

Índice

Ubicación – Acceso – Entornos
Entorno medioambiental
Régimen hidrológico y térmico
Geología y geomorfología
Objetivo genereal de su formulación
Propósito del Plan Director

Estudios Preliminares

- Descripción Sistema de Drenaje Actual /Problema a Resolver
- Necesidad del Estudio
- Antecedentes
- **Estudios efectuados**
 - i) Modelación
 - ii) Cuencas
 - iii) Identificación de Cuenca donde se trabajará
 - iv) Elaboración de mapas y planos de zonificación
 - v) Expansión Urbana

Plan Director

Formulación de medidas NO estructurales

Formulación de medidas Estructurales

Lagunas

Ubicación, accesos, entornos

Morteros es una ciudad y municipio del departamento San Justo, noreste de la provincia de Córdoba, Argentina, es la tercera en importancia del departamento, se ubica a casi 20 kilómetros de la costa oriental de la Laguna Mar Chiquita, y a escasos kilómetros de los límites de la provincia de Córdoba con las provincias de Santa Fe y Santiago del Estero. Las distancias de Morteros respecto a: Córdoba, por carretera aproximadamente 265 km. La distancia lineal de Morteros respecto a la ciudad de Santa Fe es de 155 km. Morteros está comprendida en la llamada microrregión de la Laguna de Mar Chiquita, en efecto: de la costa oriental de la Laguna de Mar Chiquita sólo la separan 17 km.

Aunque la actividad lechera y sus derivadas es aún la prevalente en la zona – Sancor y Lactear como empresas de primera línea y magnitud - existe una paulatina diversificación productiva. A lo largo del tiempo se fue acentuando la producción industrial sumándose la fabricación de maquinaria e implementos agrícolas. Otros rubros son la industria frigorífica (carnes) y la peletera. La actividad comercial y de servicios tiene también una gran importancia.

En cuanto a las producciones agrícolas actuales, si bien la zona se ha mantenido bastante libre de la "sojización" masiva del agro argentino ocurrida principalmente en la década de los 90s, los terrenos están sembrados principalmente de alfalfa como pastura del ganado, y existen cultivos de soya y de sorgo.

Cuenta con 22.060 habitantes (INDEC, 2010), lo que representa un incremento del 45,8% frente a los 15.129 habitantes (INDEC, 2001) del censo anterior (10 años).

Fig. 1. Ciudad de Morteros: Accesos e Interconexiones Vecinales



Entorno Medio-Ambiental: Régimen Hidrológico y Térmico

La referida microrregión es una zona de ecotono entre la región pampeana húmeda y la región chaqueña. Siendo las temperaturas medias veraniegas (enero) 26 °C y las temperaturas medias invernales (julio) de 12 °C, con una temperatura media anual de 19 °C. En este régimen la primera helada se produce hacia el 20 de mayo, y la última hacia el 5 de septiembre. El promedio de precipitaciones es de 998 mm/año, siendo las precipitaciones casi exclusivamente en forma de lluvias y en segundo lugar en forma de ocasionales granizos.

Unos 5 km al sudeste de la ciudad se ubican las nacientes del arroyo Cululú el cual es subafluente de la referida Cuenca del Plata a través de los ríos Salado (del Norte) y Paraná.

Fig. 2. Ciudad de Morteros en vista aérea



Fig. 3. Pluviometría



Fig. 2. Descarga Laguna de Mar Chiquita



Geología y Geomorfología

Morteros se ubica en la región central de Argentina, dentro de la provincia geológica denominada “Llanura Chaco-pampeana”, caracterizada por su relieve de baja pendiente topográfica. Los elementos geomorfológicos son escasos y poco visibles.

Esta gran llanura, que ocupa más de un millón de kilómetro cuadrados, fue cubierta por una continua capa loésica cuaternaria bajo la cual se encuentra una serie de cuencas de distintas edades y orígenes geológico, forma parte de un gran antepaís que recibió sedimentos desde el Mioceno, producto del levantamiento andino. Durante el Cuaternario, en el área de la Llanura Chaco-pampeana se conformaron una serie de bloques por la acción de grandes fracturas longitudinales, con sentido aproximado Norte-Sur (Castellanos 1959; Passotti 1975). La falla más oriental corresponde a la dirección seguida por el cauce de los ríos Paraguay y Paraná, mientras que hacia el oeste, y en la llanura pampeana, las fallas dieron lugar a la configuración de tres sectores denominados “Pampa Elevada”, “Hundida” o “de las Lagunas” y “Levantada”. La Pampa Elevada está separada de la Pampa Hundida por la falla de Hernando-Alejandro Roca, mientras que esta última está separada de la Pampa Levantada por la fractura Tostado-Selva-Melincué. En el sector noreste de la Pampa Hundida o de las Lagunas, la falla Tostado-Selva-Melincué formó la depresión Porongos- Mar Chiquita, la cual quedó contenida por el Borde de los Altos, determinando el desarrollo de la red de drenaje en una dirección Norte-Sur. Esta falla se habría producido durante el Pleistoceno medio.



Esta gran llanura, que ocupa más de un millón de kilómetros cuadrados, fue cubierta por una continua capa loésica cuaternaria bajo la cual se encuentra una serie de cuencas de distintas edades y orígenes geológico, forma parte de un gran antepaís que recibió sedimentos desde el Mioceno, producto del levantamiento andino. Durante el Cuaternario, en el área de la Llanura Chaco-pampeana se conformaron una serie de bloques por la acción de grandes fracturas longitudinales, con sentido aproximado Norte-Sur (Castellanos 1959; Passotti 1975). La falla más oriental corresponde a la dirección seguida por el cauce de los ríos Paraguay y Paraná, mientras que hacia el oeste, y en la llanura pampeana, las fallas dieron lugar a la configuración de tres sectores denominados “Pampa Elevada”, “Hundida” o “de las Lagunas” y “Levantada”. La Pampa Elevada está separada de la Pampa Hundida por la falla de Hernando-Alejandro Roca, mientras que esta última está separada de la Pampa Levantada por la fractura Tostado-Selva-Melincué. En el sector noreste de la Pampa Hundida o de las Lagunas, la falla Tostado-Selva-Melincué formó la depresión Porongos- Mar Chiquita, la cual quedó contenida por el Borde de los Altos, determinando el desarrollo de la red de drenaje en una dirección Norte-Sur. Esta falla se habría producido durante el Pleistoceno medio.

La Pampa Hundida constituye una región deprimida, caracterizada por un gran número de cuencas endorreicas o cerradas, y se encuentra limitada al oeste por el bloque elevado San Guillermo (Fig. 1) El levantamiento de este bloque se interpreta como producto de actividad neotectónica de la falla Tostado-Selva-Melincué (Pasotti, 1974; Mon y Gutiérrez, 2009; Brunetto et al., 2010), o bien, debido a una combinación de procesos tectónicos y dinámicos (Dávila et al., 2010).

Geológicamente, el subsuelo del área de estudio, está representado por un potente paquete sedimentario de distintos orígenes y edades solo puede observarse en las barrancas costeras de la laguna Mar Chiquita o en excavaciones artificiales.



Fig. 1- perfil transversal de la provincia de Córdoba a la altura del área de estudio

El clima en este sector de la llanura pampeana está controlado principalmente por la actividad del sistema de circulación atmosférica tipo Monzónico Sudamericano, con humedad procedente del Atlántico, es templado, subhúmedo - húmedo, la temperatura media anual oscila alrededor de 16°C, con temperaturas máximas de 35°C y mínimas de -8°C. Las precipitaciones máximas se dan durante el verano, siendo el trimestre más lluvioso enero, febrero y marzo, con 363,6 mm (40% del total anual) y las mínimas durante el invierno, correspondiendo el trimestre menos lluvioso a los meses de junio, julio y agosto.

Biogeografía – Flora y Fauna

La referida microrregión es una zona de ecotono entre la región pampeana húmeda y la región chaqueña.

A excepción de las áreas desmontadas y cultivadas que se presentan en la planicie fluvio-eólica y en los planos altos de Morteros-Ceres, en el departamento Río Seco predomina la vegetación natural bastante modificada en las zonas altas y casi sin cambios en la depresión del Río Dulce.

La llanura extraserrana oriental se presenta con fisonomía de bosque bajo o arbustal-bosque bajo cuando la explotación del monte ha sido más intensa. Predomina el quebracho blanco, acompañado por mistol, algarrobo, tala, y muchas especies de arbustos.

Desde el límite con la provincia de Santiago del Estero hasta Villa Candelaria se presenta una pequeña cuña boscosa que es la única área en Córdoba donde se

encuentra el quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis haenkeana*), declarada especie protegida de acuerdo a la Ley Forestal, con prohibición estricta de su aprovechamiento.

En el área de depresión del río Dulce pueden distinguirse varias fisonomías de vegetación, determinadas por la topografía, salinidad, tiempo de inundación etc., que son: arbustales de ambientes salinos (conocidos localmente como jumeales de saladillo), arbustales y cardonales de áreas no inundables, extensos pajonales de esparto y pastizales de aibe, etc.

Los pastizales de inundación tienen alta producción de forraje y soportan cargas animales muy intensas; el ganado aprovecha también los arbustos que crecen en suelos salinos, siempre que tengan disponible abundante agua de beber.

La diversidad y abundancia de la fauna nativa asociada a los ambientes acuáticos es destacable, al igual que la abundancia en peces. Estos recursos, a fin de ser preservados y estudiados para su integración a procesos productivos, de recreación o turismo, justifican la creación de un área de reserva natural, integrada al sistema de conservación de la Laguna Mar Chiquita, que ha sido propuesta para constituirse como parque y reserva nacional.

Objetivo general del estudio

El Objetivo General es ampliar la capacidad de descarga de la infraestructura existente en el marco de la planificación integral de los excedentes hídricos. También mejorar la calidad de vida de la ciudad, mitigando los efectos de esas aguas tales como anegamientos parciales y efectos erosivos, mediante la ejecución de Medidas Estructurales y Medidas No Estructurales, mejorando la transitabilidad, el ingreso y egreso al sector con el menor impacto ambiental posible y la protección de personas y bienes castigados y/o lesionados por las consecuencias de los meteoros, mediante la realización de un “**Plan Director de Drenaje Urbano y Proyecto Ejecutivo de los Desagües Pluviales**”.

Con el desarrollo de un **Plan Director** se busca contar con un diagnóstico y un plan de acción a mediano y largo plazo de acciones y obras de drenaje, además de un marco regulador que sirva como guía para nuevas urbanizaciones y que permita generar condiciones sustentables de crecimiento de la ciudad.

Propósito del estudio

La confección de un Plan Director de Drenaje Urbano (PDDU) para la ciudad es que permita controlar el impacto de la impermeabilización sobre el escurrimiento, disciplinando la ocupación urbana a través de una reglamentación del uso del suelo contemplando dentro de su constitución las medidas estructurales y no estructurales.

Para alcanzar soluciones eficientes y sustentables a los problemas ligados a las inundaciones urbanas es necesario actuar sobre las causas, abarcando todas las relaciones entre los diversos procesos involucrados.

Uno de los aspectos que caracteriza al problema es que aunque la causa primaria (impermeabilización del suelo) es el resultado de la acción de cada uno de los individuos que ocupa la cuenca hidrográfica, el problema siempre se transfiere políticamente a la esfera pública.

A medida que aumenta el tamaño de las ciudades se agravan las consecuencias de la falta de planificación y reglamentación. Después que el espacio es totalmente ocupado, las soluciones disponibles resultan extremadamente caras y más complejas técnicamente. El poder público pasa a invertir una parte significativa de su presupuesto para proteger algunos sectores de la ciudad que sufren debido a la no previsión en la ocupación del suelo. Estos fondos provienen, en última instancia, de toda la población del municipio, del estado provincial o nacional (en función de la importancia de la ciudad y de la gravedad de la situación), por lo que surge el interrogante sobre quién realmente debería pagar.

La respuesta técnica al problema es disciplinar la ocupación urbana a través de una densificación compatible con los riesgos de inundación. El objetivo es minimizar, y de ser posible impedir, el aumento sistemático del hidrograma de áreas urbanas. Para ello es necesario cuantificar el impacto de las diferentes condiciones de urbanización sobre el escurrimiento y establecer una reglamentación del uso del suelo.

El instrumento que debe contemplar dicha reglamentación es el Plan Director de Drenaje Urbano de la ciudad. La elaboración de este Plan debe objetivar la concordancia entre el sistema de drenaje urbano y los restantes sistemas que componen el ambiente urbano.

El Plan Director de Drenaje Urbano tiene por objetivo crear los mecanismos de gestión de la infraestructura urbana relacionada con el escurrimiento de las aguas pluviales y de los ríos – superficiales como subterráneos - en las áreas urbanas. Esta planificación tiene por objetivo evitar pérdidas económicas y mejorar las condiciones de salud y de medio ambiente de la ciudad.

El PDDU tiene como meta compatibilizar el desarrollo urbano y el de su infraestructura con las restricciones que imponen los distintos sectores de la ciudad en función del riesgo real o potencial. Además debe crear mecanismos para controlar la ocupación de áreas de riesgo de inundación a través de reglamentación.

En lo general el Plan Director de Drenaje Urbano establece líneas principales de acción y posibilita:

- estudiar toda la cuenca hidrográfica y, consecuentemente, llegar a soluciones de mayor alcance en el espacio y en el tiempo;
- establecer normas y criterios de proyecto uniformes para toda la cuenca;
- elaborar mapas o planos de zonificación de áreas inundables;
- identificar áreas a ser preservadas o adquiridas por el poder público antes que sean ocupadas y que sus precios las tornen prohibitivas;
- establecer un escalonamiento temporal en la implantación de las medidas necesarias de acuerdo a los roles previstos y a los recursos disponibles;
- posibilitar el desarrollo urbano de forma armónica por la articulación del Plan de Drenaje con otros existentes en la región (planes Vial, de Desarrollo Industrial, de Transporte Público, de Servicios Básicos, etc.);

El Estudio Preliminar

En lo particular y analizando el antecedente existente de un Proyecto Preliminar obrante en la Municipalidad de Morteros, y al que este equipo de trabajo ha tomado como base de referencia preliminar, según datos relevados del Departamento Ejecutivo – Secretaria de Obras y Servicios Públicos y viviendas,

Red de Canales externos a cielo abierto

- i) Red de canales externos a cielo abierto : readecuamiento de sus secciones transversales; ejecución de Lagunas de Retardo y extender la traza donde sea necesario
- ii) Obtener la máxima utilidad de los volúmenes de suelo a extraer para derivarlos a otras obras (alteos, elevación de calles, planes de vivienda)
- iii) Realizar alcantarillados nuevos con mejor escurrimiento sin interferir su flujo
- iv) Construcción e instalación de compuertas para controlar y regular ingresos de aguas rurales y construcción de 2 EB (estaciones de bombeo) para eventos extremos

Red de canales internos

- i) Redimensionamiento de canales internos y de bocas de tormenta, especialmente en zonas del Centro de Salud
- ii) Entubamiento y revestimiento de canales dentro del área urbana.

De acuerdo a visita realizada a Morteros se concluye que este anteproyecto debe ser revisado y analizado de acuerdo al nuevo relevamiento Topográfico y Geotécnico que se está realizando en el lugar, de igual manera para tener un panorama general se ocuparan las premisas transcritas en este documento

agregando o desestimando los tramos o puntos que interfieran con el análisis que se realizará de acuerdo a nuevas decisiones que se debieran tomar para no afectar el medio ambiente.

El anteproyecto que fue estudiado a principios del año 2016 basándose en sucesivos eventos climatológicos, como los ocurridos en los años 1973,1982 y febrero de 2016, su objetivo es ampliar la capacidad de descarga de la infraestructura existente.

Consta de tres etapas que comprenden: obras de limpieza, redimensionamiento y ejecución de nuevas alcantarillas de mayores dimensiones previa demolición y remoción de las existentes, con la construcción de lagunas de retardo, de red de canales externos que conducen los excedentes hídricos al Canal Morteros – Mar Chiquita (en lo que se refiere a limpieza); obras de captación consistentes en una red de sumideros y conductos secundarios los cuales permitirán conducir las aguas de la zona urbana hasta los conductos principales de cada cuenca y las obras de limpieza y redimensionamiento de los conductos principales , que luego de salir de la zona de urbanización continuarán a través de canales a cielo abierto que volcarán finalmente sus aguas al Canal Morteros – Mar Chiquita.

De los lineamientos que surgen del plan director se establecen las medidas estructurales para posibilitar la solución a la problemática de los desagües pluviales de la ciudad de Morteros o sea la ejecución de obras de almacenamiento (para regular los caudales) y conducción (para alejar las aguas).

En cada caso habrá que estudiar la posibilidad técnica de la ejecución del almacenamiento y las conducciones.

Puede ocurrir que en una cuenca no se disponga de espacios verdes suficientes o que por razones de pendiente se deba recurrir a soluciones complejas como el bombeo en tal caso se debe recurrir al uso exclusivo de conducciones, pero esto con el inconveniente del aumento en los costos de las obras.

Un exhaustivo estudio de alternativas llevará a la solución más apta para cada caso.

Cualquiera que sea la alternativa adoptada se debe permitir el uso de los conductos existentes lo que redundará en una mayor economía de obra.

Del estudio de alternativas surgirán las obras a realizar, en este punto es que se establecerá cuáles son las obras a corto, mediano y largo plazo o sea la elaboración de un plan de prioridades.

Descripción del Sistema de Drenaje Actual / Estado de Situación – Problemas a Resolver

En términos generales, se puede concluir que la localidad de Morteros carece de un adecuado sistema de desagües pluviales que satisfaga las necesidades planteadas por una ciudad de esta envergadura y de la característica tan particular dada por escasa o nulos desniveles y pendientes y napas muy altas. .

Y la pésima performance del sistema actual responde a dos causas básicas:

- El diseño y funcionamiento del entramado de captación y conducción de las aguas residuales de lluvia no responden a las condiciones y parámetros que deben tenerse en cuenta para un desempeño de este tipo: intensidades de lluvias; niveles, pendientes, altura de napa; captación y conducción de las aguas; resolución de descarga final
- Falta absoluta de mantenimiento: desde la maquinaria insuficiente hasta la intensidad de la tarea – justamente por la falta de maquinaria – que impone realizar un mantenimiento parcial, incompleto, ineficiente.

El sistema actual opera a partir de captar los excedentes hídricos a través de una red de canales que podríamos llamar primarios excavados en tierra – con cruces y encuentros entubados – como el canal Lafitte, el canal Brasil, Perón, Marconi, Soler, etc. y que descargan en los canales secundarios o principales como son el canal Maestro y el canal Isleta los que llevan las aguas a la laguna de Mar Chiquita con mucho de rebalse “a campo”.

A la propia captación de las cuencas urbanas se agregan los aportes de las cuencas suburbanas y rurales y su sentido de escurrimiento – ver Plano de Cuencas – que agravan las situaciones de colmatación en las zonas críticas de la ciudad. Este cuadro se muestra gráficamente muy claro en el plano de cuencas y sus escurrimientos.

La mecánica de defección del sistema es simple: los canales primarios en algún caso colmatados por falta de mantenimiento – y ya con impacto de rebalse y anegamiento sobre la ciudad – descargan en los canales principales – Maestro y Isleta – los que junto al tramo de conducción final no se encuentran mantenidos, de sección fuertemente reducida que provocan un tapón con refluo de las aguas que a su vez regresan a los canales internos de por si rebalsados, generando el cuadro que nos convoca al proyecto.

Por lo dicho – ver plano de curvas de nivel - poco aportan los niveles de terreno natural y los trazados viales urbanos no van a solucionar sino al menos atemperar este cuadro general, generando puntos de concentración hídrica en zonas determinadas de la ciudad; caso sector E, S.E y N.E de la ciudad. Las pendientes de los canales primarios y secundarios, indicadas en el plano respectivo miden de alguna manera el cuadro de desplazamiento de las aguas (velocidad, tiempo de evacuación, etc.). Esto debe impactarse desfavorablemente con la condición de mantenimiento-conservación de sección y pendiente en cada zona y en cada momento o estación.

Necesidad del Estudio Solicitado

Es necesario plantear el estudio del escurrimiento superficial de cada una de las cuencas urbanas que permitan verificar los excedentes hídricos sin que se sobrepase el límite de inundabilidad admisible. Ello lleva al redimensionamiento del sistema de entubamientos principales y secundarios con sus correspondientes bocas de tormenta, canales a cielo abierto, ejecución de nuevas alcantarillas de mayores dimensiones, etc. para captar y conducir los excedentes hídricos desde las zonas de conflicto hasta el canal Morteros – Mar Chiquita previo paso por las Lagunas de Retardo.

Antecedentes: actividades de estudio ejecutadas

Modelación Hidrológica

En el entorno del sector evaluado, la red regional de Diseño Hidrológico de la provincia propone como estación núcleo la ubicada en Ceres, provincia de Santa Fe. Debido a que dentro de los pluviométricos de la provincia, no se encuentra la localidad de Morteros, se recurrió a los mapas tendenciales de los estadísticos de los logaritmos de las series pluviométricas máximas anuales, para la obtención de la media y el desvío para tal locación, aplicándose el método de transposición del Modelo DIT para obtener la función idT.

La Tabla N°1 contiene los valores de la función idT para la localidad de Morteros (Latitud -30.71°S, Longitud -62.007°W) para duraciones hasta 1140 minutos (24hs) y recurrencias de 2, 5, 10 y 100 años. En las Figuras N°3 y 4 se representan dichos valores para duraciones de hasta 300 minutos (5 hs) en la primera y de 300 minutos a 1440 minutos en la segunda. En el Anexo IV se adjunta el informe completo adquirido en el INA Cirsá.

Tabla N° 1 – Función idT para período de recurrencia T 2, 5 10 y 100 años.

i-d-T. Intensidad de la lluvia (mm/h) en función de la duración y Recurrencia.				
Duración (minutos)	Recurrencia T (años)			
	2	5	10	100
5	179.04	235.48	272.34	383.96
10	137.99	181.49	209.90	295.92
15	115.28	151.62	175.35	247.21
20	100.30	131.92	152.57	215.10
25	89.47	117.67	136.09	191.87
30	81.17	106.75	123.46	174.06
35	74.54	98.04	113.39	159.86
40	69.11	90.89	105.12	148.20
45	64.54	84.89	98.17	138.41
50	60.64	79.76	92.24	130.04
55	57.26	75.31	87.10	122.79
60	54.29	71.41	82.58	116.43
90	41.96	55.18	63.82	89.98
120	34.61	45.52	52.64	74.21
180	26.03	34.24	39.60	55.82
240	21.07	27.72	32.05	45.19
300	17.79	23.40	27.07	38.16
360	15.45	20.32	23.50	33.12
420	13.67	17.98	20.80	29.32
480	12.28	16.15	18.68	26.34
540	11.16	14.68	16.97	23.93
600	10.23	13.46	15.56	21.94
660	9.45	12.43	14.37	20.26
720	8.78	11.55	13.36	18.83
780	8.21	10.79	12.48	17.60
840	7.70	10.13	11.72	16.52
900	7.26	9.55	11.04	15.57
960	6.86	9.03	10.44	14.72
1020	6.51	8.56	9.90	13.96
1080	6.19	8.14	9.42	13.28
1140	5.90	7.77	8.98	12.66
1200	5.64	7.42	8.58	12.10
1260	5.40	7.11	8.22	11.59
1320	5.18	6.82	7.88	11.11
1380	4.98	6.55	7.58	10.68
1440	4.79	6.30	7.29	10.28

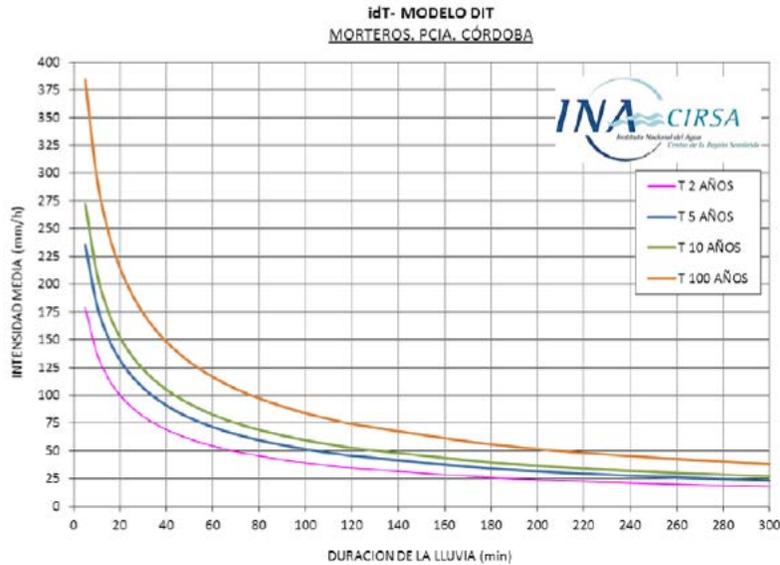


Figura N° 3 – Función idT para duraciones hasta 300 min para la localidad de Morteros (Cba).

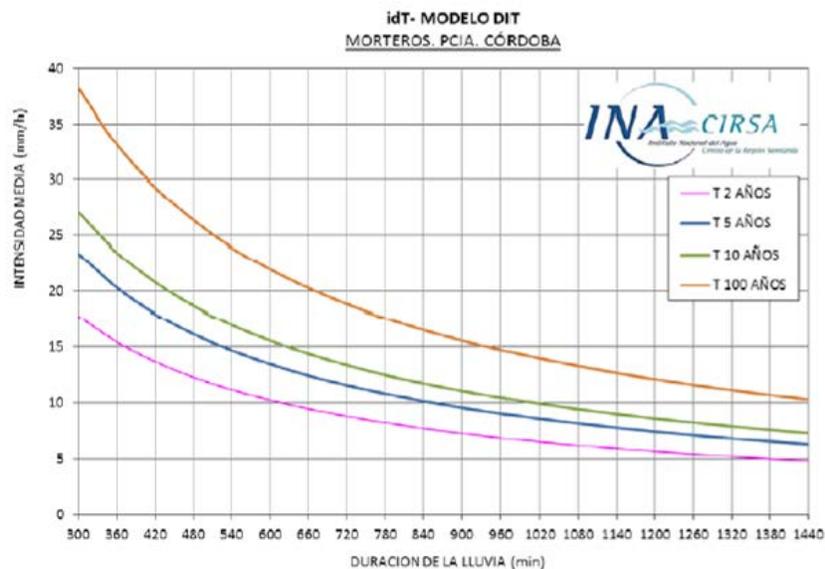


Figura N° 4 – Función idT para duraciones de 300 a 1440 min para la localidad de Morteros (Cba).

En base a las curvas IDT adquiridas en el INA y utilizando el método de bloques alternos (alternating block method, Chow et al. 1994), es posible ofrecer los hietogramas de diseño, ver Figura N° 5. Cabe aclarar que el método de intensidad instantánea es el más severo respecto del método de intensidad instantánea.

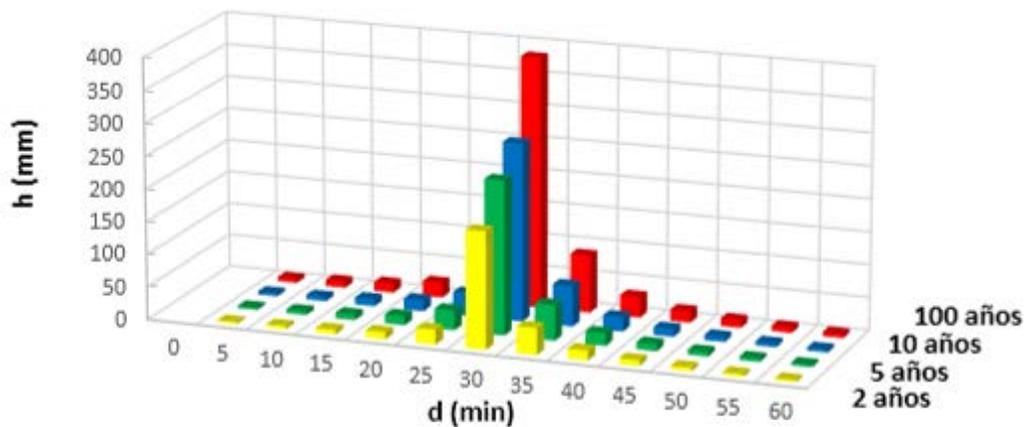


Figura N° 5 – Hietogramas de diseño para las recurrencias estudiadas.

Unidades de Análisis – Cuencas

Las lluvias de diseño resultantes son eventos pluviales idealizados para reflejar las exigencias de origen; siendo estas las solicitudes a verificar en los proyectos. Constituyen entradas que, al ser procesadas por modelos de transformación lluvia caudal, proveen hidrogramas de crecientes (o avenidas) a la salida del sistema hidrológico en estudio.

Ante la necesidad de datos de crecidas y de no tener datos topográficos antes de formarse la localidad en estudio, se ha desarrollado numerosos métodos basados en la utilización de hietogramas de diseño e hidrogramas unitarios sintéticos.

Estas técnicas hidrológicas emplean expresiones empíricas con validez regional que vinculan los parámetros que defina los hidrogramas unitarios sintéticos como el caudal pico, el tiempo al pico o el tiempo de retardo con las características morfológicas de las cuencas como son el área, la longitud del curso principal, el desnivel topográfico y la pendiente media, las que pueden ser cuantificadas a partir de cartas topográficas o con inspecciones in-situ en el lugar de emplazamiento de la obra.

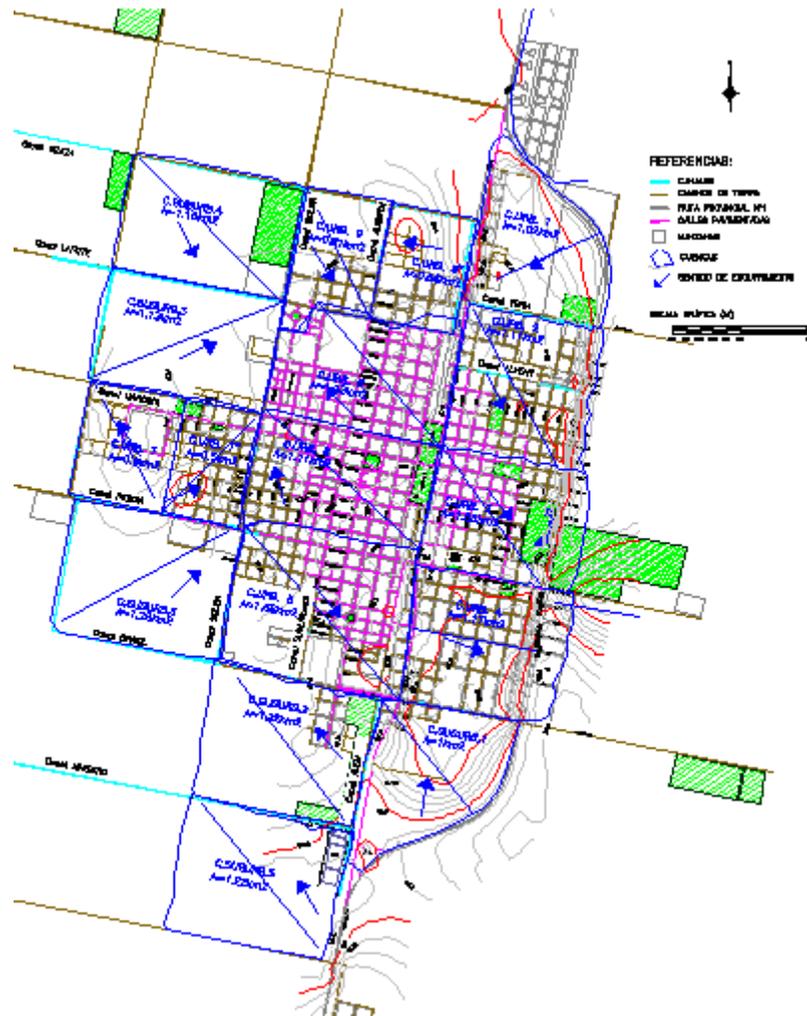


Figura N° 6 – Subdivisión de las principales cuencas urbanas como suburbanas.

El proceso de transformación lluvia-caudal, implicó subdividir a la actual localidad y zona de influencias de Morteros en 9 unidades hidrológicas urbanas como 6 suburbanas a considerar para su análisis, ver Figura N° 6. Cabe aclarar que en dicha figura sólo aparecen las principales cuencas suburbanas, luego en la modelación final se amplió el análisis. Finalmente se estudiaron varios métodos de obtención de los tiempos de concentración (tc) siendo algunos resultados los expresados en la Tabla N° 2 y 3.

Tabla N° 2 – Distintos métodos de obtención de tiempo de concentración de cuencas urbanas

Cuenca	Tc [min] MRG	Bransby Williams	Tc [min] Federal Aviation	Tc [min] SCS Lag	Tc [min] Dooge
C.URBANA 1	85,28	33,20	54,72	123,47	67,29
C.URBANA 2	217,53	37,72	113,75	381,28	90,56
C.URBANA 3	190,00	38,02	101,14	318,42	84,47
C.URBANA 4	119,75	30,69	74,26	196,88	81,35
C.URBANA 5	202,04	59,66	90,58	273,22	88,45
C.URBANA 6	301,12	39,20	149,22	579,07	100,06
C.URBANA 7	148,20	37,12	84,40	240,56	63,51
C.URBANA 8	234,23	39,44	119,36	411,14	92,13
C.URBANA 9	62,29	25,51	49,08	103,40	55,56

Tabla N° 3 – Distintos métodos de obtención de tiempo de concentración de cuencas suburbanas.

Cuenca	Tc [min] MRG	Bransby Williams	Tc [min] Federal Aviation	Tc [min] SCS Lag	Tc [min] Dooge
C.SUBURB.1	50,80	27,35	35,92	61,46	58,74
C.SUBURB.2	87,91	23,17	55,73	120,02	78,03
C.SUBURB.3	140,47	20,86	89,46	247,28	93,24
C.SUBURB.4	126,87	20,40	87,58	239,19	93,50
C.SUBURB.5	68,45	18,60	44,37	83,99	74,47
C.SUBURB.6	109,94	22,38	67,18	159,74	86,19

Luego se calculó la transformación P-Q utilizando los tc por el método de MRC utilizando la expresión (1). En la Tabla N° 4 y 5 se exponen algunos los valores de Q analizados con crecimiento urbano futuro para las recurrencias de 10 años, 25 años y 100 años.

$$tc = \frac{C \times (L)^m}{H^n} \quad (1)$$

siendo

$$m = 1,165 - 0,21 \left[\frac{(L^2)}{(L^2 + 7)} \right]$$

$$C = 54,8 + 3,67 \left[\frac{(L-1)}{(L+3,2)} \right]^2$$

L =longitud de desnivel máximo.

H =desnivel.

Tabla N° 4 – Algunos resultados del cálculo de Q a futuro para distintas recurrencias.

Cuenca	I10 [mm/h]	Q10 [m³/s]	I25 [mm/h]	Q25 [m³/s]	I100 [mm/h]	Q100 [m³/s]
C.URBANA 1	82,58	45,11	88,22	48,19	116,43	63,60
C.URBANA 2	82,58	49,09	88,22	52,44	116,43	69,21
C.URBANA 3	82,58	46,43	88,22	49,60	116,43	65,47
C.URBANA 4	82,58	51,74	88,22	55,27	116,43	72,95
C.URBANA 5	82,58	73,41	88,22	78,42	116,43	103,50
C.URBANA 6	82,58	49,09	88,22	52,44	116,43	69,21
C.URBANA 7	82,58	26,53	88,22	28,35	116,43	37,41
C.URBANA 8	82,58	49,97	88,22	53,38	116,43	70,45
C.URBANA 9	82,58	26,98	88,22	28,82	116,43	38,03

Tabla N° 5 – Algunos resultados del cálculo de Q a futuro para distintas recurrencias.

Cuenca	I10 [mm/h]	Q10 [m³/s]	I25 [mm/h]	Q25 [m³/s]	I100 [mm/h]	Q100 [m³/s]
C.SUBURB.1	82,58	28,43	88,22	30,37	116,43	40,08
C.SUBURB.2	82,58	34,68	88,22	37,05	116,43	48,90
C.SUBURB.3	82,58	32,12	88,22	34,32	116,43	45,29
C.SUBURB.4	82,58	32,69	88,22	34,93	116,43	46,09
C.SUBURB.5	82,58	34,68	88,22	37,05	116,43	48,90
C.SUBURB.6	82,58	36,39	88,22	38,87	116,43	51,30

Identificación de las Cuencas sobre las que se realizará el Proyecto.

La información disponible fue empleada para el montaje del programa computacional EPA-SWMM©. En la Figura N°7 se presenta el esquema de simulación empleado para representar la localidad de Morteros y su zona rural. El modelado con este programa se amplió la zona de influencias rurales hasta la Mar Chiquita que afectan al área urbana neta. En la simulación han sido consideradas

todas sus principales características, incluyendo áreas de canales, espacios verdes, zonas impermeabilizadas y calzadas.

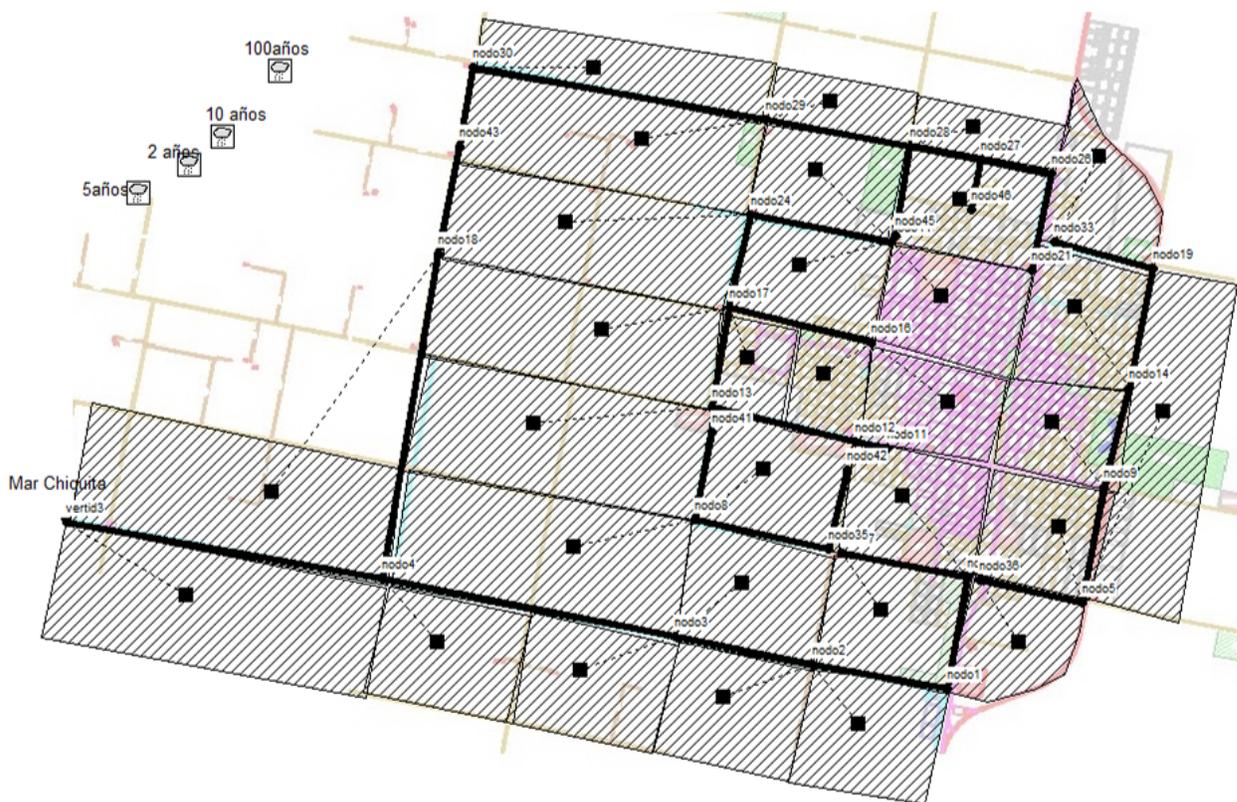


Figura N° 7 – Esquema modelado de cuencas urbanas y suburbanas hasta la Mar Chiquita.

Al momento de confeccionar el modelo fueron contempladas 31 unidades hidrológicas, las cuales presentan distintas condiciones de impermeabilización como de sus características hidráulicas.

Los eventos analizados fueron supuestos de 23 horas y con una duración de simulación de 12 horas para periodos de retornos de 2, 5, 10, y 100 años. Los tiempos de retorno adoptados cubren las recurrencias generalmente empleadas en el proyecto de los sistemas de micro drenaje (de 2 a 10 años) y alcanza hasta aquellas consideradas para verificación en sistema de macro drenaje (100 años).

En cuanto al método de simulación de transformación P-Q adicionalmente al reservorio no lineal propio del paquete computacional, se consideran las pérdidas por infiltración a partir de la ecuación empírica de SCS, considerando como datos de entrada el tipo de suelo caracterizado en el estudio de suelos de la consultora geotécnica ARRT, a saber:

“Se trata de suelos arcillosos de origen eólico.”

En cuanto al tránsito por conducciones, la propagación tipo caudal-caudal (Q-Q), con base el método de Onda Dinámica, el cual resuelve en forma completa la ecuación unidimensional de Saint-Venant, pudiendo representar procesos de flujo a presión en conductos abiertos como cerrados, así como eventuales inundaciones en los nodos. Por ende es posible obtener un mapa de zonificaciones de riesgo hídrico en canales existentes.

A la luz de los resultados de las modelaciones realizadas fue posible analizar el comportamiento del sistema de drenaje construido de canales existentes según se observa en la Figura N° 8. Allí se observan que en color rojo se diferencian los canales que no verifican la amortiguación del caudal pico desde la recurrencia de 2 años hasta la 100 años respecto a los canales en color azul que si verifican o que no presentarían un gran impacto negativo como inconvenientes a la hora de escurrir. Cabe aclarar que estos últimos canales identificados en color azul responden a áreas suburbanas o con baja % de impermeabilización hasta el momento del presente informe de avance (o sea 2017).

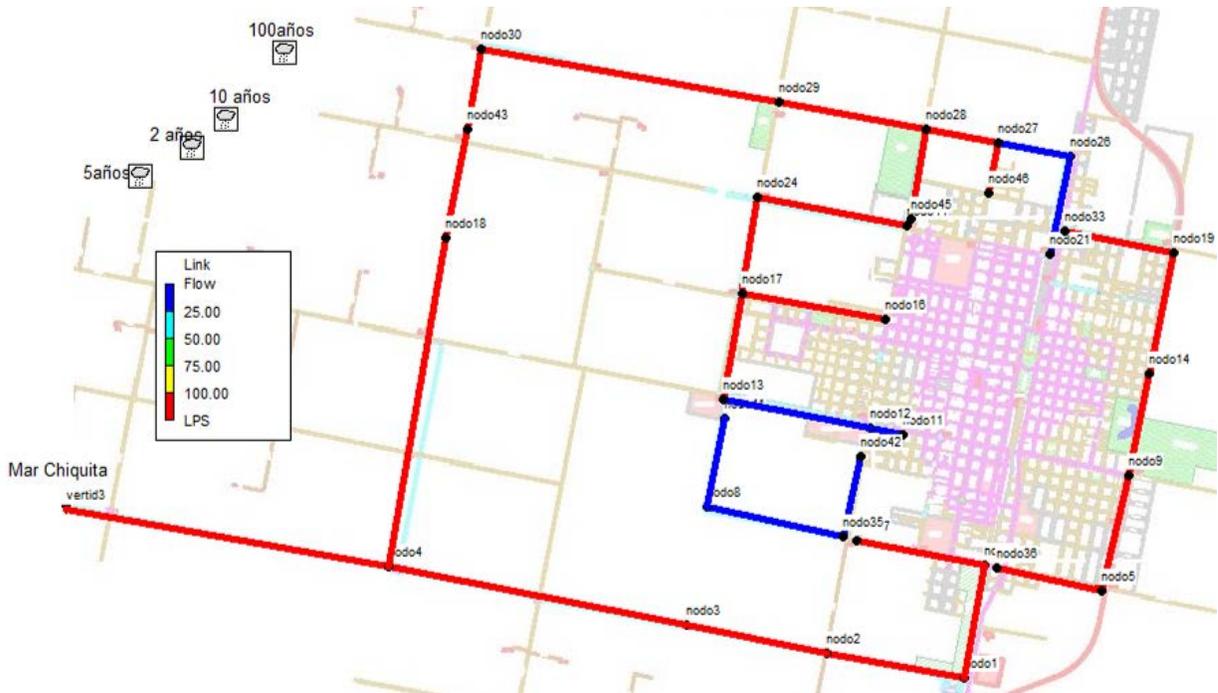


Figura N° 8 – Mapa de zonificaciones de riesgo hídrico en canales para T2 años a T100 años.

En cuanto a la elaboración de mapas y planos de zonificación de las áreas inundables, la normativa afin, previendo la expansión de la mancha urbana.

Finalmente a partir de los resultados de la modelación de canales utilizando los datos geométricos del relevamiento topográfico y en base al relevamiento de zonas inundables in-situ se obtiene un mapa de zonas no inundables respecto de zonas inundables, ver Figura N° 9.

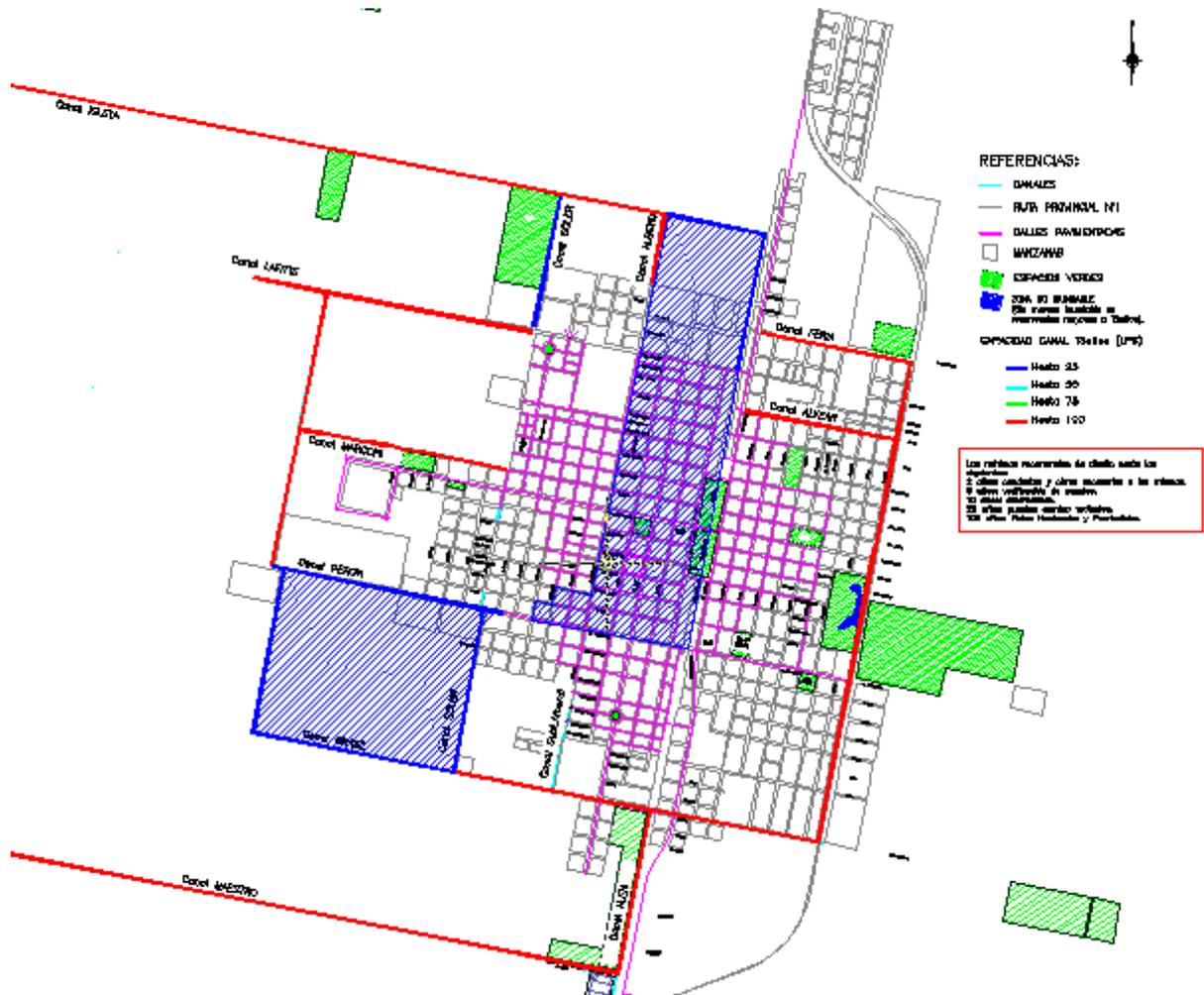


Figura N° 9 – Mapa de zonificaciones no inundable vs. Inundables.

Plan Director para la ciudad de Morteros

Del estudio de los antecedentes del sistema; de los relevamientos hechos in situ mediante recorridas de las trazas y puntos de descarga, de las observaciones efectuadas durante situaciones climáticas críticas de precipitaciones y anegamientos se efectuó un diagnóstico de la situación actual del sistema en funcionamiento.

Sobre el mismo se estructuró un programa de trabajo con estudios de base llevados a cabo, del análisis de alternativas, de las soluciones alternativas propuestas y de los análisis comparativos se obtuvieron conclusiones que hoy sustentan estas recomendaciones en forma de Plan Director para la ciudad de Morteros.

El Plan Director debe efectuar propuestas para el corto, mediano y largo plazo; en cada uno de estos plazos deben proponerse objetivos “estructurales” como “no estructurales”. Las propuestas de corto y mediano plazo deben priorizar a dar solución a los problemas que hoy afectan a la ciudad, a la población y a los patrimonios públicos y privados. Las propuestas de mediano y largo plazo se estructuran apuntando a la ciudad en crecimiento y deseable para el futuro, induciendo racionalidad en consonancia con los restantes factores que movilizan el desarrollo urbano. El grado de éxito que se logre progresivamente de las recomendaciones sobre acciones “no estructurales” gravitará decisivamente en la magnitud de las “estructurales” (obras) ya que permitirá definir más ajustadamente su envergadura, dado que las mismas están determinadas por caudales y/o volúmenes a conducir o administrar, definitivas del costo

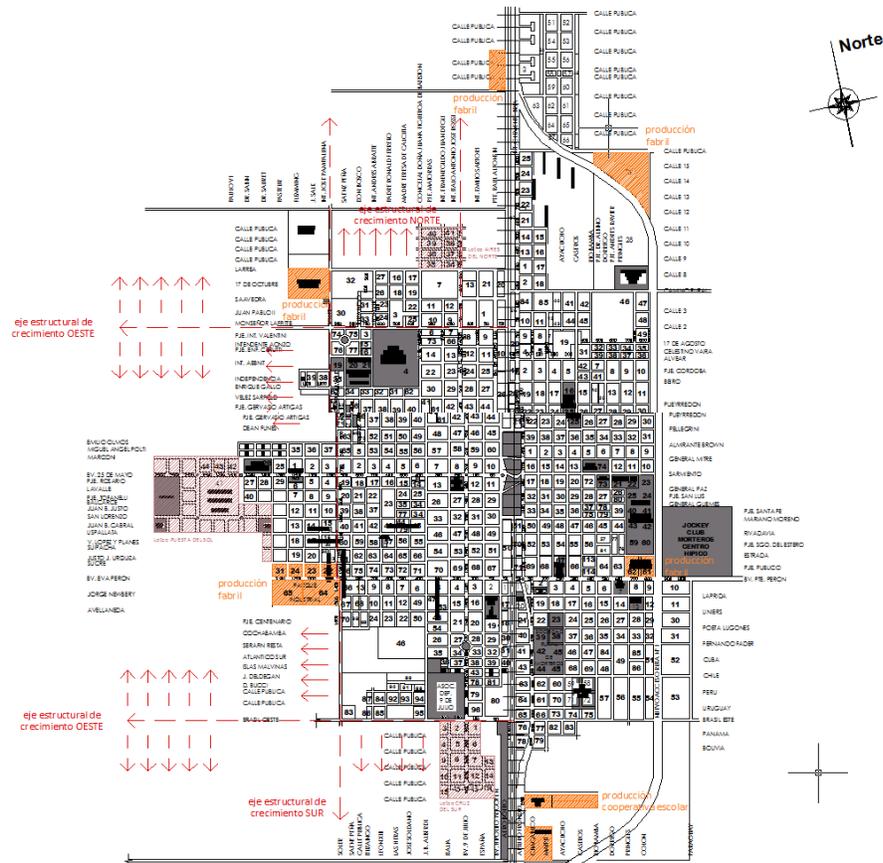
En línea con lo anterior lo aquí recomendado es el resultado de una valoración y ponderación de los problemas temáticos que tiene la ciudad en función de sus impactos y perentoriedad en la necesidad de soluciones.

Es imprescindible introducirse en las acciones recomendadas a partir de reconocer que las acciones “no estructurales” que no implican costo, tienen en el ciudadano un protagonista principal. Esto es a través de sus actitudes y conductas respecto a su posición frente al tratamiento pluvial, que traduce su respeto a su semejante, a lo que no le pertenece y al patrimonio público, comportamientos que van de la mano y son sinérgicos con un “sistema de manejo de aguas superficiales” que tenga su principio en “no generar por mano del hombre problemas adicionales a los que la naturaleza y la problemática ciudadana ya tiene per se.

Según diagnóstico realizado el 19 de agosto de 2016, Mortero no posee un Plan Estratégico Urbano, pero si un código de Edificación con aprobación en el año 1995.

Dentro de las normativas de crecimiento urbano que se debe tener en cuenta una vez marcadas las zonas inundables y no inundables, del Municipio se obtuvo este plano que vemos a continuación, debido a que el Municipio está trabajando en un Nuevo Plan Estratégico de Crecimiento que va tener en cuenta las nuevas obras urbanas a realizarse.

Fig 10 - Mapa de Crecimiento Urbano Estimado



El proyecto nuevo

La caótica situación puede tener diversas soluciones. Este equipo enfocó desde la siguiente óptica

- Abstraerse del sistema de canales y su estado de “no mantenimiento” llevaría a la ciudad a adoptar un proyecto mayoritariamente mecanizado – por bombeos – solución tan característica de estas “ciudades planas” independizando a la ciudad y el Municipio de toda obligación de rutinas de mantenimiento.
- La solución de bombeo es de alto costo, de alta demanda de energía, expuesta a contingencias mientras que la solución de mantenimiento dispone de ciertas bondades haciéndola accesible : armar una rutina de mantenimiento que es básica en sus reglas elementales; ejecutarla rígidamente con personal propio; las contingencias pueden ser fácilmente salvadas con personal “del lugar” disponible tipo “bomberos voluntarios”. Quizás el mayor desafío lo plantee el equipamiento posible respecto al óptimo pero una “rutina, obligada y convocante” podrá efficientizar los equipos disponibles.
- Por lo tanto las propuestas, tanto la opción adoptada como la alternativa considerada y desechada, enfocan a uno de los criterios hidráulicos académicamente válidos al respecto, como es alejar rápidamente las aguas de la ciudad y una vez allí regularlas con microembalses. Se trata de un proyecto que trabaja sobre la profundización de los cauces de canales (primarios, secundarios y conducción final), su mantenimiento y su descarga a Lagunas de Retención, garantizando con ello el funcionamiento natural de las secciones, su conservación, el alejamiento de los caudales y su manejo fuera de la ciudad.
- **La consideración final a este esquema y decisivo en su valoración ambiental, operativa y económica, es que a las lagunas de retención sólo va una parte de los excedentes hídricos recibidos mientras que el resto continúa por la conducción final a la Laguna de Mar Chiquita. Aquí y para esta solución ha sido mandatorio el condicionamiento ambiental transmitido por el ambientalista del equipo y el plexo normativo y “sustraer una parte de los caudales que van a Mar Chiquita” : el sistema de Mar Chiquita es un sistema de área protegida; y que, salvo algunas agresiones naturales propias del transcurrir del tiempo, opera en estas condiciones hace 100 años; atento a ello proponer volcar a ese sistema los caudales totales de arrastre provenientes del casco urbano de Morteros, de las cuencas suburbanas y rurales que colectan aguas de orígenes distantes y que, encima, transitan kilómetros y kilómetros con un arrastre que al menos plantea la posibilidad agresiva para ese sistema, no estaría en línea con la normativa vigente.**

- Como síntesis final – ver plano zonificación lagunas – se observa que hay caudales de las cuencas del Este que van a las 4 lagunas – en las modelaciones y memorias de cálculo figuran los caudales que van hacia cada destino – mientras que otros siguen su curso hacia Mar Chiquita normando en el proyecto las secciones a mantener para el funcionamiento correcto del sistema.
- Ampliación del sistema ante el crecimiento urbano. Según el modelo de cálculo teniendo en cuenta recurrencias de 20 años, y el crecimiento urbano se utilizó un proceso de transformación lluvia-caudal, implico subdividir a la actual localidad y zona de influencias de Morteros en 9 unidades hidrológicas urbanas como 6 suburbanas a considerar para su análisis, ver esquema a continuación Figura 1ª y 1b. Cabe aclarar que en dicha figura solo aparecen las principales cuencas suburbanas, luego en la modelación final se amplió el análisis. Finalmente se estudiaron varios métodos de obtención de los tiempos de concentración (tc) siendo algunos resultados los expresados en la Tabla N° 1 y 2.

Formulación de Medidas no estructurales.

Teniendo en cuenta la realidad local, el Informe de Avance N°1, la concepción de aspectos críticos del proyecto en cada una de las cuencas seleccionadas como prioritarias, el estimado desarrollo de la ciudad y sus ejes y el Plan Director, se proponen las siguientes medidas no estructurales:

- j. evitar construcción de cualquier obra pública en las áreas de riesgo como escuelas, hospitales y edificios en general. Las existentes deben poseer un plan de remoción a ser ejecutado a lo largo del tiempo. En la documentación del proyecto se identifican claramente las zonas de riesgo debiendo el Municipio incorporar a su plexo normativo este tipo de limitaciones.
- k. planificar la ciudad para gradualmente desplazar su eje principal para los lugares de bajo riesgo; esta previsión debe tomarse cuanto antes a partir de la existencia de este estudio dado que la dinámica de expansión urbana es muy dinámica y dado que Morteros tiene un plano indicativo de desarrollo urbano con sus ejes de crecimiento, puede incorporar a sus normas estas limitantes.
- l. las entidades financieras deberían evitar financiar obras en áreas de riesgo – y el municipio desalentarlas - y, como complemento, por un lado evitar incentivar este tipo de obras y sus localizaciones comprometidas y por otro incentivar la construcción en zonas de desarrollo caracterizadas como no inundables mediante herramientas como las que siguen

- m. utilizar mecanismos económicos para el proceso de incentivo y control de las áreas de riesgo: (1) retirar el impuesto a los propietarios que mantengan sin construcción las áreas de riesgo; (2) intentar crear un mercado para las áreas de riesgo de tal manera que las mismas se vuelvan públicas con el pasar del tiempo;
- n. prever la inmediata ocupación de las áreas públicas de riesgo cuando éstas sean desocupadas con algún plan que demarque la presencia del municipio o del Estado imponiendo esas limitaciones y no permitiendo el desarrollo de nuevas construcciones.
- o. programas periódicos de limpieza, mantenimiento y control de obras de captación y conducción de excedentes pluviales (sumideros, calzadas, conductos, canales). Pero éste debe estar normalizado e instituido buscando la rigurosidad y continuidad, no pueden ser acciones esporádicas, sino que un Plan de Limpieza y de Mantenimiento con sus rutinas y programas de acción debe formar parte del área responsable: servicios públicos, infraestructura y reportar periódicamente a una instancia superior que inspeccione los trabajos. Y materializar un Plan de Equipamiento a sus efectos si fuese necesario. Entre las acciones :
- Todos los canales existentes necesitan limpieza de fondo y rectificación de taludes
 - Las secciones transversales de flujo mínima en canales, no debe ser menor a 2m² o sea equivale a un ancho de canal de 2m (o más) y una altura de umbral de 1m
 - Generar un programa de saneamiento de canales con controles semanales de parte de personal municipal.
 - Limpieza de alcantarillas, nudos canales, canales cerrados, etc.
 - Nivelar luego de limpiar los canales respetando las pendientes del Plano 10.
- p. Implementación de políticas de planeamiento urbano con énfasis:
- En cambios de uso de suelo
 - Patrones de asentamiento
 - Cambio de pendientes en las calles o trazado de nuevas
 - Trasvaso de cuencas
 - Demarcación de zonas propensas a sufrir anegamientos y/o inundaciones
 - Regulación de escorrentías generadas por nuevos asentamientos y grandes construcciones
- q. Respetar sistema de drenaje actual
- r. Dar autorizaciones a nuevos planes de urbanización en cuencas que no estén comprometidas en cuanto a su capacidad de captar y evacuar los mayores caudales generados. A menos que se tenga previsto nuevas medidas estructurales a implementar.

A partir de analizar el nudo más desfavorable periurbano en la modelación del EPA SWMN 5.1, se determinó el caudal de salida del mismo para las distintas recurrencias (T2, T5, T10 y T100 años). Dicho punto corresponde al nudo 17 de la Figura N° 12 y los valores de caudal se exponen en la Tabla N° 6. A partir de conocer la velocidad del conducto más comprometido que llega al nudo 17, se calculó el volumen de retención de la laguna en el caso de un suelo ya saturado antes de la recurrencia a verificar por normativa. Dado que en el proyecto de drenaje urbano está inscripto en el paso de una ruta provincial (caso de RPN°1), se diseñó el volumen de retención para una recurrencia de T100años; siendo computado el volumen correspondiente según lo indicado en la Tabla N°6.

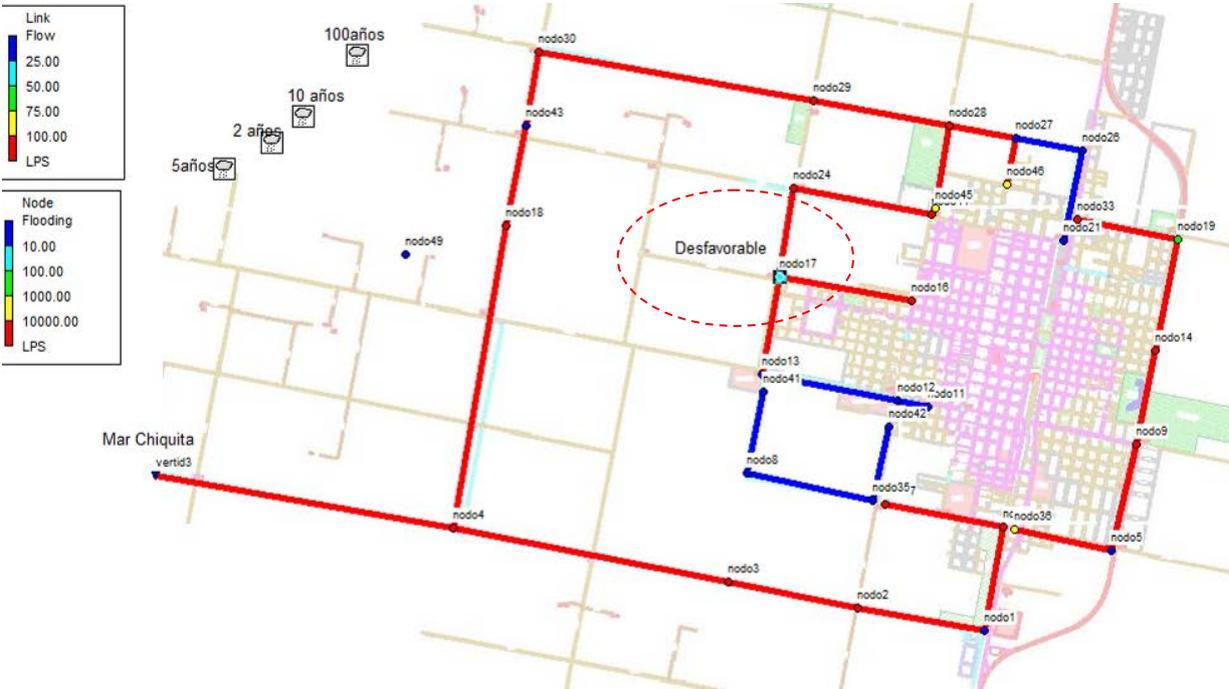


Figura N° 12 – Modelación (nudos y canales) ante ocurrencia de un evento de 100 años.

Finalmente la dimensión de cada una de las 4 lagunas de retención indicadas en la Figura N° 11 serán de **150m** de ancho por **150m** por una profundidad máxima de **1m**; siendo esto un gran limitante ante la presencia del acuífero freático según lo indicado en el estudio de suelos. El área a computar de cada laguna, es 22.500m^3 , 22.500 m^2 y el perímetro de 600m. El posicionamiento final de cada laguna deberá estar legalmente verificado y avalado por el ente municipal. La Figura N° 12 es un esquema indicativo y no restrictivo. Cada nueva extensión de canal que llega a cada una de las lagunas de retención desde los nudos existentes o canales existente, se verificó manteniendo las dimensiones de estos canales existentes según el relevamiento topográfico.

Tabla N° 6 – Valores de caudal en el nodo urbano más comprometido

Recurrencia	Caudal* (m ³ /s)	Volumen (m ³)
T2años	16,1	6597
T5años	18,5	7581
T10años	18,2	7450
T100años	28,1	11519**

Nota
 * A la salida del nodo 17.
 ** Se redondeó para el cálculo de la laguna retención a 14400m³ con margen de seguridad.
 1LPS=0,001m³/seg

La contención de cada laguna de retención ante desbordes internos será mediante la materialización de un terraplén compactado revestido en césped de sección transversal con una elevación máxima sobre el terreno natural de alturas máximas comprendidas entre 1 m y un ancho de base máximo de 5,8 m, ver Figura N°13; siendo verificada la estabilidad para la materialización del terraplén de cierre de cada reservorio propuesto. El suelo de préstamos del terraplén que conformará el cuerpo de cierre de la sección transversal de cada laguna, podrá obtenerse del desmonte de cada espacio de laguna a materializar hasta 1 metro de profundidad media y/o limpieza de canales existentes. Dado que se desconoce la topografía en la zona periurbana donde se localizan gran parte de las lagunas, no es posible cubicar el volumen de desmonte final.

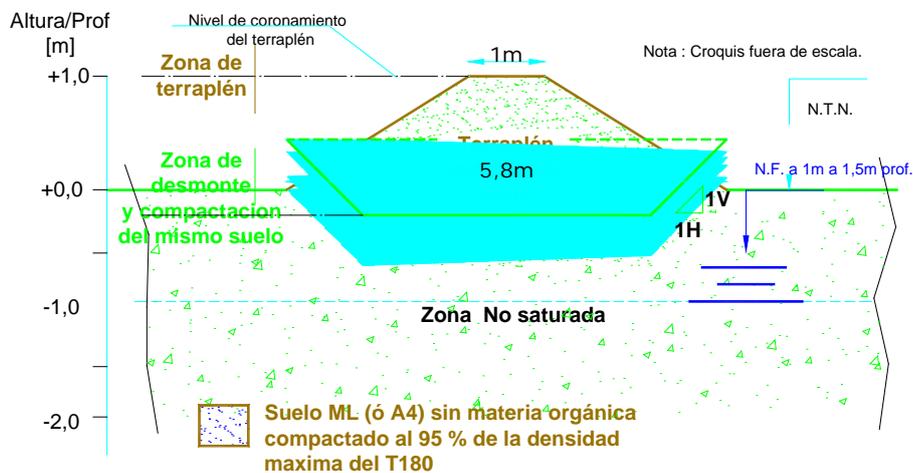


Figura N° 13 – Corte transversal del terraplén de cierre

4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	16	Factibilidad técnica y económica de al menos dos alternativas para el proyecto ejecutivo a realizar. Presentar memorias de cálculo, descriptivas y planos generales de cada alternativa. Computo Métrico para cada Alternativa Analizada. Presupuesto global para cada Alternativa considerando los Ítem más Relevantes (metros lineales de tuberías, volumen del movimiento de suelos, obras civiles, equipamiento electromecánico, etc.).
---------------------------------	----	--

Esta actividad recayó en el Consultor 2, pero apoyado con la intervención de todo el equipo dado su carácter multidisciplinario.

Alternativas

De las actividades realizadas enfocando a investigar y diagnosticar el funcionamiento del sistema de desagües pluviales de la ciudad de Morteros que permita elaborar y proyectar el mejor funcionamiento futuro del mismo resultan las siguientes opciones

- Ampliación de la red de canales y conducción final
- Lagunas de retención

Alternativa de ampliación de la red de canales y conducción final

- La construcción de nuevos canales que lleguen hasta descargar en la laguna de Mar Chiquita para aliviar el nivel de descarga hídrico que hoy sufren los existentes es una solución desde el punto de vista técnico -económico inviable ya que el alto nivel de la freática – a 60 cm de profundidad en casi toda la zona- demanda obras civiles de gran envergadura con sistemas constructivos que primero deben tutelar el mantenimiento de las condiciones de construcción a lo largo de toda la obra (well point; entibado de paredes, rellenos y distribución de suelos para asegurar la transitabilidad y estabilidad de suelo para posibilitar los movimientos en zona de obra y durante todo el plazo de obra. Esto es un despliegue de equipos, medios y de personal especializado que no está en escala a la magnitud final de la obra (20 km de canales de 2x1 m) con un costo estimado de 3,5 veces el m³ de excavación respecto a la obra estándar.
- La combinación con bombeo directo de los volúmenes transportados por las colectoras pluviales generando la energía que la naturaleza no provee, es una solución costosa y a medias de la problemática ya que el éxito de dicha solución depende del funcionamiento y mantenimiento del sistema de bombeo. Idénticamente a la anterior,
- Hidráulicamente, los trabajos que adjuntamos a continuación sobre canales erosionables vs canales no erosionables la alternativa de prolongación de canales excavados hasta Mar Chiquita sufriría deterioros en su comportamiento por el solo hecho de sus condiciones de diseño y de comportamiento : suelos no

firmes, poco estables, muy poca pendiente, canales nuevos, recién excavados que llevan a velocidades bajas; erosión, sedimentación, disminución de tirante y de la sección; posibilidades que esa velocidad baja – a calcular – pueda alimentar el desarrollo y crecimiento de plantas dentro de la sección del canal con consecuencias sobre su flujo. Altas posibilidades de reflujos con retroceso y amenaza de inundación aguas abajo.

- Si bien es una alternativa a considerar como opción funcional, toda vez que implica tareas sencillas de retoques de sección de canales (ensanchar o profundizar), extensión de canales en su longitud y el consecuente mantenimiento, es una opción que, de salida, presenta algunos impactos negativos sobre los indicadores calificadores de la viabilidad o no de las alternativas expuestas

Para terminar este breve introito, frente a esta alternativa, desestimada en principio, cabe una opción de canal revestido, inviable desde el punto de vista económico de la inversión: 20 km de canales revestidos.

Alternativa de sistema de Lagunas de Retención

La opción de lagunas de retención aporta la posibilidad de poder combinar diferentes soluciones para poder lograr su correcta utilización integrándolas al medio ambiente urbano y rural.

El objetivo de una laguna de retención es minimizar el impacto de la capacidad de almacenamiento natural de la unidad hidrológica que controlan. Los mismos pueden ser dimensionados para mantener una lámina permanente de agua (retención) ante la presencia de suelos saturados por proximidad del acuífero freático, o permanecer secos (detención) en los períodos entre lluvias con el objeto de ser utilizados con otras finalidades por ejemplo agropecuarios.

Puntualmente se analizaron como opción técnica los reservorios de retención sin desborde o salida, ya que conservara el agua escurrida hasta que la misma infiltre y recircule por el acuífero freático, ver detalles del escurrimiento regional en el Primer Informe de avance y mapa de curvas de nivel del acuífero freático (ver Figura N° 2). No se descartan ascensos del acuífero freático en otros puntos según la dirección de escurrimiento subsuperficial ya que como bien se mencionó en el Primer informe de avance es de esperarse un acuífero libre en la llanura tendida y áreas mal drenadas en el orden de 0,07 % de pendiente (o sea muy bajo).

Los espacios propuestos para localizar las lagunas de retención, son los indicados en la Figura N° 11. Aminorando el impacto de las principales cuencas urbanas de la Figura N° 6 y evitando aumentar la capacidad de evacuación de los canales de borde (caso del canal Isleta y Av. Falucho) que protegen a la localidad de Morteros del ingreso del escurrimiento superficial regional en dirección SUR-ESTE. Esto es

muy importante destacar ante la eventual propuesta de aportar volúmenes de agua desde “nuevos canales” respecto de los canales existentes.

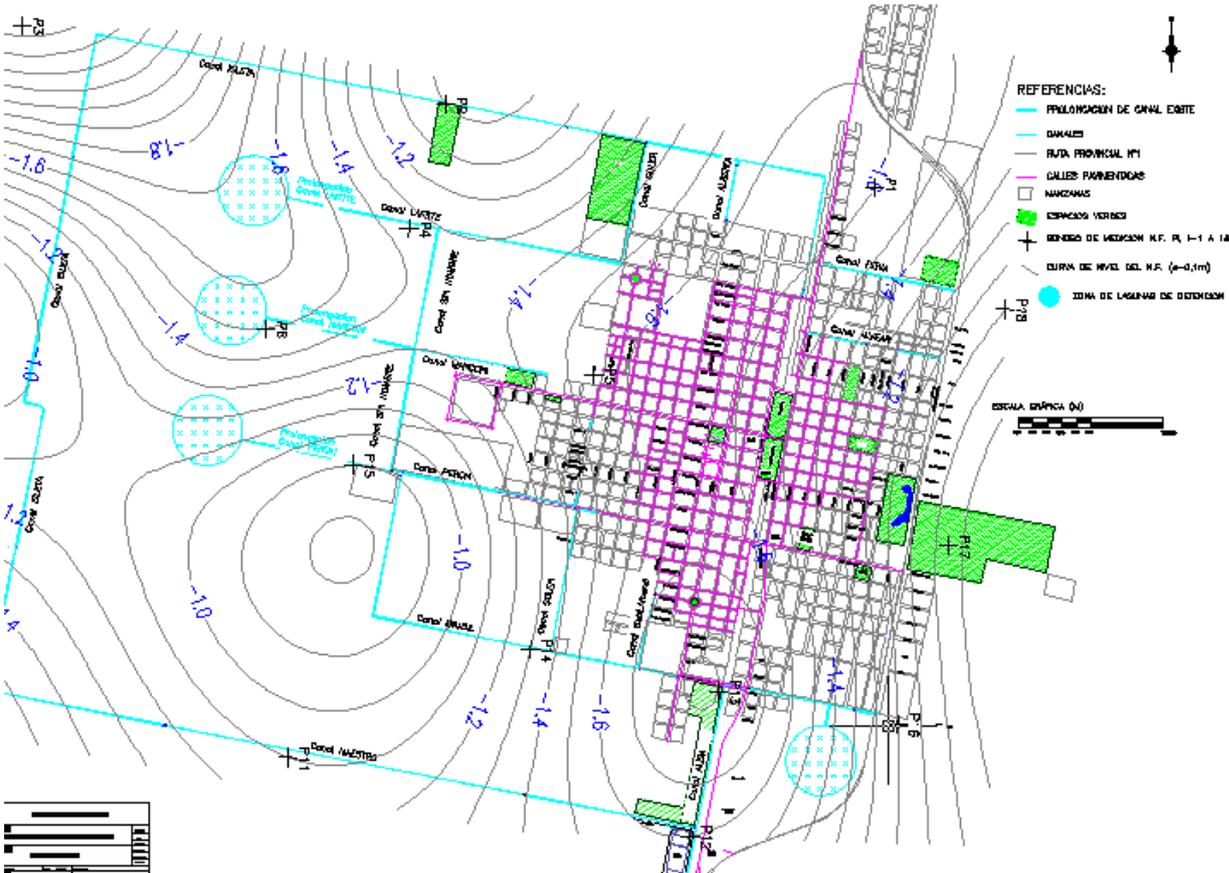


Figura N° 11 –Alternativa de ubicación de lagunas de retención.

A partir de analizar el nudo más desfavorable periurbano en la modelación del EPA SWMN 5.1, se determinó el caudal de salida del mismo para las distintas recurrencias (T2, T5, T10 y T100 años). Dicho punto corresponde al nodo 17 de la Figura N° 12 y los valores de caudal se exponen en la Tabla N° 6. A partir de conocer la velocidad del conducto más comprometido que llega al nodo 17, se calculó el volumen de retención de la laguna en el caso de un suelo ya saturado antes de la recurrencia a verificar por normativa. Dado que en el proyecto de drenaje urbano está inscripto en el paso de una ruta provincial (caso de RPN°1), se diseñó el volumen de retención para una recurrencia de T100años; siendo computado el volumen correspondiente según lo indicado en la Tabla N°6.

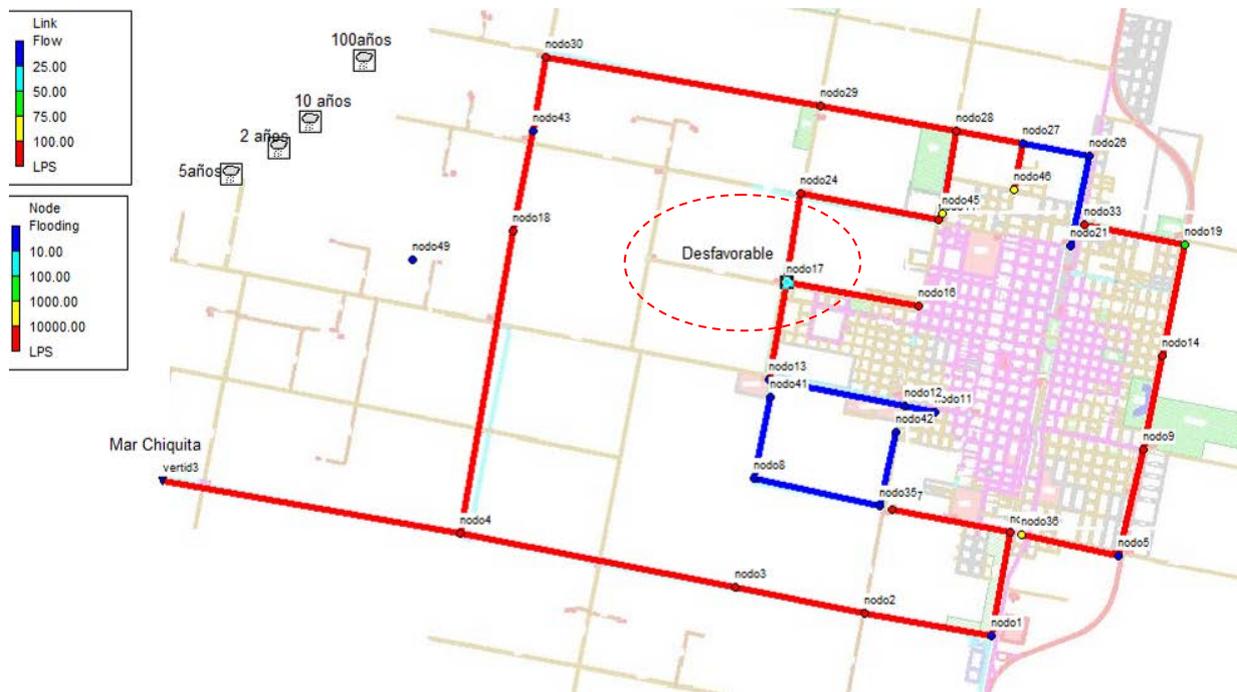


Figura N° 12 – Modelación (nodos y canales) ante ocurrencia de un evento de 100 años.

Finalmente la dimensión de cada una de las 4 lagunas de retención indicadas en la Figura N° 11 serán de **150m** de ancho por **150m** por una profundidad máxima de **1m**; siendo esto un gran limitante ante la presencia del acuífero freático según lo indicado en el estudio de suelos. El área a computar de cada laguna, es 22.500m^3 , 22.500m^2 y el perímetro de 600m. El posicionamiento final de cada laguna deberá estar legalmente verificado y avalado por el ente municipal. La Figura N° 12 es un esquema indicativo y no restrictivo. Cada nueva extensión de canal que llega a cada una de las lagunas de retención desde los nodos existentes o canales existente, se verificó manteniendo las dimensiones de estos canales existentes según el relevamiento topográfico.

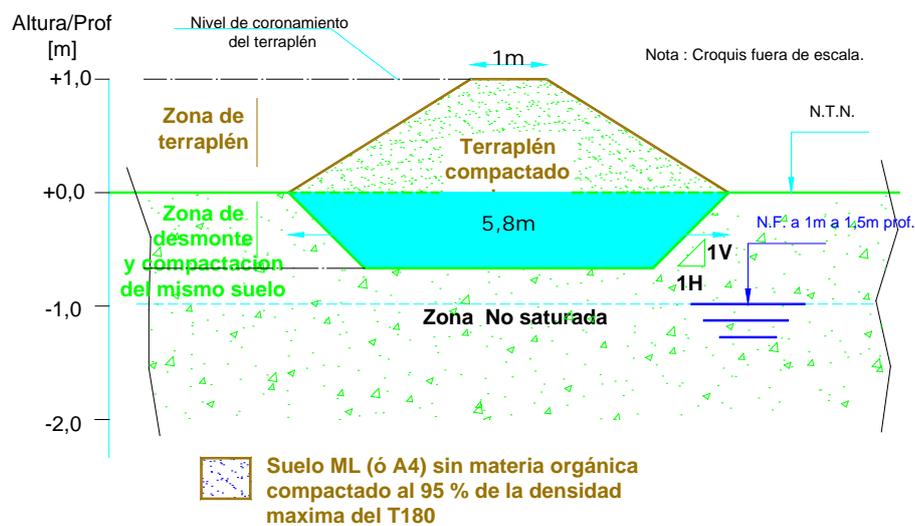
Tabla N° 6 – Valores de caudal en el nodo urbano más comprometido

Recurrencia	Caudal* (m^3/s)	Volumen (m^3)
T2años	16,1	6597
T5años	18,5	7581
T10años	18,2	7450
T100años	28,1	11519**

Nota
 * A la salida del nodo 17.
 ** Se redondeó para el cálculo de la laguna retención a 14400m^3 con margen de seguridad.
 1LPS= $0,001\text{m}^3/\text{seg}$

La contención de cada laguna de retención ante desbordes internos será mediante la materialización de un terraplén compactado revestido en césped de sección

transversal con una elevación máxima sobre el terreno natural de alturas máximas comprendidas entre 1 m y un ancho de base máximo de 5,8 m, ver Figura N°13; siendo verificada la estabilidad para la materialización del terraplén de cierre de cada reservorio propuesto. El suelo de préstamos del terraplén que conformará el cuerpo de cierre de la sección transversal de cada laguna, podrá obtenerse del desmonte de cada espacio de laguna a materializar hasta 1 metro de profundidad media y/o limpieza de canales existentes. Dado que se desconoce la topografía en la zona periurbana donde se localizan gran parte de las lagunas, no es posible cubicar el volumen de desmonte final.



Las ventajas de implementar una laguna de retención son numerosas, y vale la pena mencionar entre ellas el hecho de que soporta diseños para áreas aportantes relativamente grandes y mejora el valor de terrenos cercanos a ella por su carácter de área recreativa. Sin embargo, se debe tener cuidado en el mantenimiento de la laguna ya que podrían darse fenómenos de eutroficación y podredumbre de las aguas en caso de que no sean renovadas adecuadamente, además que en muchas partes se deberá contar con derechos de aprovechamiento de aguas para poder llenar y mantener el volumen de la laguna. Se recomienda su uso para amortiguar las crecidas de desarrollos suburbanos que cuenten con el espacio y las condiciones necesarias para su correcta implementación, con condiciones de renovación de aguas adecuadas y complementadas con un sistema de evacuación de aguas lluvias desarrollado aguas abajo.

Consideraciones técnicas:

Se acompaña aquí dos referencias breves a Canales erosionables y canales no erosionables. Se lo hace para mostrar que la alternativa de prolongación de canales excavados hasta Mar Chiquita sufriría deterioros en su comportamiento por el solo hecho de sus condiciones de diseño y de comportamiento: suelos no firmes, poco

estables, muy poca pendiente, canales nuevos, recién excavados que llevan a velocidades bajas; erosión, sedimentación, disminución de tirante y de la sección; posibilidades que esa velocidad baja – a calcular – pueda alimentar el desarrollo y crecimiento de plantas dentro de la sección del canal con consecuencias sobre su flujo. Altas posibilidades de reflujos con retroceso y amenaza de inundación aguas abajo.

Para terminar este breve introito, frente a esta alternativa, desestimada en principio, cabe una opción de canal revestido, inviable desde el punto de vista económico de la inversión: 20 km de canales revestidos.

Canales Erosionables que se socavan pero no sedimentan

A los fines de analizar el comportamiento de los canales existentes y su alternativa de prolongación o extensión podemos recurrir a una hipótesis de diseño a partir de la cual tienen lugar los comportamientos de los flujos y los caudales.

Los canales no revestidos por lo general son erosionables salvo excepción hecha de aquellos excavados en suelos firmes, estables, cimentaciones firmes, lecho de roca, etc. No es éste nuestro caso.

El comportamiento del flujo en canales erosionables está influido por factores físicos y condiciones de campo complejas como variadas e inciertas no factibles para aplicar y obtener resultados satisfactorios en la aplicación de la ecuación de flujo uniforme, no dando ésta una condición suficiente en el diseño de este tipo de canales.

La condición esencial en el comportamiento y mantenimientos de los gastos en juego es la estabilidad del canal erosionable, la que gobierna el diseño y depende principalmente de las propiedades del material de que está formado el canal, es decir en que tipo de suelo está excavado el canal sin revestir.

La condición estática es que una vez que se obtiene una sección estable para el canal puede entonces utilizarse la ecuación de flujo uniforme para calcular el flujo y, principalmente que es lo que nos interesa, el caudal.

Si no es posible mantener una sección estable los caudales evacuados no se mantendrán.

Por otro lado, en base al principio de la velocidad máxima permisible – máxima velocidad que no provocará erosión en el cuerpo del canal – y al empirismo de que los canales viejos, que han experimentado períodos hidrológicos y de sedimentación, son más estables que los nuevos, por lo que permiten velocidades más altas, en canales nuevos el impacto negativo – erosión, sedimentación, baja velocidad, reducción de sección, etc. - es mucho más alto logrando resultados que están lejos de lo previsto. . Es el caso de un canal con poca profundidad respecto a otro con mayor profundidad el canal menos profundo soportará menor velocidad por la erosión y acumulación y por la serie de fenómenos que se dan dentro del cauce

por esa causa – crecimiento de pasto, animales que pastan, acumulación de estiércol en la sección - .

Según el estudio de Etcheverry en 1915, conteniendo las “velocidades permisibles en canales = velocidades seguras contra la erosión” reafirman que en canales que han pasado varios ciclos hidrológicos y procesos sucesivos de sedimentación con excelente funcionamiento con pequeña pendiente, rector, de baja profundidad menor a 3 pies.

Entonces aplicando estos principios básicos de comportamiento de canales no revestidos y erosionables a la eventual prolongación de los canales urbanos, la alternativa se vería rápidamente deteriorada en su comportamiento hidráulico

Diseño de Canales NO erosionables para Flujo Uniforme.

Básicamente los canales abiertos se pueden clasificar en dos tipos según su origen, es decir naturales y artificiales. Los canales artificiales a su vez se pueden clasificar en no erosionables (canales revestidos) y erosionables (canales de tierra). Además, dependiendo de la topografía, del tipo de suelo y de las velocidades de flujo, los canales pueden ser excavados o revestidos. En realidad el flujo que circula por un canal abierto es casi siempre flujo No uniforme y No permanente, sin embargo solucionar las ecuaciones que rigen este tipo de comportamiento del flujo es poco práctico y a no ser en casos especiales para el diseño de canales se emplean fórmulas empíricas para flujo uniforme, que proporcionan una aproximación suficiente y útil para el diseño.

La mayoría de los canales terminados y construidos pueden resistir la erosión satisfactoriamente y se consideran entonces no erosionables. Los canales sin terminación son generalmente erosionables, excepto aquellos excavados en fundaciones firmes tales como un lecho rocoso. Al diseñar canales no erosionables, tales factores como la máxima velocidad permitida y la fuerza atractiva permitida no son los criterios considerados.

El diseñador simplemente calcula las dimensiones del canal con una fórmula de flujo uniforme y entonces decide las dimensiones finales sobre la base de eficiencia hidráulica, o reglas empíricas de la mejor sección, practicabilidad y economía. Los factores a ser considerados en el diseño son: la clase de material que forma el cuerpo del canal, el cual determina el coeficiente de rugosidad; la velocidad mínima permitida, evitar depósitos si el agua lleva limo o desperdicios; la pendiente del fondo del canal y las pendientes laterales; la altura libre; y la sección más eficiente, sea determinada hidráulicamente o empíricamente.

Los canales revestidos permiten velocidades altas, disminuyen las filtraciones y requieren de secciones transversales más reducidas que otro tipo de canales como los excavados etc. Sin embargo, su costo y su duración dependen de la calidad del revestimiento y del manejo adecuado que se le dé a las aguas subsuperficiales. Los

materiales de revestimiento pueden ser arcilla, suelo-cemento, ladrillo, losas de concreto simple o reforzado, piedra pegada, etc.

Material no erosionable y su terminación. Los materiales no erosionables usados para formar la terminación de un canal y el cuerpo de un canal construido incluyen hormigón, piedra trabajada, acero, fundición, madera, vidrio, plástico, etc. La selección del material depende principalmente de la disponibilidad y costo del material, del método de construcción y del propósito para el cual va a ser usado el canal. El propósito de terminar o revocar un canal es en la mayor parte de los casos para prevenir la erosión, pero ocasionalmente puede ser para checar las pérdidas de filtración. En canales terminados, la máxima velocidad permitida, por ejemplo, el máximo que no causara erosión, puede ser ignorado, provisto que el agua no lleva arena, gravilla, o piedras.

La velocidad mínima permitida. La velocidad mínima permitida, o la velocidad no depositante, es la más baja velocidad que no iniciara sedimentación y no inducirá el crecimiento de plantas acuáticas y musgo. Esta velocidad es muy incierta y su valor exacto no puede ser fácilmente determinado. Para el agua que no lleva carga de limo o para el flujo sin limo, este factor tiene poca significación excepto por su efecto sobre el crecimiento de las plantas. Generalmente hablando, una velocidad media de 2 a 3 fp/s prevendrá un crecimiento de vegetación que disminuirá seriamente la capacidad de arrastre del canal.

Pendiente del canal. La pendiente longitudinal del fondo de un canal está gobernada generalmente por la topografía y la carga de energía requerida para el flujo de agua. En muchos casos, la pendiente puede depender también del propósito del canal. Por ejemplo, los canales utilizados para propósitos de distribución de agua, tales como los usados en irrigación, suministro de agua, excavación hidráulica, y proyectos de hidropotencia, requieren un nivel alto en el punto de entrega; entonces, una pequeña pendiente es deseable con el objeto de mantener a un mínimo la pérdida en elevación. Las pendientes laterales de un canal dependen principalmente de la clase de material; el cuadro 1 da una idea general de las pendientes aconsejables para su uso con varias clases de materiales. Para material erosionable, sin embargo, una determinación más segura de las pendientes debiera ser controlada contra el criterio de velocidad máxima permitida o por el principio de fuerza tractiva. Otros factores a ser considerados al determinar pendientes son los métodos de construcción, la condición de las pérdidas de filtración, cambios climáticos, tamaño del canal, etc. Generalmente las pendientes laterales deberían ser hechas tan empinadas como practicables y deberían ser diseñadas para una alta eficiencia hidráulica y estabilidad. Para canales revestidos, el U.S Bureau of Reclamation ha estado considerando la estandarización con una pendiente de 1.5:1 para los tamaños usuales de canales. Una ventaja de esta pendiente es la que es suficientemente plana para permitir el uso práctico de casi todo tipo de revestimiento o tratamientos de terminación ahora o en el futuro anticipado por el Bureau.

UADRO 1 (Pendientes laterales aconsejables para canales construidos con varias clases de materiales).

<i>Materiales</i>	<i>Pendientes laterales</i>
Roca.....	Casi vertical
Estiércol y suelos de turba.....	¼ : 1
Arcilla dura o tierra con protección de hormigón.....	½ : 1 a 1 :1
Tierra con protección rocosa, o tierra para canales grandes..	1 :1
Arcilla firme o tierra para zanjas pequeñas.....	1 ½ :1
Tierra arenosa suelta.....	2 :1
Greda arenosa o arcilla porosa.....	3 :1

Altura libre. La altura libre de un canal es la distancia vertical desde la parte superior del canal a la superficie del agua en la condición de diseño. Esta distancia debería ser suficiente para prevenir que las olas o fluctuaciones en la superficie del agua desborde los lados. Este factor se hace importante particularmente en el diseño de canaletas elevadas, ya que la subestructura de la canaleta puede ser dañada por cualquier desborde.

No existe una regla aceptada universalmente para la determinación de la altura libre, ya que la acción de la ola o de la fluctuación de la superficie del agua en un canal puede ser creada por muchas causas incontrolables. Olas pronunciadas y fluctuaciones de la superficie del agua son generalmente esperadas en canales donde la velocidad es tan alta y la pendiente tan pronunciada que el flujo se hace muy inestable, o en curvas donde la alta velocidad y un ángulo de inflexión grande puede causar apreciable sobreelevada superficie del agua en el lado convexo de una curva, o en canales donde la velocidad del flujo se aproxima al estado crítico al cual el agua puede fluir a profundidades alternas y así saltar de un nivel bajo a un nivel alto a la menor obstrucción. Otras causas naturales tales como el movimiento del viento o acción de la marea pueden también inducir olas altas y requieren consideración especial en el diseño. La altura libre en un canal sin revestir o lateral, normalmente será gobernada por las consideraciones de tamaño del canal y ubicación, el flujo entrante de aguas de lluvia, y fluctuaciones del nivel del agua causadas por controles, acción del viento, características del suelo, gradiente de percolación, requerimientos de operación de caminos y disponibilidad del material excavado. De acuerdo a la U.S Bureau of Reclamation (4), el rango aproximado de alturas libres frecuentemente utilizado se extiende desde 1 ft para laterales pequeños con profundidades bajas hasta 4 ft en canales de 3000 cfs o más capacidad con profundidades de agua relativamente grandes. El Bureau recomienda que estimados preliminares de la altura libre requeridos bajo condiciones ordinarias sean hechos de acuerdo a la siguiente formula:

$$F = (Cy)^{1/2}$$

Donde F es la altura libre en ft, y es la profundidad del agua en el canal en ft, y C es un coeficiente variando desde 1.5 para una capacidad del canal de 20 cfs hasta 2.5 para una capacidad del canal de 3000 cfs o más.

Para canales revestidos o laterales, la altura del revestimiento sobre la superficie del agua dependerá de un número de factores: tamaño del canal, velocidad del agua, curvatura del alineamiento, condición de los afluentes de agua de lluvia o drenajes, fluctuaciones en el nivel de agua debido a la operación de las estructuras de regulación del flujo, y acción del viento.

La mejor sección hidráulica. Es conocido que el transporte de la sección de un canal aumenta con el aumento en el radio hidráulico o con la disminución en el perímetro mojado. Desde un punto de vista hidráulico, entonces, la sección del canal teniendo el menor perímetro mojado para un área dada tiene el transporte máximo; tal sección es conocida como la *mejor sección hidráulica*. El semicírculo tiene el menor perímetro entre todas las secciones con la misma área; de aquí entonces que es la más eficiente hidráulicamente de todas las secciones.

Los elementos geométricos de las seis mejores secciones hidráulicas se han agrupado en el cuadro 7.2, pero estas secciones puede que no siempre sean prácticas debido a las dificultades en la construcción y en el uso del material. Desde un punto de vista práctico, debiera destacarse que una mejor sección hidráulica es la sección que da la mínima área para una descarga dada pero no necesariamente la excavación mínima.

CUADRO 2 (Las mejores secciones hidráulicas)

<i>Sección transversal</i>	<i>Área mojada A</i>	<i>Perímetro mojado P</i>	<i>Radio hidráulico R</i>	<i>Ancho superior T</i>	<i>Profundidad hidráulica D</i>	<i>Factor de sección Z</i>
Trapezio: medio hexágono	$3^{1/2}y^2$	$2*3^{1/2}y$	$\frac{1}{2}y$	$(4/3)*3^{1/2}y$	$\frac{3}{4}y$	$3/2 y^{2.5}$
Rectángulo: medio cuadrado	$2y^2$	$4y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	y	$2y^{2.5}$
Triángulo: medio cuadrado	y^2	$2*2^{1/2}y$	$(\frac{1}{4})2^{1/2}y$	$2y$	$\frac{1}{2}y$	$(2^{1/2}/2)y^2$
Semicírculo	$(\Pi/2)y^2$	Πy	$(\frac{1}{2})y$	$2y$	$(\Pi/4)y$	$(\Pi/4)y^{2.5}$
Parábola $T=2*2^{1/2}y$	$(4/3)2^{1/2}y^2$	$(8/3)2^{1/2}y$	$\frac{1}{2}y$	$2*2^{1/2}y$	$(2/3)y$	$(8/9)3^{1/2}y$
Catenaria hidrostática	$1.39586y^2$	$2.9836y$	$0.46784y$	$1.917532y$	$0.72795y$	$1.19093y^2$

Determinación de las dimensiones de la sección. La determinación de las dimensiones de la sección para canales no erosionables incluye los siguientes pasos:

- Recoger toda la información necesaria, estimar n , y seleccionar S .
- Computar el factor de sección $AR^{2/3}$ con la siguiente ecuación:

$$AR^{2/3} = n Q / 1.49 S^{1/2}$$

- Sustituir en esta ecuación las expresiones para A y R obtenidas del cuadro, y resolver para la profundidad. Si hay otras incógnitas, tales como b y z de una sección trapezoidal, entonces se asume los valores de las incógnitas y se resuelve la ecuación para la profundidad. Asumiendo varios valores de las incógnitas, se pueden obtener un número de combinaciones de las dimensiones de la sección. Las dimensiones finales se deciden sobre la base de eficiencia hidráulica y practicabilidad.
- Si se requiere directamente la mejor sección hidráulica, sustituir en la anterior ecuación las expresiones para A y R obtenidas del cuadro 7-2 y resolver para la profundidad. Esta mejor sección hidráulica se puede modificar por la practicabilidad.
- Para el diseño de canales de irrigación, la sección del canal es a veces proporcionada por reglas empíricas tales como la regla simple dada por el antiguo U.S Reclamation Service (5) para el suministro de la altura total de agua en pies.

$$Y = 0.5 A^{1/2} ; \text{ donde } A \text{ es el área en ft}^2.$$

- Para una sección trapezoidal se puede mostrar que esta regla se puede también expresar por una fórmula simple $X = 4 - z$; Donde x es la relación ancho-profundidad b/y y z es la proyección horizontal de la pendiente lateral correspondiendo a 1 ft vertical. Similarmente, los ingenieros de la India han usado la fórmula empírica $y = (A/3)^{1/2} = 0.577 A^{1/2}$, la cual es equivalente a $x = 3 - z$ para secciones trapezoidales.
- Controlar la velocidad mínima permitida si el agua lleva limo.
- Agregar una altura libre apropiada, a la profundidad de la sección del canal.

4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	17	Modelación hidráulica (hidrodinámica). Estudio de cuerpos receptores. Proyecto hidráulico definitivo. Memoria de cálculo hidráulico
---------------------------------	----	---

Análisis hidrológico y modelación para distintas recurrencias para zonificación de riesgo hídrico de todas las cuencas del ejido municipal.

Recayó esta actividad en el Consultor 3, con la colaboración de los asistentes, dibujante y especialista hidráulico y Coordinador.

En el entorno del sector evaluado, la red regional de Diseño Hidrológico de la provincia propone como estación núcleo la ubicada en Ceres, provincia de Santa Fe. Debido a que dentro de los pluviométricos de la provincia, no se encuentra la localidad de Morteros, se recurrió a los mapas tendenciales de los estadísticos de los logaritmos de las series pluviométricas máximas anuales, para la obtención de la media y el desvío para tal locación, aplicándose el método de transposición del Modelo DIT para obtener la función idT.

La Tabla N°1 contiene los valores de la función idT para la localidad de Morteros (Latitud -30.71°S, Longitud -62.007°W) para duraciones hasta 1140 minutos (24hs) y recurrencias de 2, 5, 10 y 100 años. En las Figuras N°3 y 4 se representan dichos valores para duraciones de hasta 300 minutos (5 hs) en la primera y de 300 minutos a 1440 minutos en la segunda. En el Anexo IV se adjunta el informe completo adquirido en el INA Cirsá.

Tabla N° 1 – Función idT para período de recurrencia T 2, 5 10 y 100 años.

i-d-T. Intensidad de la lluvia (mm/h) en función de la duración y Recurrencia.				
Duración (minutos)	Recurrencia T (años)			
	2	5	10	100
5	179.04	235.48	272.34	383.96
10	137.99	181.49	209.90	295.92
15	115.28	151.62	175.35	247.21
20	100.30	131.92	152.57	215.10
25	89.47	117.67	136.09	191.87
30	81.17	106.75	123.46	174.06
35	74.54	98.04	113.39	159.86
40	69.11	90.89	105.12	148.20
45	64.54	84.89	98.17	138.41
50	60.64	79.76	92.24	130.04
55	57.26	75.31	87.10	122.79
60	54.29	71.41	82.58	116.43
90	41.96	55.18	63.82	89.98
120	34.61	45.52	52.64	74.21
180	26.03	34.24	39.60	55.82
240	21.07	27.72	32.05	45.19
300	17.79	23.40	27.07	38.16
360	15.45	20.32	23.50	33.12
420	13.67	17.98	20.80	29.32
480	12.28	16.15	18.68	26.34
540	11.16	14.68	16.97	23.93
600	10.23	13.46	15.56	21.94
660	9.45	12.43	14.37	20.26
720	8.78	11.55	13.36	18.83
780	8.21	10.79	12.48	17.60
840	7.70	10.13	11.72	16.52
900	7.26	9.55	11.04	15.57
960	6.86	9.03	10.44	14.72
1020	6.51	8.56	9.90	13.96
1080	6.19	8.14	9.42	13.28
1140	5.90	7.77	8.98	12.66
1200	5.64	7.42	8.58	12.10
1260	5.40	7.11	8.22	11.59
1320	5.18	6.82	7.88	11.11
1380	4.98	6.55	7.58	10.68
1440	4.79	6.30	7.29	10.28

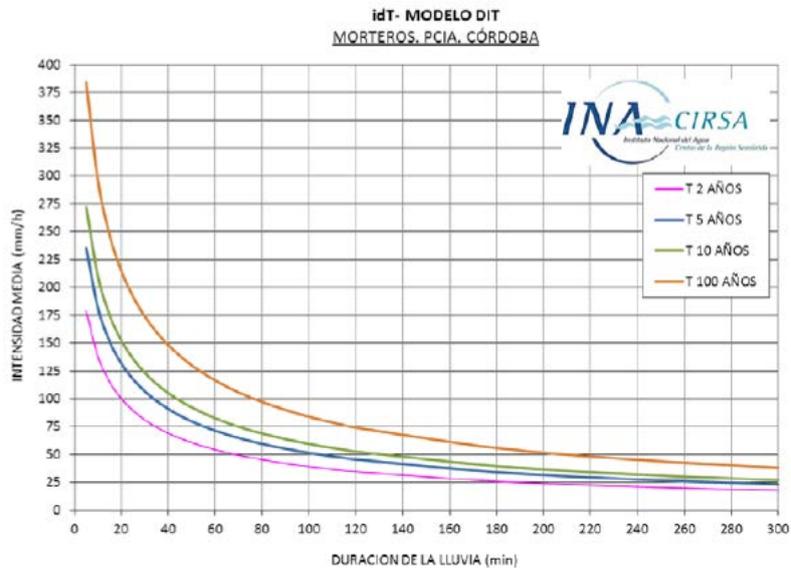


Figura N° 3 – Función idT para duraciones hasta 300 min para la localidad de Morteros (Cba).

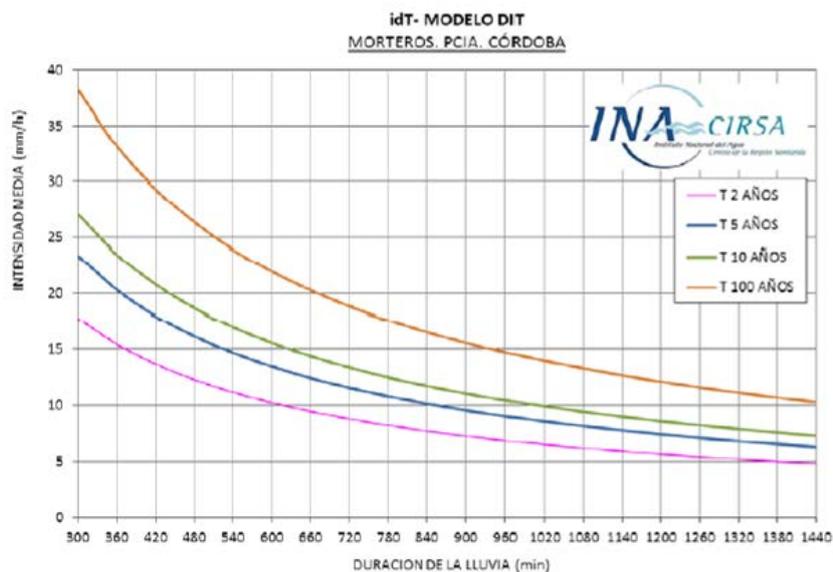


Figura N° 4 – Función idT para duraciones de 300 a 1440 min para la localidad de Morteros (Cba).

En base a las curvas IDT adquiridas en el INA y utilizando el método de bloques alternos (alternating block method, Chow et al. 1994), es posible ofrecer los hietogramas de diseño, ver Figura N° 5. Cabe aclarar que el método de intensidad instantánea es el más severo respecto del método de intensidad instantánea.

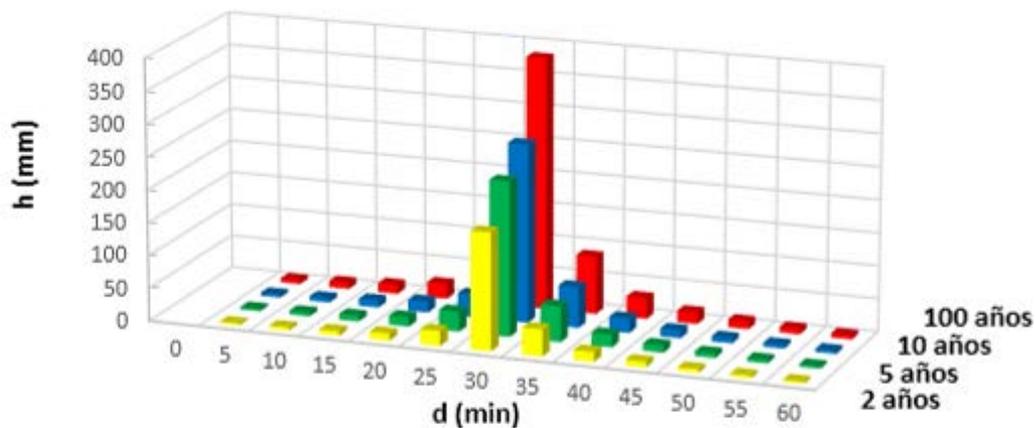


Figura N° 5 – Hietogramas de diseño para las recurrencias estudiadas.

Las lluvias de diseño resultantes son eventos pluviales idealizados para reflejar las exigencias de origen; siendo estas las solicitudes a verificar en los proyectos. Constituyen entradas que, al ser procesadas por modelos de transformación lluvia-caudal, proveen hidrogramas de crecientes (o avenidas) a la salida del sistema hidrológico en estudio.

Ante la necesidad de datos de crecidas y de no tener datos topográficos antes de formarse la localidad en estudio, se ha desarrollado numerosos métodos basados en la utilización de hietogramas de diseño e hidrogramas unitarios sintéticos. Estas técnicas hidrológicas emplean expresiones empíricas con validez regional que vinculan los parámetros que defina los hidrogramas unitarios sintéticos como el caudal pico, el tiempo al pico o el tiempo de retardo con las características morfológicas de las cuencas como son el área, la longitud del curso principal, el desnivel topográfico y la pendiente media, las que pueden ser cuantificadas a partir de cartas topográficas o con inspecciones in-situ en el lugar de emplazamiento de la obra.

El proceso de transformación lluvia-caudal, implicó subdividir a la actual localidad y zona de influencias de Morteros en 9 unidades hidrológicas urbanas como 6 suburbanas a considerar para su análisis, ver Figura N° 6. Cabe aclarar que en dicha figura solo aparecen las principales cuencas suburbanas, luego en la modelación final se amplió el análisis. Finalmente se estudiaron varios métodos de obtención de los tiempos de concentración (t_c) siendo algunos resultados los expresados en la Tabla N° 2 y 3.

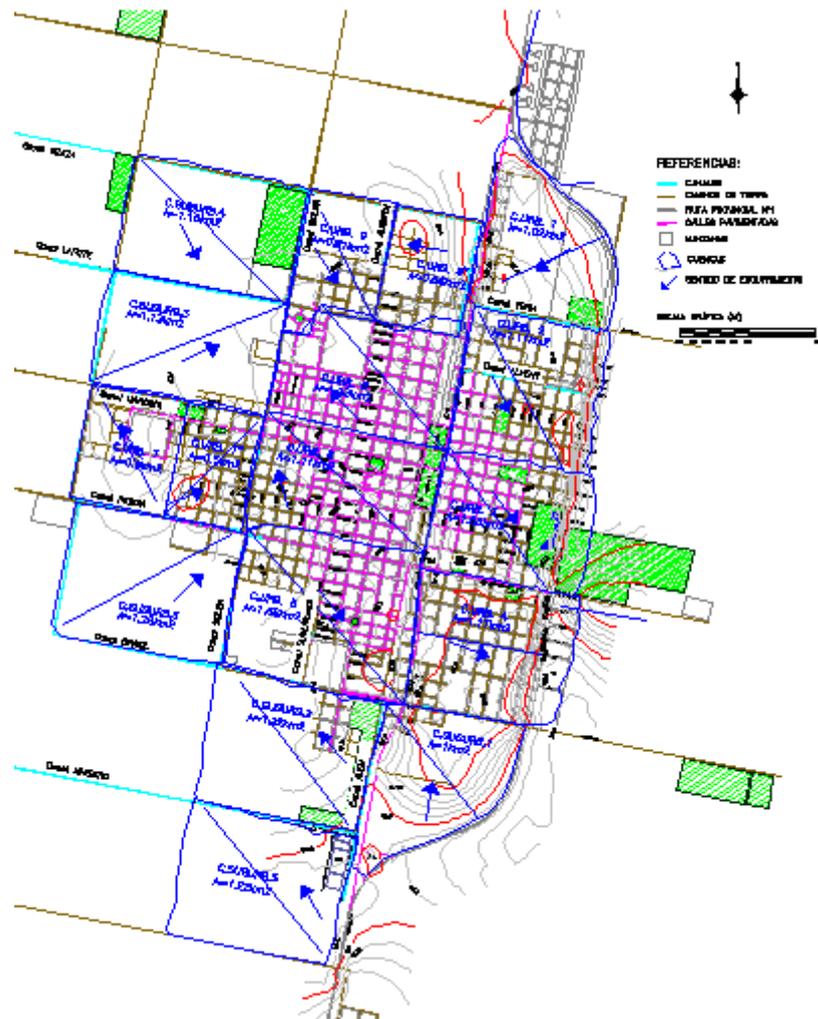


Figura N° 6 – Subdivisión de las principales cuencas urbanas como suburbanas.

Luego se calculó la transformación P-Q utilizando los t_c por el método de MRC utilizando la expresión (1). En la Tabla N° 4 y 5 se exponen algunos los valores de Q analizados con crecimiento urbano futuro para las recurrencias de 10 años, 25 años y 100 años.

$$t_c = \frac{C \times (L)^m}{H^n} \quad (1)$$

siendo

$$m = 1,165 - 0,21 \left[\frac{(L^2)}{(L^2 + 7)} \right]$$

$$C = 54,8 + 3,67 \left[\frac{(L-1)}{(L+3,2)} \right]^2$$

L = longitud de desnivel máximo.

H = desnivel.

Determinación de Caudales de Diseño

Método Racional Generalizado de la DNV

Se limita a las siguientes restricciones: cuencas de hasta 2000 km², longitudes de cauce principal de hasta 100 km y tiempos de

$$Q(m^3/s) = \alpha \times \beta \times E \times M \times I$$

M= área de la cuenca hidrófuga

E= Coeficiente de escorrentía

I= intensidad media de precipitación

α y β = parámetros de reducción por la un uniformidad de la dstribución areal de la precipitación y la retención en el cauce respectivamente.

α = 0,85 a 0,93 en condiciones medias según la intensidad de la precipitación media.

β = aproximadamente constante y en condiciones medias se toma 0,90.

1. Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía se define como la relación entre el derrame máximo superficial por unidad de área de la cuenca y la intensidad media de la precipitación caída durante el tiempo de concentración.

Tabla 1. Coeficientes de Escorrentía para distintos tipos de uso de suelo

TIPO DE SUPERFICIE	
Cubierta	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques cementerios	0,3
Laderas sin vegetación	0,6
Laderas con vegetación	0,3
Parques recreacionales	0,20-0,35

Se adopto para cuencas urbanas un valor de coeficiente de escorrentía E= entre 0,70 y 0,95.

E=0,70

Se adopto para estas cuencas suburbanas un valor de coeficiente de escorrentía E= 0,45

E=0,45

2. Características Físicas de la Cuenca

La elección de los coeficientes C se ha realizado en base a la tabla que se muestra en la figura 7 diseñada para la aplicación del método. La determinación de su valor, el cual resume las características de la cuenca, requiere conocer o adoptar el tipo de suelo componente, o bien, la mayor o menor permeabilidad de éstos. Conocido uno de estos datos, más el tipo de cubierta vegetal, el valor de C se convierte en una función del tiempo de concentración únicamente.

Tipo de cubierta vegetal	Tiempo de concentración Horas	Permeabilidad de los Suelos							
		Prácticamente impermeables	Muy poco permeables	Poco permeables	Medianamente permeables	Bastante permeables	Permeables	Muy permeables	
		Pavimentos roca viva	Arcillas, rocas descomp.	Loam arcilloso	Loam	Loam limoso Loam arenoso	Suelos limosos y limo-arenosos	Suelos arenosos muy porosos	
Valores del Coeficiente "C" (Características de la cuenca)									
Suelos desnudos	0	0,90	0,82	0,64	0,52	0,32	0,17	0,08	
	1	0,90	0,82	0,65	0,53	0,33	0,18	0,09	
	2	0,91	0,84	0,70	0,56	0,37	0,23	0,13	
	3	0,92	0,85	0,73	0,60	0,45	0,31	0,19	
Vegetación Rala	0		0,74	0,59	0,48	0,30	0,16	0,07	
	1		0,75	0,60	0,49	0,31	0,17	0,08	
	2		0,79	0,66	0,54	0,35	0,22	0,12	
	3		0,82	0,70	0,59	0,43	0,30	0,18	
Cultivos (en surcos) monte poco tupido	0		0,80	0,49	0,41	0,27	0,14		
	1		0,82	0,51	0,43	0,29	0,15		
	2		0,70	0,59	0,49	0,34	0,20		
	3		0,77	0,66	0,56	0,42	0,29		
Praderas cesped monte medianamente tupido	0		0,29	0,23	0,18	0,13			
	1		0,39	0,29	0,22	0,15			
	2		0,57	0,45	0,35	0,23			
	3		0,68	0,55	0,44	0,32			
Bosques tupidos monte muy tupido	0		0,12	0,10	0,08				
	1		0,23	0,18	0,13				
	2		0,41	0,33	0,25				
	3		0,55	0,46	0,36				
4		0,64	0,54	0,43					

$$y = y_a + (x - x_a) \frac{(y_b - y_a)}{(x_b - x_a)}$$

	x	y
a	1	0,75
b	1,5	0,77
	2	0,79

	x	y
a	1	0,82
b	1,5	0,83
	2	0,84

Según estudio de suelo:

Tipo de suelo arcillosos, clasificación CL (arcillas de baja plasticidad)

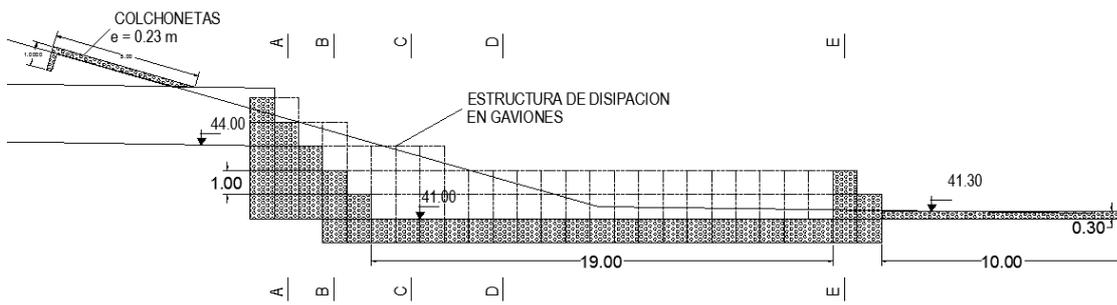
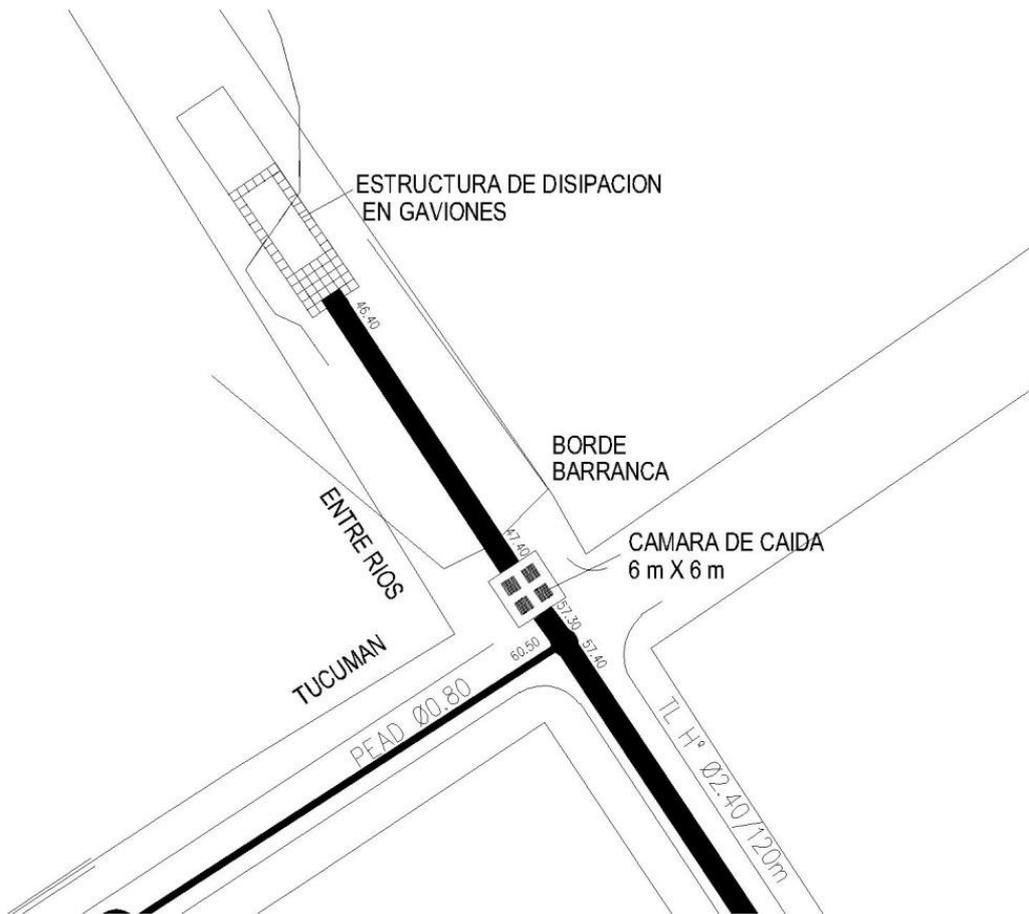
El C obtenido sera:

Cuencas Urbanas, con Tc aproximadamente entre 1 a 2 horas, tipo de cubierta vegetación rala, permeabilidad de suelos arcillosos.

C= 0,77

Cuencas suburbanas, con Tc aproximadamente entre 1 a 2 horas, tipo de cubierta vegetación suelos desnudos, permeabilidad de suelos arcillosos.

C= 0,83



4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	18	Selección de mejor alternativa para el proyecto en base a consideraciones técnicas, económicas y ambientales.
---------------------------------	----	---

Alternativa Prolongación de Canales

- La construcción de nuevos canales que lleguen hasta descargar en la laguna de Mar Chiquita para aliviar el nivel de descarga hídrico que hoy sufren los existentes es una solución desde el punto de vista técnico -económico inviable ya que el alto nivel de la freática – a 60 cm de profundidad en casi toda la zona- demanda obras civiles de gran envergadura con sistemas constructivos que primero deben tutelar el mantenimiento de las condiciones de construcción a lo largo de toda la obra (well point; entibado de paredes, rellenos y distribución de suelos para asegurar la transitabilidad y estabilidad de suelo para posibilitar los movimientos en zona de obra y durante todo el plazo de obra). Esto es un despliegue de equipos, medios y de personal especializado que no está en escala a la magnitud final de la obra (aprox 20 km de canales de al menos 2x1 m) con un análisis de costo estimado de 3,5 veces el m3 de excavación respecto a la obra estándar.
- La combinación con bombeo directo de los volúmenes transportados por las colectoras pluviales generando la energía que la naturaleza no provee, es una solución costosa y a medias de la problemática ya que el éxito de dicha solución depende del funcionamiento y mantenimiento del sistema de bombeo. Idénticamente a la anterior. Mantenimiento electromecánico y acompañamiento de los avances tecnológicos de este tipo de equipamiento no es el mejor perfil del equipo municipal y de la provisión local por lo que debe ser requerido fuera de la ciudad – Córdoba o Santa Fe -.
- Hidráulicamente, de los trabajos académicos que adjuntamos a continuación sobre canales erosionables vs canales no erosionables – siempre en canales excavados en tierra – resulta que la alternativa de prolongación de canales excavados hasta Mar Chiquita sufriría deterioros en su comportamiento por el solo hecho de sus condiciones de diseño y de comportamiento : suelos no firmes, poco estables, muy poca pendiente, canales nuevos, recién excavados que llevan a velocidades bajas; erosión, sedimentación, disminución de tirante y de la sección; posibilidades que esa velocidad baja – a calcular – pueda alimentar el desarrollo y crecimiento de plantas dentro de la sección del canal con consecuencias sobre su flujo. Sumado al desmoronamiento de paredes por efectos de la propia circulación. Altas posibilidades de reflujos con retroceso y amenaza de inundación aguas arriba.

- Si bien es una alternativa a considerar como opción funcional, toda vez que implica tareas sencillas de retoques de sección de canales (ensanchar o profundizar), extensión de canales en su longitud y el consecuente mantenimiento, es una opción que, de salida, presenta algunos impactos negativos sobre los indicadores calificadores de la viabilidad o no de las alternativas expuestas

Para terminar este breve introito, frente a esta alternativa, desestimada en principio, cabe una opción de canal revestido, inviable desde el punto de vista económico de la inversión: 20 km de canales revestidos.

Alternativa de sistema de Lagunas de Retención

La opción de lagunas de retención aporta la posibilidad de poder combinar diferentes soluciones para poder lograr su correcta utilización integrándolas al medio ambiente urbano y rural.

El objetivo de una laguna de retención es minimizar el impacto de la capacidad de almacenamiento natural de la unidad hidrológica que controlan. Los mismos pueden ser dimensionados para mantener una lámina permanente de agua (retención) ante la presencia de suelos saturados por proximidad del acuífero freático, o permanecer secos (detención) en los períodos entre lluvias con el objeto de ser utilizados con otras finalidades por ejemplo agropecuarios.

Puntualmente se analizaron como opción técnica los reservorios de retención sin desborde o salida, ya que conservara el agua escurrida hasta que la misma infiltre y recircule por el acuífero freático, ver detalles del escurrimiento regional en el Primer Informe de avance y mapa de curvas de nivel del acuífero freático (ver Figura N° 2). No se descartan ascensos del acuífero freático en otros puntos según la dirección de escurrimiento subsuperficial ya que como bien se mencionó en el Primer informe de avance es de esperarse un acuífero libre en la llanura tendida y áreas mal drenadas en el orden de 0,07 % de pendiente (o sea muy bajo).

Los espacios propuestos para localizar las lagunas de retención, son los indicados en la Figura N° 11. Aminorando el impacto de las principales cuencas urbanas de la Figura N° 6 y evitando aumentar la capacidad de evacuación de los canales de borde (caso del canal Isleta y Av. Falucho) que protegen a la localidad de Morteros del ingreso del escurrimiento superficial regional en dirección SUR-ESTE. Esto es muy importante destacar ante la eventual propuesta de aportar volúmenes de agua desde “nuevos canales” respecto de los canales existentes.

Las ventajas de implementar una laguna de retención son numerosas, y vale la pena mencionar entre ellas el hecho de que soporta diseños para áreas aportantes relativamente grandes y mejora el valor de terrenos cercanos a ella por su carácter de área recreativa. Sin embargo, se debe tener cuidado en el mantenimiento de la laguna ya que podrían darse fenómenos de eutroficación y podredumbre de las aguas en caso de que no sean renovadas adecuadamente, además que en muchas partes se deberá contar con derechos de aprovechamiento de aguas para poder

llenar y mantener el volumen de la laguna. Se recomienda su uso para amortiguar las crecidas de desarrollos suburbanos que cuenten con el espacio y las condiciones necesarias para su correcta implementación, con condiciones de renovación de aguas adecuadas y complementadas con un sistema de evacuación de aguas lluvia desarrollado aguas abajo.

Consideraciones técnicas:

Se acompaña aquí dos referencias breves a Canales erosionables y canales no erosionables. Se lo hace para mostrar que la alternativa de prolongación de canales excavados hasta Mar Chiquita sufriría deterioros en su comportamiento por el solo hecho de sus condiciones de diseño y de comportamiento : suelos no firmes, poco estables, muy poca pendiente, canales nuevos, recién excavados que llevan a velocidades bajas; erosión, sedimentación, disminución de tirante y de la sección; posibilidades que esa velocidad baja – a calcular – pueda alimentar el desarrollo y crecimiento de plantas dentro de la sección del canal con consecuencias sobre su flujo. Altas posibilidades de reflujos con retroceso y amenaza de inundación aguas abajo.

Para terminar este breve introito, frente a esta alternativa, desestimada en principio, cabe una opción de canal revestido, inviable desde el punto de vista económico de la inversión: 20 km de canales revestidos.

Canales Erosionables que se socavan pero no sedimentan

A los fines de analizar el comportamiento de los canales existentes y su alternativa de prolongación o extensión podemos recurrir a una hipótesis de diseño a partir de la cual tienen lugar los comportamientos de los flujos y los caudales.

Los canales no revestidos por lo general son erosionables salvo excepción hecha de aquellos excavados en suelos firmes, estables, cimentaciones firmes, lecho de roca, etc. No es éste nuestro caso.

El comportamiento del flujo en canales erosionables está influido por factores físicos y condiciones de campo complejas como variadas e inciertas no factibles para aplicar y obtener resultados satisfactorios en la aplicación de la ecuación de flujo uniforme, no dando ésta una condición suficiente en el diseño de este tipo de canales.

La condición esencial en el comportamiento y mantenimientos de los gastos en juego es la estabilidad del canal erosionable, la que gobierna el diseño y depende principalmente de las propiedades del material de que está formado el canal, es decir en qué tipo de suelo está excavado el canal sin revestir.

La condición estática es que una vez que se obtiene una sección estable para el canal puede entonces utilizarse la ecuación de flujo uniforme para calcular el flujo y, principalmente que es lo que nos interesa, el caudal.

Si no es posible mantener una sección estable los caudales evacuados no se mantendrán.

Por otro lado, en base al principio de la velocidad máxima permisible – máxima velocidad que no provocará erosión en el cuerpo del canal – y al empirismo de que los canales viejos, que han experimentado períodos hidrológicos y de sedimentación, son más estables que los nuevos, por lo que permiten velocidades más altas, en canales nuevos el impacto negativo – erosión, sedimentación, baja velocidad, reducción de sección, etc. - es mucho más alto logrando resultados que están lejos de lo previsto. . Es el caso de un canal con poca profundidad respecto a otro con mayor profundidad el canal menos profundo soportará menor velocidad por la erosión y acumulación y por la serie de fenómenos que se dan dentro del cauce por esa causa – crecimiento de pasto, animales que pastan, acumulación de estiércol en la sección - .

Según el estudio de Etcheverry en 1915, conteniendo las “velocidades permisibles en canales = velocidades seguras contra la erosión” reafirman que en canales que han pasado varios ciclos hidrológicos y procesos sucesivos de sedimentación con excelente funcionamiento con pequeña pendiente, rector, de baja profundidad menor a 3 pies.

Entonces aplicando estos principios básicos de comportamiento de canales no revestidos y erosionables a la eventual prolongación de los canales urbanos, la alternativa se vería rápidamente deteriorada en su comportamiento hidráulico

Diseño de Canales NO erosionables para Flujo Uniforme.

Básicamente los canales abiertos se pueden clasificar en dos tipos según su origen, es decir naturales y artificiales. Los canales artificiales a su vez se pueden clasificar en no erosionables (canales revestidos) y erosionables (canales de tierra). Además, dependiendo de la topografía, del tipo de suelo y de las velocidades de flujo, los canales pueden ser excavados o revestidos. En realidad el flujo que circula por un canal abierto es casi siempre flujo No uniforme y No permanente, sin embargo solucionar las ecuaciones que rigen este tipo de comportamiento del flujo es poco práctico y a no ser en casos especiales para el diseño de canales se emplean fórmulas empíricas para flujo uniforme, que proporcionan una aproximación suficiente y útil para el diseño.

La mayoría de los canales terminados y construidos pueden resistir la erosión satisfactoriamente y se consideran entonces no erosionables. Los canales sin terminación son generalmente erosionables, excepto aquellos excavados en fundaciones firmes tales como un lecho rocoso. Al diseñar canales no erosionables, tales factores como la máxima velocidad permitida y la fuerza atractiva permitida no son los criterios considerados.

El diseñador simplemente calcula las dimensiones del canal con una fórmula de flujo uniforme y entonces decide las dimensiones finales sobre la base de eficiencia hidráulica, o reglas empíricas de la mejor sección, practicabilidad y economía. Los factores a ser considerados en el diseño son: la clase de material que forma el cuerpo del canal, el cual determina el coeficiente de rugosidad; la velocidad mínima permitida, evitar depósitos si el agua lleva limo o desperdicios; la pendiente del fondo del canal y las pendientes laterales; la altura libre; y la sección más eficiente, sea determinada hidráulicamente o empíricamente.

Los canales revestidos permiten velocidades altas, disminuyen las filtraciones y requieren de secciones transversales más reducidas que otro tipo de canales como los excavados, etc. Sin embargo, su costo y su duración dependen de la calidad del revestimiento y del manejo adecuado que se le dé a las aguas subsuperficiales. Los materiales de revestimiento pueden ser arcilla, suelo-cemento, ladrillo, losas de concreto simple o reforzado, piedra pegada, etc.

Material no erosionable y su terminación. Los materiales no erosionables usados para formar la terminación de un canal y el cuerpo de un canal construido incluyen hormigón, piedra trabajada, acero, fundición, madera, vidrio, plástico, etc. La selección del material depende principalmente de la disponibilidad y costo del material, del método de construcción y del propósito para el cual va a ser usado el canal. El propósito de terminar o revocar un canal es en la mayor parte de los casos para prevenir la erosión, pero ocasionalmente puede ser para checar las pérdidas de filtración. En canales terminados, la máxima velocidad permitida, por ejemplo, el máximo que no causara erosión, puede ser ignorado, provisto que el agua no lleva arena, gravilla, o piedras.

La velocidad mínima permitida. La velocidad mínima permitida, o la velocidad no depositante, es la más baja velocidad que no iniciara sedimentación y no inducirá el crecimiento de plantas acuáticas y musgo. Esta velocidad es muy incierta y su valor exacto no puede ser fácilmente determinado. Para el agua que no lleva carga de limo o para el flujo sin limo, este factor tiene poca significación excepto por su efecto sobre el crecimiento de las plantas. Generalmente hablando, una velocidad media de 2 a 3 fp/s prevendrá un crecimiento de vegetación que disminuirá seriamente la capacidad de arrastre del canal.

Pendiente del canal. La pendiente longitudinal del fondo de un canal ésta gobernada generalmente por la topografía y la carga de energía requerida para el flujo de agua. En muchos casos, la pendiente puede depender también del propósito del canal. Por ejemplo, los canales utilizados para propósitos de distribución de agua, tales como los usados en irrigación, suministro de agua, excavación hidráulica, y proyectos de hidropotencia, requieren un nivel alto en el punto de entrega; entonces, una pequeña pendiente es deseable con el objeto de mantener a un mínimo la pérdida en elevación. Las pendientes laterales de un canal dependen principalmente de la clase de material; el cuadro 1 da una idea general de las pendientes aconsejables para su uso con varias clases de materiales. Para material erosionable, sin embargo, una determinación más segura de las pendientes

debiera ser controlada contra el criterio de velocidad máxima permitida o por el principio de fuerza tractiva. Otros factores a ser considerados al determinar pendientes son los métodos de construcción, la condición de las pérdidas de filtración, cambios climáticos, tamaño del canal, etc. Generalmente las pendientes laterales deberían ser hechas tan empinadas como practicables y deberían ser diseñadas para una alta eficiencia hidráulica y estabilidad. Para canales revestidos, el U.S Bureau of Reclamation ha estado considerando la estandarización con una pendiente de 1.5:1 para los tamaños usuales de canales. Una ventaja de esta pendiente es la que es suficientemente plana para permitir el uso práctico de casi todo tipo de revestimiento o tratamientos de terminación ahora o en el futuro anticipado por el Bureau.

CUADRO 1 (Pendientes laterales aconsejables para canales construidos con varias clases de materiales).

<i>Materiales</i>	<i>Pendientes laterales</i>
Roca.....	Casi vertical
Estiércol y suelos de turba.....	¼ : 1
Arcilla dura o tierra con protección de hormigón.....	½ : 1 a 1 :1
Tierra con protección rocosa, o tierra para canales grandes..	1 :1
Arcilla firme o tierra para zanjas pequeñas.....	1 ½ :1
Tierra arenosa suelta.....	2 :1
Greda arenosa o arcilla porosa.....	3 :1

Altura libre. La altura libre de un canal es la distancia vertical desde la parte superior del canal a la superficie del agua en la condición de diseño. Esta distancia debería ser suficiente para prevenir que las olas o fluctuaciones en la superficie del agua desborde los lados. Este factor se hace importante particularmente en el diseño de canaletas elevadas, ya que la subestructura de la canaleta puede ser dañada por cualquier desborde.

No existe una regla aceptada universalmente para la determinación de la altura libre, ya que la acción de la ola o de la fluctuación de la superficie del agua en un canal puede ser creada por muchas causas incontrolables. Olas pronunciadas y fluctuaciones de la superficie del agua son generalmente esperadas en canales donde la velocidad es tan alta y la pendiente tan pronunciada que el flujo se hace muy inestable, o en curvas donde la alta velocidad y un ángulo de inflexión grande puede causar apreciable sobrelevada superficie del agua en el lado convexo de una curva, o en canales donde la velocidad del flujo se aproxima al estado crítico al cual el agua puede fluir a profundidades alternas y así saltar de un nivel bajo a un nivel alto a la menor obstrucción. Otras causas naturales tales como el movimiento del viento o acción de la marea pueden también inducir olas altas y requieren consideración especial en el diseño. La altura libre en un canal sin revestir

o lateral, normalmente será gobernada por las consideraciones de tamaño del canal y ubicación, el flujo entrante de aguas de lluvia, y fluctuaciones del nivel del agua causadas por controles, acción del viento, características del suelo, gradiente de percolación, requerimientos de operación de caminos y disponibilidad del material excavado. De acuerdo a la U.S Bureau of Reclamation (4), el rango aproximado de alturas libres frecuentemente utilizado se extiende desde 1 ft para laterales pequeños con profundidades bajas hasta 4 ft en canales de 3000 cfs o más capacidad con profundidades de agua relativamente grandes. El Bureau recomienda que estimados preliminares de la altura libre requeridos bajo condiciones ordinarias sean hechos de acuerdo a la siguiente formula:

$$F = (Cy)^{1/2}$$

Donde F es la altura libre en ft, y es la profundidad del agua en el canal en ft, y C es un coeficiente variando desde 1.5 para una capacidad del canal de 20 cfs hasta 2.5 para una capacidad del canal de 3000 cfs o más.

Para canales revestidos o laterales, la altura del revestimiento sobre la superficie del agua dependerá de un número de factores: tamaño del canal, velocidad del agua, curvatura del alineamiento, condición de los afluentes de agua de lluvia o drenajes, fluctuaciones en el nivel de agua debido a la operación de las estructuras de regulación del flujo, y acción del viento.

La mejor sección hidráulica. Es conocido que el transporte de la sección de un canal aumenta con el aumento en el radio hidráulico o con la disminución en el perímetro mojado. Desde un punto de vista hidráulico, entonces, la sección del canal teniendo el menor perímetro mojado para un área dada tiene el transporte máximo; tal sección es conocida como la *mejor sección hidráulica*. El semicírculo tiene el menor perímetro entre todas las secciones con la misma área; de aquí entonces que es la más eficiente hidráulicamente de todas las secciones.

Los elementos geométricos de las seis mejores secciones hidráulicas se han agrupado en el cuadro 7.2, pero estas secciones puede que no siempre sean prácticas debido a las dificultades en la construcción y en el uso del material. Desde un punto de vista práctico, debiera destacarse que una mejor sección hidráulica es la sección que da la mínima área para una descarga dada pero no necesariamente la excavación mínima.

CUADRO 2 (Las mejores secciones hidráulicas)

<i>Sección transversal</i>	<i>Área mojada</i> <i>A</i>	<i>Perímetro mojado</i> <i>P</i>	<i>Radio hidráulico</i> <i>R</i>	<i>Ancho superior</i> <i>T</i>	<i>Profundidad hidráulica</i> <i>D</i>	<i>Factor de sección</i> <i>Z</i>
Trapezio: medio hexágono	$3^{1/2}y^2$	$2*3^{1/2}y$	$1/2y$	$(4/3)*3^{1/2}y$	$3/4y$	$3/2y^{2.5}$
Rectángulo: medio cuadrado	$2y^2$	$4y$	$1/2y$	$2y$	y	$2y^{2.5}$
Triángulo: medio cuadrado	y^2	$2*2^{1/2}y$	$(1/4)2^{1/2}y$	$2y$	$1/2y$	$(2^{1/2}/2)y^2$
Semicírculo	$(\pi/2)y^2$	πy	$(1/2)y$	$2y$	$(\pi/4)y$	$(\pi/4)y^{2.5}$
Parábola $T=2*2^{1/2}y$	$(4/3)2^{1/2}y^2$	$(8/3)2^{1/2}y$	$1/2y$	$2*2^{1/2}y$	$(2/3)y$	$(8/9)3^{1/2}y$
Catenaria hidrostática	$1.39586y^2$	$2.9836y$	$0.46784y$	$1.917532y$	$0.72795y$	$1.19093y^2$

Determinación de las dimensiones de la sección. La determinación de las dimensiones de la sección para canales no erosionables incluye los siguientes pasos:

- Recoger toda la información necesaria, estimar n , y seleccionar S .
- Computar el factor de sección $AR^{2/3}$ con la siguiente ecuación:

$$AR^{2/3} = nQ/1.49S^{1/2}$$

- Sustituir en esta ecuación las expresiones para A y R obtenidas del cuadro, y resolver para la profundidad. Si hay otras incógnitas, tales como b y z de una sección trapezoidal, entonces se asume los valores de las incógnitas y se resuelve la ecuación para la profundidad. Asumiendo varios valores de las incógnitas, se pueden obtener un número de combinaciones de las dimensiones de la sección. Las dimensiones finales se deciden sobre la base de eficiencia hidráulica y practicabilidad.
- Si se requiere directamente la mejor sección hidráulica, sustituir en la anterior ecuación las expresiones para A y R obtenidas del cuadro 7-2 y resolver para la profundidad. Esta mejor sección hidráulica se puede modificar por la practicabilidad.
- Para el diseño de canales de irrigación, la sección del canal es a veces proporcionada por reglas empíricas tales como la regla simple dada por el antiguo U.S Reclamation Service (5) para el suministro de la altura total de agua en pies.

$Y = 0.5 A^{1/2}$; donde A es el área en ft^2 .

- Para una sección trapezoidal se puede mostrar que esta regla se puede también expresar por una fórmula simple $X = 4 - z$; Donde x es la relación ancho-profundidad b/y y z es la proyección horizontal de la pendiente lateral correspondiendo a 1 ft vertical. Similarmente, los ingenieros de la India han usado la fórmula empírica $y = (A/3)^{1/2} = 0.577 A^{1/2}$, la cual es equivalente a $x = 3 - z$ para secciones trapezoidales.
- Controlar la velocidad mínima permitida si el agua lleva limo.
- Agregar una altura libre apropiada, a la profundidad de la sección del canal.

En cuanto a la selección de mejor alternativa para el proyecto en base a consideraciones técnicas, económicas y ambientales.

Según el desarrollo de la Actividad 16 y las conclusiones según la Planilla Comparativa de Alternativas, la opción de Lagunas de Retención es la aconsejada por sus indicadores más convenientes que exponemos a continuación. La actividad fue desarrollada bajo la responsabilidad de este Coordinador con el apoyo de la totalidad del equipo, como lo preveía el TDR y como la trascendencia de la tarea lo demandaba.

Alternativa adoptada:

La disposición de lagunas de retención que actúen como retardadores del escurrimiento superficial dando el tiempo necesario para un manejo regulado de los volúmenes hídricos. Es decir, cumplen la función de aliviar el trabajo de los canales de desagüe pluvial a cielo abierto regulando el agua proveniente de las lluvias evitando el colapso de los mismos.

Se acompañan debajo el presupuesto y plan de obra, junto con la planilla de las diferentes alternativas contempladas. En Anexo V se adjunta el Plano de planta.

Proy 1 EE 667 - Plan Director y Desagües Pluviales de la ciudad de Morteros							
ALTERNATIVA D PLUVIALES (prolongación de canales h/ Laguna Mar Chiquita)							
PLANILLA DE PRESUPUESTO							
Item	Designación	Unidad	Cantidad	P Unitario	Precio Total	Consideraciones	
1	Replanteo, Nivelación y Sondeos	Gl		750.000	750.000		
2	Excavación						
2.1	Excavación en zanja no clasificada a cielo abierto a máquina con entibamiento	m3	31.750	245	7.778.750	Se estima porcentaje de suelo inestable por impacto de napa alta	
2.2	Excavación en zanja no clasificada a cielo abierto a mano o a máquina	m3	30.000	124	3.730.800	Se considera excavación en condiciones de humedad favorables	
2.3	Sistema Depresión de napa	m3	21.500	66	1.419.000	Se consideran los antecedentes de necesidad de depresión de napa	
2.4	Retiro y desparramado de suelo	m3	51.750	37	1.888.875	Se considera un promedio de depósito cercano y traslado a propietario	
2.5	Relleno y compactación	m3	27.000	134	3.618.000	Un porcentaje debe ser terraplenado	
3	Remoción y traslado de alambrados	m3	51.750	12	639.113	Se estiman cruces de campos, alambrados paralelos a la traza, etc.	
4	Desmalezamiento y desarbolado	m3	51.750	37	1.888.875	Limpieza de traza, hay zonas muy boscosas, arbustos y arboles	
5	Expropiación (estimado)	Has	13,75	490.000	6.737.500	A valores de plaza actuales : 17.500 m x 5m x U\$s 24.500/ha	
6	Instalación Eléctrica	gl			5.015.049		
7	Imprevistos	gl			3.060.000	5% aplicado sobre el 85% de la obra fuera de éjido/suburbano (15 km)	
	Elementos de cruce /Pasarelas/Nudos	Gl			4.650.000	Cruces, pasarelas,afirmados, planchadas, entubamientos, alcantarilla	
1	Hormigones s/ CIRSOC con cemento normal;					dos, afirmación de suelos, hormigones, etc que permitan el cruce	
2	Provisión y colocación de armadura de acero tipo ADN 420					peatonal y de equipos interno de campos.	
4	Provisión y colocación de alcantarillas con moldos tipo pórticos y cabezales						
5	Base suelo cemento al 14%						
	Elementos de Control y Seguridad						
1	Provisión y control de barandas metálicas	m	685	1.230	842.550	Elementos de seguridad en tramos de la traza coincidente con los	
2	Provisión y colocación de defensas de acero	m	25.800	1.230	31.734.000	cruces y pasos	
					73.752.512		
SON PESOS : SETENTA Y TRES MILLONES SETECIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTOS DOCE							
(valores a Setiembre de 2017)							

PLANILLA COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	CARACTERISTICAS BASICAS	HIDRAULICA	TECNICA y/o CONSTRUCTIVA	ECONOMIA/COSTOS	AMBIENTAL	CONSIDERACIONES
Prolongación de los canales hasta descargar en la laguna de Mar Chiquita	17,5 km de canales de sección mínima 2x1 m a 3,0x1 m desde la ciudad de Morteros hasta la laguna de Mar Chiquita	– Hidráulicamente, los trabajos que adjuntamos a continuación sobre canales erosionables vs canales no erosionables la alternativa de prolongación de canales excavados hasta Mar Chiquita sufriría deterioros en su comportamiento por el solo hecho de sus condiciones de diseño y de comportamiento : suelos no firmes, poca pendiente, canales nuevos, recién excavados que llevan a velocidades bajas; erosión, sedimentación, disminución de tirante y de la sección; posibilidades que esa velocidad baja – a calcular – pueda alimentar el desarrollo y crecimiento de plantas dentro de la sección del canal con	– es una solución desde el punto de vista técnico - económico inviable ya que el alto nivel de la freática – a 60 cm de profundidad en casi toda la zona- demanda obras civiles de gran envergadura con sistemas constructivos que primero deben tutelar el mantenimiento de las condiciones de construcción a lo largo de toda la obra (well point; entibado de paredes, rellenos y distribución de suelos para asegurar la transitabilidad y estabilidad de suelo para posibilitar los movimientos en zona de	Haciendo abstracción de otros parámetros que la hacen inviable, el presupuesto total para esta alternativa suma \$ 73 MM, muy superior a la alternativa de Lagunas. Las diferencias residen en el mayor volumen a excavar, es un m3 más caro por excavación con napa alta, sistema de depresión de napa, longitud de transporte del suelo excavado, terraplenamientos y cruces y pases intercambios. Y la disponibilidad a través de expropiación de campos que son muy valiosos y caros. Ver presupuesto.	Esta variante de extender la traza hasta llegar a la laguna Mar Chiquita como para poder desagotar la mayoría del escurrimiento, traería aparejado un sinfín de problemas ambientales sobre el sistema Mar Chiquita y sus entornos al volcar TODO el volumen receptado en el sistema Mar Chiquita (ver Memoria) <ul style="list-style-type: none"> a) El Sistema Mar Chiquita es un sistema en sí mismo con sus condicionalidades de funcionamiento y equilibrios. El aporte de aguas ajenas al sistema podría alterar su equilibrio b) Estos mismos aportes, en forma de un volumen importante respecto a cómo funcionaba el sistema hasta ahora – 17,5 km de canales de sección 2x1 a 3x1 m2 – con regimenes de lluvia que han variado muchísimo a lo largo del tiempo – 100 años – pasaría de ser un área o cuenca de captación de líquidos originalmente con escorrentías en suelos nativos, sin 	El principal problema que presenta la ciudad de Morteros, y que el proyecto en cuestión propone mitigar, lo constituye la incapacidad de evacuar correctamente y a tiempo las precipitaciones pluviales que, especialmente en verano, son intensas, la ciudad enfrenta el problema de tener condicionada la descarga de los excesos hídricos por insuficiencia de colectores, por la baja energía para el transporte líquido horizontal y por los altos niveles que presenta la napa freática (en algunos puntos clave del ejido urbano aparece a 0,60m. de la superficie). Ante situaciones de simultaneidad de eventos, con ocurrencia de lluvias de gran intensidad y volumen en el área urbana y niveles altos de inundación en las zonas rurales aledañas, que actúa en muchos casos como receptor, las alternativas para evitar el colapso hídrico serían: <ol style="list-style-type: none"> 1) extensión de canales excavados en tierra hasta la laguna de Mar

		consecuencias sobre su flujo. Altas posibilidades de reflujo con retroceso y amenaza de inundación aguas abajo. Agravado por una situación de "no mantenimiento" posible en zona rural.	obra y durante todo el plazo de obra. Esto es un despliegue de equipos, medios y de personal especializado que no está en escala a la magnitud final de la obra (20 km de canales de 2x1 m) con un costo estimado de 3,5 veces el m3 de excavación respecto a la obra estándar.		alteraciones, de bosque, de especies naturales a ser una cuenca que recibe aguas rurales, de campos sembrados con todos sus tratamientos ad hoc – actuación del hombre, de animales no nativos, de aditivos, de aguas que transitan zonas de intercambios NO naturales que puede alterar el equilibrio del sistema laguna de Mar Chiquita.	Chiquita 2) Lagunas de Retención y riguroso mantenimiento del sistema al menos urbano.
Laguna de Retención	3 lagunas de 150 x 150 m; talud de 1,00 m de alto y 5,80 de ancho Con extensión de canales existentes hasta el predio de descarga y retención	– La disposición de lagunas de retención que actúen como retardadores del escurrimiento superficial dando el tiempo necesario para un manejo regulado de los volúmenes hídricos. Es decir, cumplen la función de aliviar el trabajo de los canales de desagüe pluvial a cielo abierto regulando el agua proveniente de las lluvias evitando el colapso de los	La ejecución de la obra es sencilla y tradicional; se desarrolla en un predio acotado fácilmente cercable y controlable; los medios y personal son tradicionales y no introduce técnicas ni procedimientos complejos para el abordaje de la obra. El terreno es municipal y aunque tiene un costo patrimonial NO demanda inversión.	Como indicador rápido de referencia los volúmenes y costos a manejar son sensiblemente menores Ver Presupuestos NOTA: queda fuera de este análisis preliminar el costo operativo del mantenimiento de canales vs lagunas, pero detallando en forma general los ítems el saldo es netamente favorable a las lagunas	Ventajas de los sistemas con lagunas de retención – Procedimiento totalmente natural – Bajo impacto y gran integración en el medio natural – Facilidad de mantenimiento – Los caudales pueden tener un amplio margen de fluctuación sin que el sistema se resienta – Escasa o nula complejidad de funcionamiento	– Opción laminar. Es una solución probada con un alto número de indicadores positivos y algunas precauciones. Las ventajas de implementar una laguna de retención son numerosas, y vale la pena mencionar entre ellas el hecho de que soporta diseños para áreas aportantes relativamente grandes y mejora el valor de terrenos cercanos a ella por su carácter de área

		mismos.			<ul style="list-style-type: none"> - Admite gran variabilidad de caudales estacionales - Pueden generarse biomamasas (plantas, peces, etc.) importantes para aportar a los ecosistemas - 	<p>recreativa. Sin embargo, se debe tener cuidado en el mantenimiento de la laguna ya que podrían darse fenómenos de eutroficación y podredumbre de las aguas en caso de que no sean renovadas adecuadamente, además que en muchas partes se deberá contar con derechos de aprovechamiento de aguas para poder llenar y mantener el volumen de la laguna. Se recomienda su uso para amortiguar las crecidas de desarrollos suburbanos que cuenten con el espacio y las condiciones necesarias para su correcta implementación, con condiciones de renovación de aguas adecuadas y complementadas con un sistema de evacuación de aguas de lluvia desarrollada aguas abajo.</p>
--	--	---------	--	--	---	--

Proy 1.EE 667 - Plan Director y Proyecto Ejecutivo Desagües Pluviales de Morteros					
PRESUPUESTO DE OBRA					
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	REPLANTEO, NIVELACIÓN Y SONDEOS	Gl	1	197.650	197.650
2	TRASLADO DE ALAMBRADOS	Km	2	116.331	232.661
4	EXCAVACIÓN EN ZANJA NO CLASIF. A CIELO ABIERTO A MANO Y/O MÁQ. C/S ENTIB.	m3	23000	160	3.680.000
5	MOVIMIENTO DE SUELO				
	5.a - Desmonte	m3	70875	234	16.584.750
	5.b - Terraplén	m3	3500	234	819.000
8	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE GAVIONES	m3	10	6.350	63.500
9	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE COLCHONETAS	m2	500	690	345.000
10	HORMIGÓN SIMPLE PARA RECUBRIMIENTO DE GAVIONES Y COLCHONETAS	m3	225	7.777	1.749.834
11	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO				
	11.a - H-13 para Alcantarillas	m3	24	6.029	144.702
12	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS	m3	23000	134	3.091.430
16	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE CHAPAS CANTONERAS PARA SUMIDERS	m	100	6.506	650.636
17	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE REJAS PARA SUMIDERS	m2	1.650	8.580	14.157.000
18	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
	18.a - Provisión y Colocación de Barandas Metálicas	m	1008	1.230	1.612.800
	18.b - Provisión y Colocación de Defensas de Acero	m	12.800	1.230	15.744.000
19	INSTALACION ELECTRICA : LMT y Subteranea	gl			5.015.549
				TOTAL	64.088.512

Proy 1.EE 667 - Plan Director y Proyecto Ejecutivo Desagües Pluviales de Morteros					
PLAN DE OBRA					
Meses					
	3	6	9	12	18
	197.650				
		116.331	116.331		
	1.226.667	1.226.667	1.226.667		
	4.350.938	4.350.938	4.350.938	4.350.938	
					63.500
					345.000
					1.749.834
		48.234	48.234	48.234	
		1.030.477	1.030.477	1.030.477	
			216.879	216.879	216.879
			4.719.000	4.719.000	4.719.000
				8.678.400	8.678.400
				2.507.775	2.507.775
	5.775.254	6.772.645	11.708.524	21.551.701	18.280.387
	5.775.254	12.547.899	24.256.423	45.808.124	64.088.512
	0,09	0,20	0,38	0,71	1,00

El monto de presupuesto es a Set/17 y es un costo de construcción, no estando impactado con carga alguna como : Gs Gs, Beneficio, Imprevistos, Impuestos, otros

Consideraciones ambientales:

- Procedimiento totalmente natural
- Bajo impacto y gran integración en el medio natural
- Facilidad de mantenimiento
- Los caudales pueden tener un amplio margen de fluctuación sin que el sistema se resienta
- Escasa o nula complejidad de funcionamiento
- Admite gran variabilidad de caudales estacionales
- Pueden generarse biomamasas (plantas, peces, etc.) importantes para aportar a los ecosistemas

Consideraciones técnico-económicas: la ejecución de la obra es sencilla y tradicional; se desarrolla en un predio acotado fácilmente cercable y controlable; los medios y personal son tradicionales y no introduce técnicas ni procedimientos complejos para el abordaje de la obra.

El terreno es municipal y aunque tiene un costo patrimonial NO demanda inversión. Como indicador rápido de referencia los volúmenes y costos a manejar son sensiblemente menores

Consideraciones Hidráulicas: la laguna de retención es una opción probada con un alto número de indicadores positivos y algunas precauciones. Las ventajas de implementar una laguna de retención son numerosas, y vale la pena mencionar entre ellas el hecho de que soporta diseños para áreas aportantes relativamente grandes y mejora el valor de terrenos cercanos a ella por su carácter de área recreativa. Sin embargo, se debe tener cuidado en el mantenimiento de la laguna ya que podrían darse fenómenos de eutroficación y podredumbre de las aguas en caso de que no sean renovadas adecuadamente, además que en muchas partes se deberá contar con derechos de aprovechamiento de aguas para poder llenar y mantener el volumen de la laguna. Se recomienda su uso para amortiguar las crecidas de desarrollos suburbanos que cuenten con el espacio y las condiciones necesarias para su correcta implementación, con condiciones de renovación de aguas adecuadas y complementadas con un sistema de evacuación de aguas lluvias desarrollado aguas abajo.

El objetivo de una laguna de retención es minimizar el impacto de la capacidad de almacenamiento natural de la unidad hidrológica que controlan. Los mismos pueden ser dimensionados para mantener una lámina permanente de agua (retención) ante la presencia de suelos saturados por proximidad del acuífero freático, o permanecer secos (detención) en los períodos entre lluvias con el objeto de ser utilizados con otras finalidades por ejemplo agropecuarios.

Puntualmente se analizaron los reservorios de retención sin desborde o salida, ya que conservara el agua escurrida hasta que la misma infiltre y recircule por el acuífero freático, ver detalles del escurrimiento regional en el Primer Informe de avance y mapa de curvas de nivel del acuífero freático (ver Figura N° 2). No se descartan ascensos del acuífero freático en otros puntos según la dirección de escurrimiento subsuperficial ya que como bien se mencionó en el Primer informe de avance es de esperarse un acuífero libre en la llanura tendida y áreas mal drenadas en el orden de 0,07 % de pendiente (o sea muy bajo).

Los espacios propuestos para localizar las lagunas de retención, son los indicados en la Figura N° 11. Aminorando el impacto de las principales cuencas urbanas de la Figura N° 6 y evitando aumentar la capacidad de evacuación de los canales de borde (caso del canal Isleta y Av. Falucho) que protegen a la localidad de Morteros del ingreso del escurrimiento superficial regional en dirección SUR-ESTE. Esto es muy importante destacar ante la eventual propuesta de aportar volúmenes de agua desde “nuevos canales” respecto de los canales existentes.

Finalmente la dimensión de cada una de las 4 lagunas de retención indicadas en la Figura N° 11 serán de **150m** de ancho por **150m** por una profundidad máxima de **1m**; siendo esto un gran limitante ante la presencia del acuífero freático según lo indicado en el estudio de suelos. El área a computar de cada laguna, es 22.500m³, 22.500 m² y el perímetro de 600m. El posicionamiento final de cada laguna deberá estar legalmente verificado y avalado por el ente municipal. La Figura N° 12 es un esquema indicativo y no restrictivo. Cada nueva extensión de canal que llega a cada una de las lagunas de retención desde los nodos existentes o canales existente, se verificó manteniendo las dimensiones de estos canales existentes según el relevamiento topográfico.

Tabla N° 6 – Valores de caudal en el nodo urbano más comprometido

Recurrencia	Caudal* (m ³ /s)	Volumen (m ³)
T2años	16,1	6597
T5años	18,5	7581
T10años	18,2	7450
T100años	28,1	11519**
Nota * A la salida del nodo 17. ** Se redondeó para el cálculo de la laguna retención a 14400m ³ con margen de seguridad. 1LPS=0,001m ³ /seg		

La contención de cada laguna de retención ante desbordes internos será mediante la materialización de un terraplén compactado revestido en césped de sección transversal con una elevación máxima sobre el terreno natural de alturas máximas comprendidas entre 1 m y un ancho de base máximo de 5,8 m, ver Figura N°13; siendo verificada la estabilidad para la materialización del terraplén de cierre de cada reservorio propuesto. El suelo de préstamos del terraplén que conformará el cuerpo

de cierre de la sección transversal de cada laguna, podrá obtenerse del desmonte de cada espacio de laguna a materializar hasta 1 metro de profundidad media y/o limpieza de canales existentes. Dado que se desconoce la topografía en la zona periurbana donde se localizan gran parte de las lagunas, no es posible cubicar el volumen de desmonte final.

5 PROYECTO EJECUTIVO DE LA CUENCA SELECCIONADA	19	Proyecto ejecutivo: Memorias técnicas, planos de los sistemas de drenaje. Cálculos estructurales. Memoria Técnica de Calculo que incluya con exactitud todos los cálculos utilizados, parámetros básicos de diseño, determinación de caudales, etc. Memoria de Cálculo y Diseño Hidráulico para sistema de desagües pluviales, canalizaciones a cielo abierto, reservorios temporales, sistemas de bombeo (si corresponde) y obras de descarga final. Memoria de Cálculo y Selección del Equipamiento Electromecánico (si corresponde).
--	----	---

Los contenidos y resultados de esta actividad forman parte del legajo del Proyecto Ejecutivo que va en carpeta separada: proyecto, memorias, cálculos, parámetros de diseño, determinación de caudales. Este Coordinador dirigió el trabajo del equipo **(C2-C3-C4-C7-C8)** y la actividad estuvo bajo la responsabilidad del **C2, especialista hidráulico.**

5 PROYECTO EJECUTIVO DE LA CUENCA SELECCIONADA	20	Plano general de implantación indicando la infraestructura existente y la infraestructura proyectada. Planimetría General que incluya la localización de todos los componentes: sistema de desagües pluviales, canalizaciones a cielo abierto, reservorios temporales, sistemas de bombeo y obras de descarga. Plano del Perfil Hidráulico de los sistemas de conducción.
--	----	---

Los contenidos y resultados de esta actividad forman parte del legajo del Proyecto Ejecutivo que va en carpeta separada: proyecto, memorias, cálculos, parámetros de diseño, determinación de caudales. Este Coordinador dirigió el trabajo del equipo **(C2-C3-C4-C7-C8)** y la actividad estuvo bajo la responsabilidad del **C7, especialista dibujante.**

5 PROYECTO EJECUTIVO DE LA CUENCA SELECCIONADA	21	Planimetrías Generales con la implantación de la obra que incluya el amanzanamiento, interferencias, sistema de desagües pluviales, canalizaciones a cielo abierto, reservorios temporales y obras de descarga, diámetros nominales, cotas de terreno, cotas de extradós, cámaras de inspección etc. Planos de Detalle. Planos de instalaciones de bombeo, que incluyan plantas y cortes. Planos generales y de detalle de los reservorios.
--	----	---

Los contenidos y resultados de esta actividad forman parte del legajo del Proyecto Ejecutivo que va en carpeta separada: proyecto, memorias, cálculos, parámetros de diseño, determinación de caudales. Este Coordinador dirigió el trabajo del equipo **(C2-C3-C4-C7-C8)** y la actividad estuvo bajo la responsabilidad del **C2, especialista hidráulico.**

5 PROYECTO EJECUTIVO DE LA CUENCA SELECCIONADA	22	Elaboración de un programa de limpieza y mantenimiento del sistema pluvial.
--	----	---

Como lo indica el TDR la responsabilidad de la actividad recayó en el Consultor 4, con la intervención de los C2-3-5-8 y la Coordinación de este Coordinador, aportando cada uno del expertise propio de su especialidad en los diversos componentes de mantenimiento y limpieza

Atento a que el actual sistema de manejo pluvial de la ciudad de Morteros y alguna alternativa prevista que puede ser considerada en algún momento, cuenta sólo con canales excavados en tierra, se impone dejar abierta las posibilidades del sistema y su ampliación para un desarrollo futuro. En tal caso debe preverse que se recurra a incorporaciones innovadoras de lo existente – canales revestidos – o que un nuevo status del sistema de drenaje éste pueda ser utilizado complementariamente para un servicio de riego local u otra aplicación que implique estructuras y componentes conocidos pero que hoy no forman parte del actual sistema (drenes subterráneos, tubos, compuertas, válvulas., otros). Esto debe preverse con algún plañon en el Programa de Mantenimiento

En la línea de pensamiento de que quienes proyectamos infraestructura tenemos la obligación técnica, además de ser de buena práctica, de proyectar nuestra visual previsor y tutelar sobre el desarrollo futuro de los sistemas y la atención permanente a la calidad de vida de la población bajo cualquier condición – que es el objetivo final para el que trabajamos en esto - , este punto se va a desarrollar sobre dos premisas

- Una es que este programa o rutina de limpieza y mantenimiento se extenderá desde los canales a otros posibles elementos derivados del canal de desagüe como son los canales de riego (requeridos en la normativa local cordobesa por la DIPAS), a estructuras de conducción y drenaje que no son ajenas a un sistema de saneamiento pluvial como drenes a cielo abierto o entubados, otras estructuras, atendiendo a que este sistema actual de Morteros puede incorporar en algún momento estructuras del tipo mencionado reformulando su sistema actual de drenado urbano respondiendo a la demanda , p ej, del crecimiento y desarrollo urbano.
- Otra es que el presente desarrollo es un esquema preliminar que se completará y concluirá al momento del cierre de la Actividad, dado que el

completamiento de esta Actividad está previsto para el momento del cierre del proyecto.

Programa de Limpieza y Mantenimiento del Sistema Pluvial

Mantenimiento de Canales NO Revestidos

La principal actividad en el mantenimiento de este tipo de estructuras son

- Descolmatación de la base del canal llegando a las medidas originales de la sección
- Deshierbo o desbroce de los bordes, eliminación de vegetación
- Reforzamiento de bordes y relleno de roturas con material adecuado. Para este tipo de trabajo se puede utilizar maquinaria bull dozer tipo D-4 a D-6 o se lo puede hacer manualmente, dependiendo del caudal que transporte el canal o del tamaño de la sección.
- Cajeo o rectificación de taludes
- Extendido del material de limpia para evitar alturas exageradas. Cuando no existiera espacio para el extendido será necesario el uso de volquetes para trasladar el material a otros lugares donde no obstaculice los trabajos ni el tránsito.
- Cuando recién se construye un canal (revestido o de tierra) pueden aparecer en este tiempo inicial problemas como filtraciones, roturas, etc. Para visualizar debidamente estas imperfecciones se deben cargar en estos tiempos iniciales un caudal muy pequeño e ir represando el agua en pequeñas cantidades y tramos y someterlo a observación y control permanente. Luego, a medida que se verifica el comportamiento normal se va llenando lentamente el canal en todos sus tramos.
- Si hay filtraciones y éstas no son excesivas, pueden corregirse regulando el caudal (altura de agua) dando tiempo para el asentamiento del bordo y drenando los excesos de agua.
- Al echar el agua de llenado del canal hay que evitar los cambios repentinos o violentos dado que estas situaciones provocan erosión. Estas misma previsiones hay que tomar para canales revestidos ya que siempre pueden aparecer fisuras, asentamientos o fallas de pared o fondo por lo que la puesta en régimen debe ser siempre gradual y supervisar muy bien y con rutinas enfocadas en cada caso donde se indiquen los pasos a seguir; los puntos a verificar o controlar; la periodicidad de esos controles, otros (casos de alcantarillas, compuertas, caídas, tomas, etc) por supuesto en el caso que el sistema tenga o haya incorporado este tipo de estructuras. Que como dijimos

pueden incorporarse al sistema de canales o cuando el sistema se complejiza y eficientiza ampliando a derivaciones o canales de riego, drenes y demás.

- También se aumenta la resistencia a la filtración cuando previo al llenado se extiende una capa de arcilla sobre fondo y taludes. En todos los casos deben obedecerse las especificaciones del preparado como la forma de extendido, los tiempos de oreado y "tirado" y demás cuidados que eviten consecuencias no queridas.
- Cuando los bordes se desmoronen o rompan, deben colocarse piedras sueltas y macizas para afirmar la base del suelo y restablecer la estabilidad de los mismos. Deben respetarse las mecánicas ad hoc para este tipo de intervención.
- Se puede permitir y hasta provocar el crecimiento de alguna vegetación en los bordes pero con especies que impidan el crecimiento de "malas hierbas". Se recomienda hacerlo especialmente en tramos críticos, propensos o bajo riesgo de erosión, para conferirle mayor consistencia al sector.

Oportunidad de las intervenciones/Rutinas. Periodicidad.

El retiro del material sedimentado en el fondo del canal debe retirarse cuando el material acumulado en la sección haya alcanzado alrededor de 30 cm de altura. Esta actividad debe realizarse al menos 2 (dos) veces al año.

La periodicidad de la eliminación de la vegetación en taludes y fondos de canal depende del ciclo de las plantas allí asentadas y de las condiciones climáticas de la zona. Esta acción se realiza 2 (dos) veces al año, puede ser a mano o con maquinaria pesada (retros o pala mecánica). La vegetación del fondo de los canales aumenta el tirante de agua y no tiene consecuencias serias en canales de desagüe común. Pero en el caso de drenes u otro sistema agregado al de desagüe que haya incorporado estructuras como alcantarillas o salida de drenes subterráneos, por lo que debe respetarse a rajatabla la frecuencia indicada y tratando de extraerla de raíz.

La vegetación en taludes debe controlarse de forma sistemática y con ciclos de control cortos y sucesivos. En el caso de suelos arenosos esta mecánica permite controlar la erosión y disminuir por lo tanto la resistencia al flujo de agua.

Cuando el sistema cuente con EEA (Estaciones de bombeo) en el tratamiento del flujo final, el esquema de mantenimiento deberá responder a

- Supervisión diaria
- Lubricación periódica e inspección mecánica (según especificaciones de piezas y materiales)
- Ajuste mecánico

- El personal de operación y mantenimiento debe ser especializado y experimentado

Canales o drenes entubados (utilizados en zonas de descarga final)

En algunas situaciones críticas, o estacionales pero muy marcadas y extremas o que se mantienen a lo largo de mucho tiempo, se suelen proyectar drenes subterráneos que capten el agua subterránea y controlen el nivel de la napa. Son parte de las herramientas que pueden llegar a incorporarse a este sistema de desagües de la ciudad de Morteros.

Para asegurar el mejor funcionamiento de las conducciones entubadas (drenes subterráneos) es necesario un periódico y adecuado mantenimiento. Los principales problemas que se presentan en los canales o drenes entubados son

Acumulación de lodo o tierra que ingresa al sistema cuando se lo instala o a través de las juntas. Especialmente cuando no se usa el material filtroprotector adecuado de juntas o se mal utiliza

Obstrucción del sistema por ingreso de raíces de árboles (especialmente frutales) lo que disminuya la capacidad del dren. Esto puede desembocar en la destrucción del caño o del dren si ataca en grandes tramos, porque las raíces desarrolladas en el interior del caño pueden alcanzar un volumen importante.

Sellado de las juntas o del material filtroprotector por la entrada de sedimentos o tierra que aumentan la resistencia al agua a la entrada al sistema de drenajes con la consiguiente elevación del nivel freático.

La limpieza de los tubos puede normalmente hacerse anualmente, salvo situaciones puntuales críticas o falencias del sistema en algunos puntos determinados del sistema: cruces, puntos bajos, fallas, etc. La limpieza en general se hace introduciendo varillas o tubos semirrígidos de PVC o mangueras, para bombear agua en el caño y arrastrar el material hacia la salida del dren. Para tramos accesibles se usan unos cepillos de acero espiralados para extraer las ramas.

Mantenimiento de las vías de acceso y/o vigilancia.

Los caminos de acceso a las distintas zonas o tramos del sistema de drenaje pluvial deberán ser mantenidos de tal forma que estén permanentemente en condiciones permitiendo el tránsito normal de la maquinaria de mantenimiento. Los trabajos consistirán en limpieza, nivelación y relleno en todos los tramos necesarios y si se lo requiere, en algunos tramos deberán hacerse trabajos de compactación.

Debe evitarse que los bancos de escombros o banquetas de préstamos de suelo o los restos naturales de las trojas de material de cualquier uso eleven permanentemente el nivel del camino (rasante) dificultando la circulación, cruces,

bajadas, su acceso. Para lo cual si es necesario deberán hacerse trabajos de nivelación.

Esta actividad es necesaria para que el material de sedimento o vegetación extraída del cauce del canal o de excavación de canales por mantenimiento de la sección se encuentre esparcido uniformemente sobre el camino o por los terrenos aledaños agrícolas. Esta tarea debe llevarse a cabo una vez que el material esté en condiciones de ser movido en forma fácil.

En casos de canales o drenes de sección importante en que los bordes cuentan con una senda o camino de circulación en algún caso para vehículos importantes, la conservación de los mismos, aunque de distinto tratamiento del borde mismo, pero debe incluirse dentro de la rutina establecida para facilitar y garantizar el acceso y el servicio.

Mantenimiento de distintas piezas del sistema

De estructuras metálicas u obras de arte: desde su montaje, implantación y puesta en servicio estas piezas deben ser objeto de un celoso como normado mantenimiento, toda vez que su reparación, reposición o construcción son altamente costosas. Una mala política de mantenimiento acorta la vida útil de las piezas o estructuras y anula el objetivo para el que fueron construidas. Y estas consecuencias se potencian en el caso de piezas metálicas o de obras de arte.

Principales acciones de mantenimiento

Estructuras, piezas o dispositivos metálicos:

Revisión y/o cambio de sellos de hermeticidad
Cambios de pernos o guías corroídos
Engrase periódico en cables de izaje y bocinas
Lubricación periódica en mecanismos que lo necesitan
Pintado de compuertas: rasqueteo, base, pinturas epoxi-anticorrosivas marinas.

Estructuras de concreto u hormigón en sus distintas variantes

Relleno tratado de fisuras respetando absolutamente el uso, dosaje/preparación y la aplicación del material

Cuando haya que remover concreto viejo, deberá respetarse la mecánica básica: rasquetado o remoción del concreto anterior; demolición o aplicación de mordiente en el hormigón rasquetado; aplicación del nuevo.

Cuando el deterioro del concreto es excesivo es recomendable el reemplazo

En general, las partes metálicas y de madera en los sistemas de pluviales y sus derivados (canales, drenes subterráneos, piezas – compuertas, tubos, válvulas) debe pintarse y lubricarse en base a una rutina establecida para prolongar su duración.

5 PROYECTO EJECUTIVO DE LA CUENCA SELECCIONADA	23	Cómputos de materiales y presupuesto (a nivel de detalle).
--	----	--

La actividad estuvo a cargo del Consultor 4 especialista en instalaciones apoyado por los especialistas hidráulicos C2 y C3 que aportaron en el cómputo y presupuesto de las obras que hacen a su especialidad (obras civiles). Todo bajo la coordinación de este Consultor Coordinador. Y la intervención del C 8 Los resultados y productos de esta actividad se anexan al presente y forman parte del Legajo del Proyecto.

Proy 1.EE 667 - Plan Director y Proyecto Ejecutivo Desagües Pluviales de Morteros					
PRESUPUESTO DE OBRA					
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	REPLANTEO, NIVELACIÓN Y SONDEOS	Gl	1	197.650	197.650
2	TRASLADO DE ALAMBRADOS	Km	2	116.331	232.661
4	EXCAVACIÓN EN ZANJA NO CLASIF. A CIELO ABIERTO A MANO Y/O MÁQ. C/S ENTIB.	m3	23000	160	3.680.000
5	MOVIMIENTO DE SUELO				
	5.a - Desmonte	m3	70875	234	16.584.750
	5.b - Terraplén	m3	3500	234	819.000
8	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE GAVIONES	m3	10	6.350	63.500
9	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE COLCHONETAS	m2	500	690	345.000
10	HORMIGÓN SIMPLE PARA RECUBRIMIENTO DE GAVIONES Y COLCHONETAS	m3	225	7.777	1.749.834
11	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO				
	11.a - H-13 para Alcantarillas	m3	24	6.029	144.702
12	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS	m3	23000	134	3.091.430
16	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE CHAPAS CANTONERAS PARA SUMIDEROS	m	100	6.506	650.636
17	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE REJAS PARA SUMIDEROS	m2	1.650	8.580	14.157.000
18	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
	18.a - Provisión y Colocación de Barandas Metálicas	m	1008	1.230	1.612.800
	18.b - Provisión y Colocación de Defensas de Acero	m	12.800	1.230	15.744.000
19	INSTALACION ELECTRICA : LMT y Subteranea	gl			5.015.549
				TOTAL	64.088.512
El monto de presupuesto es a Set/17 y es un costo de construcción, no estando impactado con carga alguna como : Gs Gs, Beneficio, Imprevistos, Impuestos, otros					

Proy 1.EE 667 - Plan Director y Proyecto Ejecutivo Desagües Pluviales de Morteros					
PLAN DE OBRA					
Meses					
	3	6	9	12	18
	197.650				
		116.331	116.331		
	1.226.667	1.226.667	1.226.667		
	4.350.938	4.350.938	4.350.938	4.350.938	
					63.500
					345.000
					1.749.834
		48.234	48.234	48.234	
		1.030.477	1.030.477	1.030.477	
			216.879	216.879	216.879
			4.719.000	4.719.000	4.719.000
				8.678.400	8.678.400
				2.507.775	2.507.775
	5.775.254	6.772.645	11.708.524	21.551.701	18.280.387
	5.775.254	12.547.899	24.256.423	45.808.124	64.088.512
	0,09	0,20	0,38	0,71	1,00

COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO					
					Enero 2018
Alumbrado Publico calle Marconi y Laguna					
Item	DESIGNACION	unid	Cant.	\$/U	\$ TOT.
1	Gabinete para Ao Po s/ Poste Hormigon	u	2,00	18900,00	37800,00
2	Columna met. 8 m h libre (8,8 m Total)	u	78,00	4900,00	382200,00
3	Capuchon para Col Recta 1 Arterf. 60,3 mm	u	78,00	1500,00	117000,00
4	Artefacto APco LED 180 W	u	78,00	6890,00	537420,00
5	tablerito pertinax c/2fus. J15 y bornera tetrapolar	u	78,00	185,00	14430,00
6	Jabalina Ac-Cu 14mm L 1,5m c/tomacable	u	78,00	180,00	14040,00
7	Cable de Cu aislado en PVC verde/amar. 10 mm2	m	117,00	18,00	2106,00
8	Terminal de compr. De 10 mm2 Cu	u	78,00	5,00	390,00
9	Hormigon elaborado H13	m3	31,20	2000,00	62400,00
10	cable Cu subt aisl. PVC 3x10+10 mm2	m	1300,00	120,800	157040,00
11	cable Cu subt aisl. PVC 3x6+6 mm2	m	1100,00	98,900	108790,00
12	cable Cu subt aisl. PVC 3x4+4 mm2	m	900,00	64,500	58050,00
13	cable Cu subt aisl. PVC 3x2,5 mm2	m	858,00	30,480	26151,84
14	Materiales Vs (terminales, etc)	u	78,00	12,000	936,00
15	Interruptor fotoelectrico 10 A c/base	u	2,00	186,000	372,00
16	Malla de advertencia "riesgo electrico" Roja 0,15m	m	1600,00	5,200	8320,00
					\$ 1.527.445,84
TOTAL de MATERIALES (A)				mas IVA	\$ 1.848.209,47
Transporte 5 % de (A):		\$	92.410,47		
Subtotal (B):					\$ 1.940.619,94
Mano de Obra 35 % de (A):		\$	646.873,31		
Subtotal (C):					\$ 2.587.493,25
Imprevistos 5 % de (C)		\$	129.374,66		
Subtotal (D):					\$ 2.716.867,92
Gastos Indirectos y Grales. 15 % de (D)		\$	407.530,19		
Subtotal (E):					\$ 3.124.398,10
Beneficios 10 % de (D)		\$	312.439,81		
MONTO DE OBRA:				\$	3.436.837,91

COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO				27/1/2018		
LMT (con 2 E 414) para Ao Po Calle Marconi - Morteros						
Item	DESIGNACION	componen.	Cant.	U\$S/unidad	\$ TOT.	
1	aislador campana	MN 3 a	u	99,00	9,489	939,41
2	aislador de susp. a perno/organ	Abator	u	12,00	21,98	263,76
3	Atadura preformada	2.8 mm	u	99,00	9,457	936,24
4	alambreon de Cobre 8mm (50 mm2)	cu 8 mm	m	64,00	8,372	535,81
5	Apoyo p/ escalera completo c/2 abraz. Diam. 350	H 12	u	4,00	56,780	227,12
6	Arandela elastica 13,2	MN 32 a	u	138,00	0,074	10,21
7	Arandela plana	MN 30	u	169,00	0,086	14,53
8	arandela presion diam.19	MN 32 b	u	18,00	0,123	2,21
9	arandela bimetalica Al Cu 1/2"		u	36,00	1,064	38,30
10	Semi Abrazadera c/bulon diam.350-400	Q151/Q157	u	8,00	12,287	98,30
11	Semi Abrazadera c/bulon diam.300		u	8,00	10,260	82,08
12	Bloquete de Ho.Go	Q 320	u	84,00	0,901	75,68
13	Bloquete de laton	Q 320E	u	28,00	2,938	82,26
14	Cinta aisladora PVC 19 x 10 m		u	4,00	2,570	10,28
15	Cable ALAl 50mm2 desnudo	50 mm2	m	7300,00	1,200	8760,00
16	cable Cu 25 mm2 (form. 1x7)	IRAM 2004	m	144,00	4,103	590,83
17	cable tipo Sintenax 1x120 de cu		m	40,00	18,383	735,32
18	cordón acero cincado(form.1x19)	MN 100	m	154,00	0,618	95,17
19	Descargador autovalvula	15kV-5kA	u	6,00	46,207	277,24
20	estribo de retención	Q 103 s	u	12,00	11,122	133,46
21	grampa bifilar bimet.50x25mm2	1981/2B	u	6,00	2,619	15,71
22	grampa peine de Bronce 1986/3	.1986/3	u	30,00	1,340	40,20
23	grampa de tres bulones	MN 191	u	6,00	5,486	32,92
24	grampa conectora dentada	G427	u	9,00	5,682	51,14
25	grampa puesta a tierra	G 301B	u	42,00	0,532	22,34
26	grampa puesta a tierra	G 303	u	9,00	0,934	8,41
27	grampa puesta a tierra	G 302	u	105,00	0,511	53,66
28	Morsa de retencion p/ 50 mm	2Fo 1991/1	u	12,00	9,475	113,70
29	horquilla con pasador	MN 224	u	12,00	4,280	51,36
30	jabalina AC-CU diam.14mm x 1,50m		u	34,00	7,332	249,29
31	Tomacable p/ jabalina lisa de 14		u	34,00	2,900	98,60
32	perno recto	MN 411 b	u	96,00	3,493	335,33
33	perno recto alargado	MN 411 alarg	u	3,00	4,201	12,60
34	Pieza intermedia	Q 113	u	9,00	5,201	46,81
35	Pieza intermedia	Q 115	u	9,00	6,201	55,81
36	Seccionador fusible c/cartucho	XS	u	6,00	112,026	672,16
37	seccionador A CUCHILLA 15kv		u	0,00	166,000	0,00
38	terminal de compresion COBRE	TMO 25	u	10,00	2,000	20,00
39	terminal de compresion a mordaza Bronce	10-70	u	8,00	2,602	20,82
40	terminal tipo banderita	GHS25	u	34,00	3,312	112,61
41	Rack	MN482L	u	4,00	3,309	13,24
42	Aislador roldana MN17		u	4,00	2,464	9,86
43	Estructura de Ho E 414-M completa	E 415-M1	u	2,00	1300,00	2600,00
44	Poste Ho.Ao Po11 Ro 625		u	27,00	389,00	10503,00
45	Poste Ho.Ao Po11 Ro 4500		u	1,00	655,00	655,00
46	mensula K1,8 Ro 2500 c/ lobulos		u	0,00	82,30	0,00
47	mensula K1,8 Ro 1250		u	1,00	70,15	70,15
48	Transformador Dist. 13,2/380/220 25 KVA		u	2,00	3100,00	6200,00
49	Seccionador APR 500V/600A C/LED (MN 239)		u	6,00	68,00	408,00
TOTAL en Dolares:			Dolar	20,00	36380,93	
TOTAL en \$					\$ 727.618,64	
TOTAL de MATERIALES (A)				mas IVA	\$ 880.418,55	
Transporte 5 % de (A):		\$ 44.020,93				
Subtotal (B):					\$ 924.439,48	
Mano de Obra 30 % de (A):		\$ 264.125,57				
Subtotal (C):					\$ 1.188.565,05	
Imprevistos 5 % de (C)		\$ 59.428,25				
Subtotal (D):					\$ 1.247.993,30	
Gastos Indirectos y Grales. 15 % de (D)		\$ 187.199,00				
Subtotal (E):					\$ 1.435.192,30	
Beneficios 10 % de (D)		\$ 143.519,23				
MONTO DE OBRA:					\$ 1.578.711,53	

5 PROYECTO EJECUTIVO DE LA CUENCA SELECCIONADA	24	Pliego de Especificaciones técnicas particulares
--	----	--

La actividad estuvo a cargo del Consultor 4 especialista en instalaciones apoyado por los especialistas hidráulicos C2 y C3 que aportaron a la redacción de Especificaciones de las obras que hacen a su especialidad (obras civiles). Todo bajo la coordinación de este Consultor Coordinador. Y la intervención del C8. Los resultados y productos de esta actividad forman parte del Legajo del Proyecto.

6 ESTUDIOS AMBIENTALES	25	Estudio línea de base para el estudio de impacto ambiental.
6	26	Comparación de las condiciones ambientales con y sin proyecto. Estudio ambiental de las zonas más vulnerables.
6	27	Análisis de riesgos ambientales, proponiendo plan de contingencia
6	28	Evaluación de impacto ambiental de los proyectos ejecutivos, tanto durante la fase de obra como operativa.
6	29	Plan de gestión ambiental, programas de prevención y mitigación de riesgos durante etapa de obra y etapa operativa del proyecto ejecutivo.

Los componentes ambientales de las actividades mencionadas estuvieron a cargo del Consultor Ambiental, C5 siendo apoyado a lo largo del proyecto por distintos especialistas según el caso y en forma permanente la colaboración y asistencia del C8.

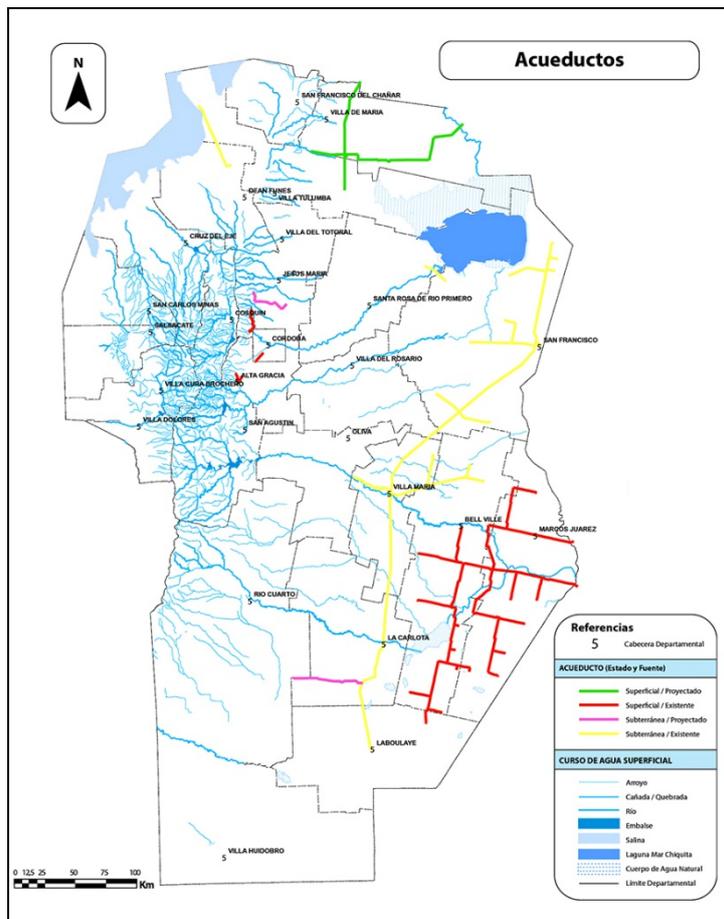
El desarrollo de las actividades específicas del C5, el trabajo sobre los componentes y el logro de los Productos esperados se asientan en su Informe Final que repasa la totalidad de actividades del Consultor 5 en todo el proyecto. En el caso de estas actividades finales se registran aquí algunas conclusiones finales, indicadores, medidas e impactos, coordinadas por este Coordinador, que demuestran el cumplimiento de los objetivos.

Así el Consultor, apoyado en el equipo de especialistas elaboró

- Descripción del Marco Legal
- Estudio de Línea de Base
- Comparación de las condiciones ambientales con y sin proyecto.
- Análisis y caracterización de riesgos ambientales. Propuesta del Plan de Contingencia
- Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)
- Plan de Gestión Ambiental, programas de prevención y mitigación (para proyecto y obra).
- Y como input al Estudio Económico-Financiero-Social (Consultor 6) el aporte del Impacto económico de los rubros e inversiones para implementación del PGA y rubros y su valoración del daño económico evitado por la ejecución de las obras. Obran en el informe del Consultor 6

Descripción del Marco legal: el Consultor, en su Informe, asienta un precisado detalle del Marco legal municipal, provincial, Nacional e Internacional. Menciona los plexos en cada caso: Constitución Nacional, Código Civil, Leyes de Presupuestos Mínimos; Ley Gral de Ambiente; Leyes Nac, Prov y Municipales que legislan sobre la protección de los Recursos Naturales: regulan aire, suelo, medio ambiente, flora, fauna, manejo de residuos. Otros.

Línea de Base Ambiental: el Consultor 5 en su Informe asienta la “situación de salida”, refiriendo la categorización y sus indicadores respectivos de aspectos detallados en lo productivo, en lo social, en los servicios, en el nivel poblacional (nivel socioeconómico y cultural; base social, demografía, desarrollo socioeconómico, salud, educación, empleo), clima, geomorfología, hidrología, niveles freáticos, sismicidad, suelos, uso del suelo, flora, fauna, ecología, vulnerabilidad,



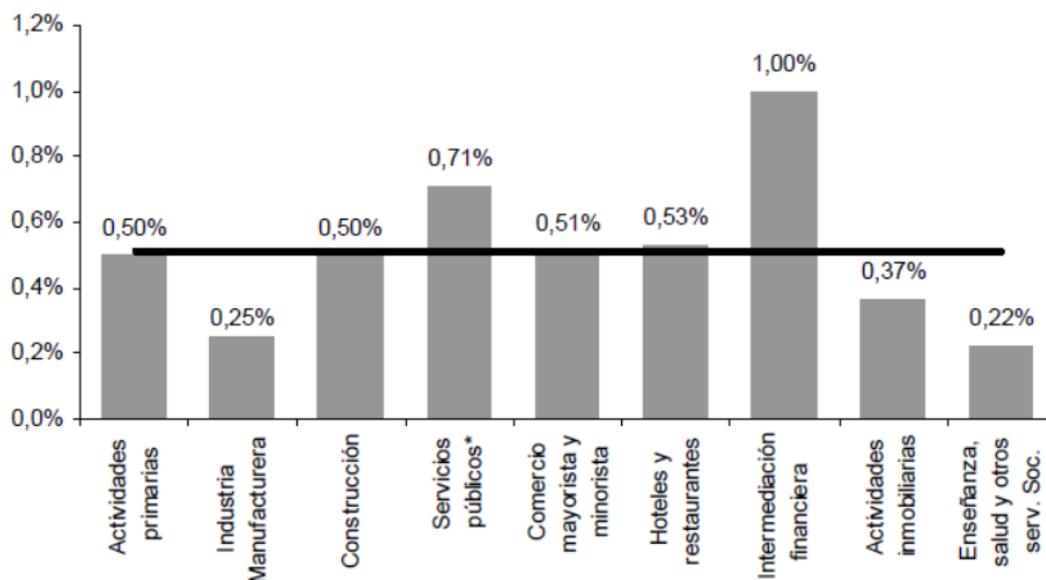
Análisis ambiental con y sin proyecto

ANÁLISIS DE LOS FACTORES AMBIENTALES ANTES Y DESPUES DEL PROYECTO

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ANTES DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO
INERTE	AIRE	Olores ocasionales que las napas subterráneas se hacen superficiales	Minimización de los olores producto de la correcta y completa captación y conducción de las escorrentías de la ciudad.
	CLIMA	Afectación relativa	Afectación relativa e indirecta
	SUELO	Afectación del suelo y su capacidad de soporte a consecuencia de la localización superficial de las napas	Recuperación paulatina de la calidad de los suelos a consecuencia de

		de agua	la correcta y completa captación, conducción y tratamiento de las escorrentías superficiales de la ciudad.
	AGUA	Deriva de la contaminación en napas subterráneas y cuerpos superficiales de agua en la ciudad y sus alrededores. Aportes de este subsistema a la Laguna de Mar Chiquita con la consecuente afectación de dicho cuerpo receptor.	Recuperación paulatina de la calidad del agua subterránea y superficial a consecuencia de la correcta y completa captación y conducción de las escorrentías superficiales de la ciudad.
	PROCESOS ECOSISTÉMICOS	Afectados seguramente por la incidencia de la contaminación de suelo y agua. Asimismo, dichos procesos están en franca afectación producto de la transformación de los usos del suelo en la ciudad y sus alrededores por el avance de la agricultura y ganadería y sus industrias asociadas, que ha modificado sensiblemente los procesos ecosistémicos del sector con pérdida de especies animales y vegetales, deterioro de la calidad de suelos y aguas y fragmentación de los ecosistemas naturales.	Al minimizarse la incidencia de la presencia casi permanente de agua freática, paulatinamente disminuirá el impacto de este problema sobre los procesos ecosistémicos,.
BIÓTICO	FLORA	La flora se ve afectada por el nivel de saturación de los suelos y ecosistemas	Es esperable la recuperación progresiva de especies de la flora local en referencia al

			estado de sus especies actuales.
	FAUNA	La fauna se ve afectada por el nivel de saturación de los suelos y ecosistemas	Es esperable la recuperación progresiva de especies de la fauna local en referencia al estado de sus especies actuales.
PERCEPTUAL	PERCEPTUAL	No resulta muy relevante	Es esperable que el proyecto resuelva a la comunidad la necesidad de estar pendiente de los procesos de inundación.
SOCIAL	SOCIAL	Actualmente, el nivel de alerta de la comunidad en momentos de lluvias extraordinarias es importante a consecuencia de las inundaciones que se producen	La comunidad al contar con un sistema eficiente de captación, y conducción de las escorrentías disminuirá su preocupación sobre esta temática mejorando su calidad de vida.
ECONÓMICO	ECONÓMICO	En la actualidad, resulta importante la incidencia en el presupuesto de la ciudad a fin de abordar la emergencia en momentos de lluvia extraordinaria con el costo que supone. desde el área de salud con presupuestos extra para hacer frente a los planes de prevención de enfermedades gastroenteríticas en épocas críticas del año.	El proyecto disminuirá sustancialmente los costos municipales en servicios de prevención y emergencia en momentos de inundaciones



Área de influencia del Proyecto

Se entiende por área de influencia la unidad espacial o el radio de acción del proyecto. El área de influencia abarca la porción del territorio donde potencialmente se manifiestan los efectos de la obra sobre la totalidad del medio ambiente o a través de algunos de sus componentes naturales, sociales o económicos.

A los efectos del análisis espacial de los impactos se definieron las áreas de influencia de la obra

El área de influencia directa

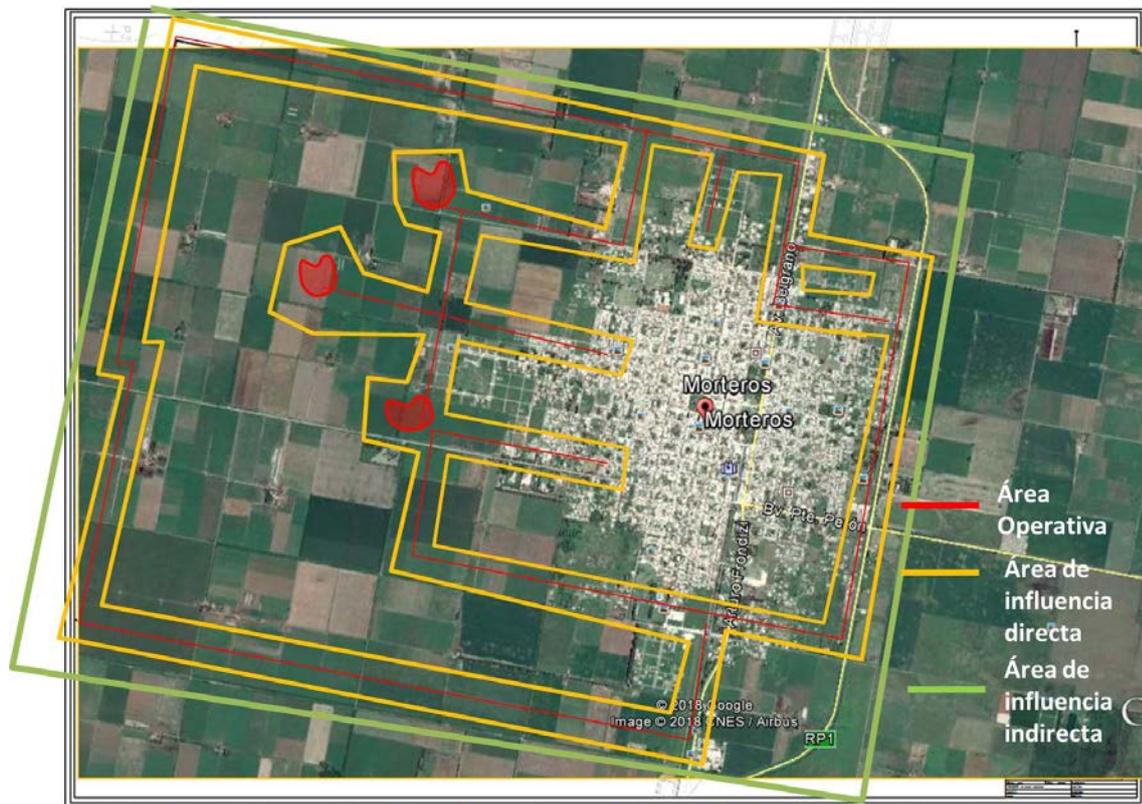
El área de influencia directa comprende la zona aledaña al área operativa que se verá afectada directa o indirectamente por la planificación, construcción u operación de la obra y sus componentes.

Dentro del área de influencia directa se encuentra el área operativa del proyecto, es aquella que se encuentra directamente involucrada por la implantación y construcción de la obra de desagües, incluyendo zona de caminos, caminos auxiliares, áreas de préstamo, obradores y campamentos esenciales para la ejecución de la obra. Es aquí donde se concentrarán los impactos ambientales, negativos durante el proceso de obra, vinculados fundamentalmente a la etapa de construcción. y los impactos positivos durante la etapa de funcionamiento de la misma, producidos en forma directa e inmediata

En la etapa de construcción se prevé que el área de influencia directa comprenda hasta los 200m. equidistantes a ambos lados de la traza de excavación para prolongación de los canales y para la construcción de las lagunas de retención proyectadas, como así también hasta los 100m equidistantes a ambos lados de la traza los canales existentes que serán sometidos a redimensionamiento (comprendiendo obras de ampliación y saneamiento de los mismos

En la etapa de operación y mantenimiento la misma se reducirá prácticamente a la superficie abarcada por la traza de los canales y el área ocupada

por las lagunas antes mencionadas como así también el área de descarga en el Canal Maestro hasta el punto de vuelco de los excedentes hídricos en la laguna Mar Chiquita que cumple la función de cuerpo receptor de los mismos.



Como se puede apreciar en la imagen anterior la obra al momento de concluirse cubrirá casi la totalidad de la ciudad.

El área de influencia indirecta

Es el área que de alguna manera podrá verse influenciada por la obra en sus etapas de construcción u operación con una influencia menor.

En este caso en particular el área de influencia indirecta comprende todo el ejido municipal de la ciudad de Morteros, ya que el Proyecto de desagües pluviales abarca a la misma en su totalidad.

En la misma se incluyen los impactos en los indicadores socioeconómicos a escala local.

➤ **Análisis de Riesgo y Plan de Contingencia (aspectos metodológicos referenciales)**

El análisis de riesgos consiste en identificar los riesgos que enfrenta el proyecto evaluando su probabilidad de ocurrencia y combinándola con el impacto de los mismos

El resultado del análisis sirve de guía para definir la respuesta a los mismos.

Una vez identificados los riesgos, se elaborará una matriz de probabilidad e impacto, la cual especificará las combinaciones de valores para la probabilidad, y para el impacto de cada riesgo detectado, lo cual permitirá clasificarlos en prioridad baja, moderada y alta.

Respecto al Plan de Contingencia, éste permitirá; una vez elaborado, prevenir, informar y tomar acción ante contingencias ambientales que puedan presentarse en el período de tiempo que insuma el desarrollo de la obra de ampliación de desagües pluviales para la ciudad de Morteros.

Éste Plan, comprende todas las tareas de construcción, operación, mantenimiento, desafectación (abandono o retiro) de la obra de ampliación de desagües pluviales para la ciudad de Morteros ejecutada por personal de la empresa contratista.

El Plan de Contingencias Ambientales se encuentra basado sobre un análisis de riesgo general de las actividades de construcción, operación, mantenimiento, desafectación y abandono de la obra. Es por ello que, en primer lugar, para la confección de este Plan, se determinó la probabilidad de ocurrencia de cada contingencia ambiental sobre los lugares, recursos o personas que pudieran recibir impactos o consecuencias por actividades que podrían generar contingencias ambientales.

Contingencias Ambientales Identificadas

- Inundaciones
- Derrame de sustancias peligrosas
- Accidentes de maquinarias en el área del proyecto de construcción del sistema de desagües
- Accidentes de tránsito con vehículos livianos o pesados
- Accidentes que involucren a ciudadanos
- Accidentes que involucren a operarios
- Incendios

Lugares o recursos que podrían afectarse por una contingencia ambiental

- Asentamientos de tipo poblacional
- Cursos de agua artificiales (canales existentes)
- Acuíferos subterráneos.
- Establecimientos agropecuarios, industriales, etc.
- Fauna y flora autóctona
- Áreas de recreación.
- Otras áreas de particular sensibilidad ambiental.

La probabilidad de ocurrencia se medirá siguiendo las siglas siguientes:

A (Alta o Muy Probable)

M (Media o Probable)

B (Baja o Puede Ocurrir)

Obtenida la probabilidad de ocurrencia, se medirá la magnitud de las consecuencias. **La magnitud o gravedad de las consecuencias** se medirá siguiendo las siglas siguientes:

A (Alta: Afecta a todo o casi la totalidad del lugar o recurso)

M (Media: Afecta gran parte del lugar o recurso)

B (Baja: afecta parcialmente al lugar o recurso)

Una vez establecida la calificación de ambos parámetros, se puede conocer el Riesgo de la Contingencia, mediante la utilización de la Matriz de Riesgos:

		Probabilidad		
		Baja	Media	Alta
G r a v e d a d	Alta	MODERADO	IMPORTANTE	INTOLERABLE
	Media	MEDIO	MODERADO	IMPORTANTE
	Baja	BAJO	MEDIO	MODERADO

Los riesgos, una vez evaluados, reciben una magnitud que comprende las siguientes posibilidades que surgen de la Matriz de Riesgos:

- Bajo
- Tolerable
- Moderado
- Importante
- Intolerable

Medidas Generales

Estas medidas tienen la finalidad de generar acciones tendientes a minimizar las consecuencias de eventuales contingencias ambientales que pudieran afectar directa o indirectamente el medio ambiente durante el desarrollo de una obra o durante tareas de operaciones, mantenimiento o desafectación de las instalaciones.

Impacto Ambiental del Proyecto

a) Evaluación de impactos ambientales del proyecto ejecutivo fase de obra y operativa

Identificación y evaluación de los impactos

El objetivo es identificar y evaluar los impactos que el proyecto genera sobre el ambiente tanto en la fase constructiva como en la fase operativa.

Para ello es necesario determinar las acciones, tareas o actividades, que se llevarán a cabo durante la construcción y durante el funcionamiento del mismo. Se entiende por tareas a las acciones que, potencialmente, pueden generar impactos sobre el ambiente. Luego de establecer las acciones para cada fase, se enumerarán

los factores ambientales susceptibles de ser afectados, tanto durante la construcción como durante la operación o funcionamiento del proyecto.

Conocidas estas acciones y los factores ambientales, se estiman las interacciones o impactos de cada acción sobre los componentes del factor por ellas modificados. Toda interacción significa un impacto, el cual puede ser positivo o negativo, siempre en relación a la situación actual y a futuro.

A continuación, se describen las acciones más relevantes que se realizan durante la construcción y el funcionamiento del proyecto.

Acciones relevantes durante las etapas de construcción

Esta obra, a pesar de ser necesaria, provocará sobre el entorno natural una serie de procesos (positivos o negativos) encaminados a un desequilibrio ecológico. Este desequilibrio podría presentarse como un deterioro del medio ambiente que, de no tomar las correspondientes medidas a tiempo, puede resultar irreversible. La identificación de los aspectos medioambientales afectados, es fundamental para conocer el impacto generado y poder tomar una cierta actitud frente a la acción desencadenante.

Acciones de la Obra factibles de Producir Impactos Ambientales:

- Instalación de Obrador y Campamentos
- Intensificación del tránsito vehicular (vehículos semipesados)
- Movimiento de maquinarias y equipo pesado
- Tareas de excavación
- Movimiento de Suelos
- Remoción de suelo vegetal
- Cortes de Tránsito

Factores del medio con probabilidad de ser impactados por las acciones de obra:

- Calidad del Aire
- Niveles de Ruido
- Agua Superficial
- Suelo
- Paisaje
- Flora, Fauna
- Empleo
- Estilo de Vida
- Seguridad, Salud e Higiene
- Adaptabilidad Social del Proyecto
- Economía Local
- Tránsito
- Accidentes
- Accesibilidad

Descripción de los probables impactos de la obra sobre los diferentes factores ambientales:

La Instalación del Obrador y Campamento

- Suelos: podrían verse afectadas las capas superficiales del suelo por contaminación generada sobre todo en la zona de mantenimiento y reparación de maquinarias por derrames de combustible, aceites, etc., como también sufrir un efecto de compactación y remoción de dichas capas.
- Paisaje: podría alterarse por la presencia de estructuras ajenas a dicho entorno.
- Flora: la instalación de campamentos y obrador generaría la remoción de la cobertura vegetal en el área de implantación.
- Empleo: el funcionamiento del obrador redundaría en un incremento del empleo local.

Movimiento de Maquinarias y equipo pesado:

- Aire: Los gases de combustión y las partículas en suspensión producto del funcionamiento de las maquinarias impactarían negativamente sobre el aire.
- Ruido: los niveles sonoros se verán incrementados por el accionar de las maquinarias y equipos pesados.
- Suelo: el movimiento de maquinarias y equipo pesado provocaría la compactación del suelo, pudiendo alterar sus propiedades naturales, podría verse afectado negativamente por derrames de combustibles o aceites|
- Empleo: la utilización de personal local para la operación de la maquinaria se verá reflejado en un incremento de la oferta laboral de la zona.
- Seguridad, salud e higiene: el funcionamiento de las maquinarias y equipo pesado provocaría un incremento en el riesgo de accidentes.
- Economía Local: el consumo de insumos para el mantenimiento y operación de los vehículos generaría mayores ingresos a la economía local.
- Transito: la normal circulación vehicular podría verse afectada por la presencia y movimiento de las maquinarias de la obra.
- Accesibilidad: la presencia de las maquinarias podría afectar la accesibilidad a propiedades ubicadas en los frentes de obra y área de influencia.

Movimiento de suelos

- Aire: la generación de material particulado en suspensión provocaría una disminución en la calidad del aire, en la zona de implantación del proyecto.
- Agua Superficial: el normal escurrimiento del agua superficial, se vería afectado por el movimiento de suelos, pudiendo provocar anegamientos puntuales.
- Suelo: el movimiento de suelos, podría afectar la calidad del mismo, exponiendo capas profundas del mismo a la superficie.
- Paisaje: el paisaje del área que involucra al proyecto se verá modificado y alterado por el movimiento de suelos necesarios tanto para la adecuación de los canales existentes como para la ejecución de las prolongaciones consideradas para llegar con los mismos a las lagunas de retardo.
- Flora: se producirá la remoción de vegetación y de cubierta vegetal.

- Fauna: Ahuyentamiento de fauna terrestre y avifauna por ruidos y pérdida puntual de hábitat por modificación del paisaje.
- Seguridad, Salud e higiene: la presencia de excavaciones y acopios de suelos, podría incrementar la frecuencia de accidentes, tanto vehiculares como peatonales.
- Cortes de tránsito: generaran molestias y alteraciones en la circulación de los habitantes de la zona, provocando desmejoras en el estilo de vida.

Obras de excavación para lagunas y prolongación de canales

- Aire: las tareas necesarias la ejecución de la obra, afectaran negativamente la calidad del aire por generación de material particulado en suspensión.
- Ruido: La adecuación y limpieza de los canales existentes como la etapa de construcción de las prolongaciones de los mismos provocarían un incremento en el nivel de ruido de base del área de influencia.
- Agua Superficial: el normal escurrimiento del agua superficial podría verse afectado durante las tareas de adecuación y limpieza de los canales existentes, como la etapa de construcción de las prolongaciones de los mismos.
- Flora: para la obra prevista deberá removerse, en muchos casos, la vegetación presente en el área del proyecto y en los cursos de los canales existentes para su adecuación, en ese caso la extracción de especies vegetales deberá ser coordinada con el Municipio, también se considera presente la pérdida de suelo vegetal.
- Fauna: Ahuyentamiento de fauna terrestre y avifauna por ruidos y pérdida puntual de hábitat por modificación del paisaje.
- Paisaje: el paisaje del área operativa se verá modificado y afectado por la presencia de vallados de seguridad y el acopio de los materiales y residuos provenientes de la ejecución de la obra, como así también por el movimiento de suelos necesario tanto para la adecuación de los canales existentes como para la ejecución de las prolongaciones consideradas para llegar con los mismos a las lagunas de retención donde la geomorfología del paisaje se verá irreversiblemente afectado por su presencia.
- Empleo: la necesidad de contratación de personal durante la etapa de ejecución, redundara en un impacto positivo sobre el nivel de empleo.
- Estilo de vida: durante la etapa constructiva se generarán cambios, que impactarán sobre las costumbres de los habitantes, dada la presencia de maquinarias, operarios y por cortes de circulación. Accesibilidad: durante el desarrollo de la obra prevista se generarán molestias y alteraciones en la normal circulación de los habitantes de la zona ya sea de forma vehicular o peatonal y muchas veces podrá verse alterado el acceso normal a las viviendas por parte de los frentistas.
- Salud, Seguridad e higiene: la presencia de zonas construcción serán un factor potencial de riesgo para la integridad física de los operarios afectados a la obra y vecinos.

Acciones relevantes durante las etapas de operación

Acciones factibles de Producir Impactos Ambientales:

- Limpieza y mantenimiento de canales y lagunas
- Funcionamiento de red de canales y lagunas

Descripción de los probables impactos del mantenimiento de la obra sobre los diferentes factores ambientales:

- Limpieza y mantenimiento de canales y lagunas
- Agua Superficial
- Niveles de ruido
- Accidentes
- Seguridad, Salud e higiene
- Empleo
- Estilo de Vida
- Adaptabilidad social del proyecto
- Valor del suelo
- Economía local
- Tránsito
- Accesibilidad

Los principales impactos generados durante la etapa de operación de la obra, tendrán un carácter positivo, principalmente sobre la calidad de vida de los vecinos, permitiendo durante épocas de lluvia intensa el libre tránsito, tanto vehicular como peatonal, dentro del área urbana y una mayor accesibilidad a zonas aledañas debido a la disminución de superficies anegadas, esto también trae aparejado un incremento en el valor del suelo y un repunte de la economía local.

Criterios de evaluación de los impactos

Con el objetivo de analizar los efectos que pudieran ocurrir como consecuencia de la realización del proyecto, se elabora una Matriz de Evaluación de Impacto, mediante la cual se efectúa la identificación y valoración de los impactos esperados por la construcción y funcionamiento de la obra de Desagües Pluviales para la ciudad de Morteros.

En la Matriz de Impactos Ambientales (matriz causa-efecto) (Anexo 1) en la intersección de filas y columnas se identifican y valoran cualitativamente los impactos. De esta forma puede posteriormente calificarse el carácter de beneficioso (+) o perjudicial (-) que presenten y el grado de alteración producida. La jerarquización de la importancia de los impactos permite visualizar las actividades con mayores impactos y los principales factores ambientales afectados, lo cual permitirá adoptar las medidas preventivas y/o de mitigación a fin de eliminar y/o minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos.

Plan de gestión ambiental (P.G.A.)

El Plan de Gestión Ambiental (PGA), engloba los procedimientos y acciones en la prevención, conservación, protección y mejora del medio ambiente, que debe cumplir el contratista de la obra, durante las distintas etapas del proyecto, y brinda las herramientas necesarias para realizar su actividad garantizando el logro de los objetivos ambientales.

Contiene los siguientes componentes:

- a. *Análisis de riesgos ambientales y plan de contingencias*
- b. *Programa de de seguridad e higiene*
- c. *Programa de monitoreo ambiental*
- d. *Programa de comunicación social durante la construcción*
- e. *Programa de prevención de pasivos ambientales*
- f. *Programa de acciones de mitigación*

Los objetivos del PGA serán los siguientes:

- Asegurar un balance positivo de las acciones del proyecto sobre el sistema ambiental al que se incorpora.
- Controlar que durante las etapas de construcción y operación se apliquen los procedimientos correctos con el fin de minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente, ya sean temporarios o permanentes.
- Mantener una actitud permanente de prevención y anticipación de los impactos negativos, con el objeto de proteger a las personas, los ecosistemas y los bienes involucrados.
- Asegurar que las mejores condiciones de Higiene y Seguridad se cumplan en beneficio del personal ocupado.
- Establecer circuitos de comunicación con la comunidad y con las autoridades respectivas, a los fines de mantenerlos informados sobre potenciales riesgos inherentes al proyecto, asimismo para ejecutar planes de contingencia que pudieran requerir acciones conjuntas.
- Uso racional de los recursos, minimizando la generación de emisiones gaseosas y sonoras, de efluentes líquidos y residuos sólidos.
- Asegurar que tanto proveedores como contratistas sigan patrones de responsabilidad ambiental y de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Disponer de programas de evaluación y gestión ambiental, que hagan posible el monitoreo y control de las variables ambientales involucradas.

Para cumplir con estos objetivos, el Plan de Gestión Ambiental describirá las medidas a ser implementadas en cada fase de desarrollo de la obra.

Organización y Responsabilidades del Área Ambiental

Las responsabilidades de los aspectos ambientales relacionados con el proyecto estarán a cargo de un profesional designado por el Contratista, quien deberá efectuar los controles propuestos en el Plan de Gestión. Asimismo, por parte de la unidad ejecutora del municipio, deberá existir un profesional que monitoree el proceso.

Análisis de riesgos ambientales y plan de contingencias

El Plan de Contingencias deberá considerarse englobado y subordinado a los Planes Generales para la obra, y formará parte de su oferta y deberá ser aprobado por el comitente previo a su implementación.

el contratista lo implementará a través de un supervisor técnico habilitado, una inspección exhaustiva de todos los equipos de involucrados en la construcción de la obra y controlará la vigencia del programa de mantenimiento de todo el equipamiento. el supervisor emitirá cuando corresponda un informe a partir del cual se organizarán las tareas de reparación necesarias y el reemplazo de elementos defectuosos para minimizar riesgo de emergencias. el supervisor controlará la presencia en obra y el buen acondicionamiento de todos los elementos seguridad y el cumplimiento de todas las condiciones de seguridad vinculadas a las tareas de obra.

Plan de contingencias

Objetivo

Minimizar las consecuencias negativas sobre el ambiente, de un evento no deseado. Y establecer los mecanismos necesarios para prevenir, informar y tomar acción ante las contingencias que puedan presentarse, solucionables con recursos disponibles propios, con ayuda externa limitada o con ayuda externa significativa y que revisten alta gravedad.

Alcance

Comprende todas las tareas de construcción, operación, mantenimiento, desafectación (abandono o retiro) de la obra de ampliación de desagües pluviales para la ciudad de Morteros

Desarrollo

El presente Plan de Contingencias Ambientales se encuentra basado sobre un análisis de los riesgos generales de las actividades de construcción, operación, mantenimiento, desafectación y abandono de la obra.

Es por ello que, en primer lugar, se tuvo en cuenta la ocurrencia de cada contingencia ambiental sobre los lugares, recursos o personas que pudieran recibir impactos o consecuencias por actividades que podrían generar contingencias ambientales.

Contingencias ambientales identificadas

- Inundaciones
- Derrame de sustancias peligrosas
- Accidentes de maquinarias en el área del proyecto de construcción del sistema
- de desagües
- Accidentes de tránsito con vehículos livianos o pesados
- Accidentes que involucren a ciudadanos
- Accidentes que involucren a operarios
- Incendios

- Lluvias extraordinarias en época de obra
- Rotura de interferencias
- Tormenta de tierra
- Lugares o recursos que podrían afectarse por una contingencia ambiental
- Asentamientos de tipo poblacional
- Cursos de agua artificiales (canales existentes)
- Establecimientos agropecuarios, industriales, etc.
- Fauna y flora autóctona
- Áreas de recreación.
- Otras áreas de particular sensibilidad ambiental.

5. Recomendaciones para la elaboración del Plan de Mantenimiento del Sistema de Lagunas y canales por parte del Municipio de Morteros.

El sistema de drenaje propuesto podrá cumplir con sus objetivos, sí y solo sí, se mantienen los canales y lagunas en perfectas condiciones de funcionamiento (secciones libres, drenajes, taludes, y capacidades de almacenamiento, entre otros aspectos de importancia). Ésta tarea será responsabilidad del municipio, habida cuenta de sus incumbencias. Asimismo, la comuna podrá delegar o concesionar ésta tarea a un comitente privado por los mecanismos que estime pertinentes.

En cualquier caso, se listan a continuación un conjunto de recomendaciones a tener en consideración al momento de diseñar e implementar el Plan de mantenimiento de canales y lagunas de la Ciudad de Morteros:

- Riguroso mantenimiento de los canales (plan de Mantenimiento) la Municipalidad debe saber cuál es la sección de los canales que debe mantenerse siempre limpia al igual que los desagües. El procedimiento de limpieza y mantenimiento debe realizarse en época de seca.
- El volumen de almacenamiento de la laguna es clave y está modelado para esas dimensiones.
- La batimetría de las lagunas debe ser periódica, debe contar con un mantenimiento periódico de bordes y taludes.
- Debe implementarse un seguimiento y monitoreo sistemático de la existencia de vectores de enfermedades como dengue, Sika y Chicunguña entre otras. Asimismo, de existir vectores deberá implementarse una metodología de control de los mismos y medidas preventivas para la comunidad.
- Debe existir cartelería con información para evitar el uso inadecuado de la misma por parte de la población, ya que las mismas poseen agua no son apta para el contacto, solo lo son para el desarrollo de la vida silvestre.
- Deben contar con un control de la calidad del agua al menos una vez por estación.
- También tiene que haber un seguimiento de los volúmenes de las mismas para establecer su relación con la freática con presentación anual ante la DIPAS.

- Para el correcto funcionamiento del sistema de desagües, el Municipio se tiene que involucrar en el mantenimiento de los parámetros del diseño original, para lograr un óptimo funcionamiento del mismo.
- El Plan de Mantenimiento debe ser claro y tenido muy en cuenta ya que el proyecto no cuenta con estaciones de bombeo, solo funciona por gravedad y pendiente.

Especificaciones Técnicas Ambientales, definidas éstas como las que establecen las normas a seguir para cumplir con las Medidas de Prevención, Mitigación y Plan de Manejo Ambiental previstos para la etapa de construcción, mantenimiento y operación de las obras hasta su recepción definitiva con el objeto de prevenir y mitigar los Impactos Ambientales negativos y potenciar los positivos producidos por la ejecución de las distintas tareas necesarias para su materialización, dichas Especificaciones Técnicas están incluidas dentro del Plan de Gestión adjunto. En Anexo VI se adjunta la Matriz de Impacto Ambiental.

Los impactos fueron calificados, en función de 8 atributos de valoración: No significativos, positivos, negativos, variables, temporarios, permanentes, concentrados y difusos. Como es esperable en el análisis de este tipo de obra, el mayor número de impactos negativos estuvieron asociados a la fase de construcción y la mayor cantidad de impactos positivos en su fase operativa. De acuerdo a la calificación y jerarquización de los impactos ambientales y sociales es posible concluir que el proyecto “Plan Director y Proyecto Ejecutivo de desagües pluviales para la ciudad de Morteros” se presenta como compatible y con impactos POSITIVOS ELEVADOS,

Por otro lado, los condicionamientos ambientales impuestos por la conducción de los excedentes pluviales fuera de la ciudad y de allí a la laguna de Mar Chiquita prácticamente condicionó el planteo central del proyecto : alejamiento de las aguas fuera de la ciudad, una parte a lagunas y una parte a Mar Chiquita. La preservación y el respeto a las normas que enmarcan su tratamiento como Area de Preservación Especial fueron determinantes al momento de definir el proyecto.

Finalmente cabe agregar que se espera que esta obra impacte de manera significativa y positiva en el bienestar general de la población servida y sobre todo en la población más directamente perjudicada por los fenómenos que se quieren evitar, en sus aspectos sanitarios y sociales.

7 EVALUACIÓN ECONÓMICA	30	Cálculo del valor bruto potencial de los daños. Determinación del daño evitado.
7	31	Evaluación Financiera: Estimación de los costos financieros de la aplicación del Plan director y el proyecto ejecutivo, estableciendo un cronograma de las inversiones.
7	32	Evaluación Económica: cálculo de indicadores financieros y de resultado de proyecto: TIR, VAN y período de recupero, contemplando aspectos socio-económicos, técnicos y ambientales.
7	33	Análisis de Sensibilidad: análisis de sensibilidad contemplando variables de ingresos y costos. Aumento de costos al 10% - 15% - 20%, disminución de ingresos al 10% - 15% - 20% y combinaciones.
7	34	Financiamiento: análisis de fuentes de financiamiento y elaboración del plan de financiamiento.

Con la responsabilidad del Consultor 6 especialista económico-financiero, se atendieron los requerimientos del TDR. El contenido completo se incluye en su Informe Final, transcribiendo aquí las conclusiones más significativas para la viabilidad del proyecto.

Siguiendo distintos métodos se hizo una evaluación del daño evitado a partir de la ejecución de la obra para administrar los excedentes pluviales, analizando tanto el impacto y valoración de los daños en inmuebles como el impacto económico producido por los fenómenos naturales – lluvias, inundación – sobre la cuenca lechera de la que Morteros forma parte (informe de Daños del INTA Brickmann) y la incidencia de éstos sobre el circuito económico de la zona. A partir de allí hubo una valoración de disminución de la capacidad ahorro/pago de la comunidad por atención a los daños a sus viviendas y negocios y la consecuente falta de liquidez para pago de impuestos. Sucesivamente, se resintieron los ingresos municipales. Cifras y cuadros aparecen en el Informe respectivo.

Impacto de las obras (conclusión preliminar)

Total de Daños Evitados (D.E) (para situación de riesgo alto/máxima)

Tipo de Daño Evitado	Valoración	Consideraciones
De la cuenca de Morteros	71.000.000	Daño tangible directo proporcional s/Informe INTA Brickmann
Perjuicio Inmuebles	108.000.000	Daño tangible directo. Reparación de inmuebles dañados
Impacto s/recaudación municipal	12.500.000	Daño tangible directo ya sea por condonación o mora en el pago de impuestos
Intangibles	38.000.000	Calculados s/norma N.R.A
Daños Ambientales	-----	Los impactos en cuenca y ciudad han sido evaluados económicamente en sus rubros.
Otros		Cualitativos
Total Estimado	229.500.000	D.E aproximadamente equivalente a dos ejercicios de recaudación municipal

A partir del presupuesto de la obra, de su plazo de ejecución y las actualizaciones correspondientes se determinó la demanda financiera para ejecutar las obras. Se planteó un plazo total del proyecto de 4 años que incluye plazo de ejecución de la obra, plazo de gracia y plazo de recupero del financiamiento. Los cuadros y gráficos aparecen en el informe correspondiente.

El Consultor, como tarea previa en los primeros meses del proyecto, solicitó a la Municipalidad información que una vez analizada, le permitió evaluar su situación económico financiera actual y proyectada. Así revisó los cuadros de ingresos y sus actualizaciones en ciertos periodos; ídem con los egresos, en ambos casos desagregados para su mejor evaluación. Y en ambos casos su proyección en el tiempo (endeudamiento a largo plazo y proyección de ingresos).

Capacidad de Pago de los usuarios

El proyecto elaborado se refiere hasta este punto a la gestión económico-financiera municipal, ahora bien resulta importante estudiar su incidencia mensual sobre cada frentista de la ciudad de Morteros. Las consultas hechas al Municipio sobre el relevamiento de cobros, tasas, aportes por obras en ejecución y demás gabelas aportadas por el usuario entregó un rango admisible de nuevo compromiso mensual por parte del usuario de entre \$ 900 y \$ 1.200. De caer el compromiso proyectado de los frentistas fuera de este rango la obra debe reprogramar su plazo de ejecución y/o ampliar el plazo de recupero del financiamiento.

Para ello se considera la publicación en el sitio oficial del gobierno de Córdoba en base a información de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba, que establece la existencia de 6.227,00 viviendas particulares en la ciudad de Morteros. Por cuanto no se dispone de la estratificación económica para el pago de la Tasa Inmobiliaria, se han tomados valores promedios para establecer el costo económico promedio por frentista de la obra, el mismo resulta ser de \$ 396,44 mensuales durante 48 meses, es decir un total de \$ 4.757,56 anuales promedio. Evidentemente que deben utilizarse coeficientes que hagan incidir la situación socioeconómica de

los beneficiarios para obtener valores equitativos y ajustados las reales posibilidades de los beneficiarios.

Sensibilización y crisis del proyecto

Las alternativas de egresos e ingresos variables muestran un cuadro donde el contexto inflacionario y el grado de mora juegan un papel decisivo.

No obstante, los incrementos de aporte de los usuarios para esta hipótesis (+ 10% costo y – 10% recaudación) generan un incremento de cuota considerado admisible, que está dentro del rango transmitido por la administración municipal. Es decir que el costo de obra más el repago del financiamiento y sus condiciones, garantizan la marcha de obra.

Pero a fin de tutelar y mejorar las condiciones de continuidad del emprendimiento y mantenerlo dentro de las condiciones comerciales proyectadas – cuota, plazo, ajuste de cuota – se impone una fuerte procuración de cobro que mantenga la mora muy por debajo del 10% simulado, aconsejando 3%, 4% ó 5%. Ello, perse, no deja caer la recaudación más allá de lo razonable y también acotándola a p. ej el 4%, permite tener holgura para “aguantar” una inflación de hasta el 16% anual.

De las tareas realizadas surge

- que la Municipalidad de Morteros no puede financiar la Obra de D Pluviales con excedentes financieros propios, pero que
- existe un margen de cuotas a percibir de la población que en conjunto con una administración eficiente de la tasa de cloacas y la percepción del Fondo para Obras publicas permite atender con seguridad los servicios de algún crédito para financiar la obra,
- se sugiere el banco Provincia de Córdoba u otros bancos y/o entidades financieras internacionales etc.

Conforme los servicios comprometidos para 2018 y 2019 no tienen inconvenientes en atenderlos y recuperarlos mediante un adicional a la tasa de cloacas o una contribución específica para 2018 con posibilidades de ampliación posterior de 2019 en adelante.

Se considera como plazo razonable para el desarrollo del proyecto el total de 4 años con la aplicación de la inversión en la obra durante los primeros 18 meses.

El proyecto requiere de un crédito a cancelar en el plazo señalado, cuyo desembolso marcará el inicio de la ejecución del proyecto. Dicho crédito deberá contar con un año de gracia. El crédito desarrollado en el título anterior se ha empleado para conformar la estructura del proyecto financiero, igualmente se ha empleado la estructura de inversiones ya prevista con anterioridad.

La doceava parte de la cifra ingresada en 2016 en concepto de “Contribución Para Desagües Pluviales”, reajustada por el índice inflacionario previsto (15% para 2018, 10% para 2019 y 5% para 2020) constituyen los ingresos por reasignación de fondos municipales.

Se acompaña cuadro con el desarrollo del proyecto que incluye un valor actual neto (VAN) finalizado el proyecto nulo y una tasa interna de rentabilidad (TIR) del 6,77%.

Se hizo un paneo sobre las posibilidades de fuentes de financiamiento

Surgen para el financiamiento distintas fuentes, según se detalla:

- Fondos Municipales Propios de nuevas contribuciones específicas.
- Reasignación de Fondos Municipales vigentes según ejecuciones anuales.
- Fondos aportados por créditos
- Mercado de Capitales. se ha descartado, dado que por el volumen de giro de la Municipalidad de morteros no resulta atractivo para el mercado aplicar financiamientos a sus proyectos. (Fuente M&E Mercados y Estructuras – Buenos Aires)

Fondos Municipales Propios: La Municipalidad conforme sus facultades legales emanadas de la Constitución Provincial y la Ley de Municipios y Comunas N 8102, puede establecer una contribución por mejoras destinada específicamente a la “Obra de Desagües Pluviales”. La magnitud de la misma se detallara en el título siguiente.

Reasignación de Fondos Municipales: Por “Contribución Para Desagües Pluviales” durante el ejercicio 2016 se recaudó un total de \$ 1.626.507,61 que se aplican a obras de extensión y mantenimiento, considerando que se trata de un replanteo general del desagüe pluvial, el que no requerirá mantenimiento ni reparaciones en varios ejercicios subsiguientes, se considera que debe aplicarse a la construcción aquí tratada.

Fondos aportados por créditos: Existen actualmente líneas de créditos disponibles de bancos oficiales y privados, también puede acudirse a un crédito del Banco Interamericano de Desarrollo cuyo objetivo incluye este tipo de Obra. A continuación se desarrolla un crédito posible en alguna institución pública local como Banco Nación o Banco de Córdoba, para reembolsar mensualmente en un periodo de 4 años incluyendo 1 de gracia, a una tasa del 28,75% que son la referencia para las LEBAC, que fija el Banco Central de la República Argentina.

5. Resultados

Se estima haber dado cumplimiento en tiempo y forma a las actividades previstas en el contrato y cronograma respectivo, satisfaciendo los requerimientos del TDR de este consultor en términos de Componentes y finalmente los Productos comprometidos.

Morteros (Provincia de Córdoba), 19 de diciembre de 2017

Adjunto:

Anexo I – Fotográfico

Anexo II – Plano de cuencas y subcuencas/Curso receptor.

Anexo III – Plano de escurrimiento de canales con fotos de visita a campo

Anexo IV – Informe INA Cirsá

Anexo V – Plano de Planta

Anexo VI - Matriz de Impacto Ambiental

Ing. Alberto Hugo Rodríguez
Consultor Coordinador
PRÉSTAMOS BID 2851 OC-AR
ESTUDIO 1.EE.667

ANEXO I







Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda

25 de Mayo 101 • C1002ABC

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina

www.mininterior.gov.ar

Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública

Dirección Nacional de Preinversión

25 de Mayo 145 • C1002ABC • (54-11) 4339-0800 / Interno 71076

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina