



Pro Patria ad Deum

UNIVERSIDAD FASTA
DE LA FRATERNIDAD DE AGRUPACIONES SANTO TOMÁS DE AQUINO

Proyecto Final de Ingeniería Ambiental

*“Estudio Integral de la explotación
de las Cuencas Hidrográficas de los
arroyos Seco y El Casal del Partido
de General Pueyrredón”*

Castagnaro, M. Florencia - Lima, M. Lourdes

Director: Dr. Cionchi, José Luis

Año 2005



CAJA A-01
18823

Agradecimientos

Queremos agradecer a todas las personas que hicieron posible que este trabajo se llevara a cabo:

A nuestro director, Dr. José Luis Cionchi, por su apoyo técnico, además de su enorme paciencia.

Al Ingeniero Alfredo Szczesny, Representante de la Oficina de información técnica del INTA Mar del Plata, por brindarnos tiempo, dedicación e información fundamental para la realización de este trabajo.

Al Arq. Marcelo Artime, por confiar en nuestra capacidad y criterio, y por acompañarnos en esta etapa final de nuestra carrera.

A la Ingeniera Carla Narbaiza, por preocuparse e interesarse por nosotras, y encaminarnos en momentos decisivos de nuestra tesis.

A todas las personas que nos brindaron ayuda a lo largo de este año de investigación y de búsqueda de información.

Y por supuesto a nuestras familias y amigos, que nos animaron y apoyaron incondicionalmente en todos los momentos que los necesitamos.

Índice

<u>Descripción</u>	<u>Pág.</u>
Resumen	1
Introducción...	1
Objetivo General...	3
Objetivos específicos ..	4
Hipótesis ..	4
Metodología ..	4
Capítulo I: <i>Ubicación y Descripción de la Zona de Estudio</i>	6
> Características Generales de la Región Estudiada ...	6
> Caracterización de las Cuencas Hidrográficas del PGP..	11
Capítulo II: <i>Desarrollo de las principales actividades económicas en el área de drenaje de las Cuencas Hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal</i> .	20
> Introducción..	20
> Actividades Agrícolas-Ganaderas del PGP y la Región .	21
> Caracterización Agrícola-Ganadera de nuestra Zona de Estudio .	22
• Estimación del área destinada a las actividades agropecuarias en la Zona de Estudio..	23
> Explotación para el abastecimiento de Agua potable a la ciudad de Mar del Plata	25
> Actividad Industrial: Pico de Oro S.A. ...	27
> Actividades Recreativas ...	28
Capítulo III: <i>Estimación de las Reservas de Agua Subterránea Disponibles en las Cuencas Hidrográficas de los arroyos Seco y El Casa</i> .	30
> Introducción..	30
> Oferta global de Agua del Sistema Acuífero Regional .	30
> Análisis de las Principales Demandas .	34
> Estimación de las Reservas Disponibles	41
> Conclusiones Generales .	43

Capítulo IV: <i>Desarrollo del recurso hídrico y edáfico. Sus impactos significativos y su consecuente degradación..</i>	44
> Introducción.:	44
> Recurso Hídrico	44
• Calidad de las aguas subterráneas	44
• Contaminación de las aguas Subterráneas	49
• Fuentes potenciales de contaminación.	50
• Potenciales Impactos al Recurso Hídrico en la Zona de Estudio ...	54
> Recurso Edáfico	58
• Calidad del suelo	58
• Degradación y Contaminación del suelo	59
• Fuentes potenciales de contaminación de los suelos	60
• Potenciales Impactos al Recurso Edáfico en la Zona de Estudio ...	61
 Capítulo V: <i>La Planificación Integral de las Cuencas Hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal.</i>	73
Introducción.....	73
Planificación de las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal	77
> Diagnóstico	77
• Formulación de Objetivos Generales.....	78
• Plan de Manejo Sustentable de Tambos	78
• Plan de uso sustentable del recurso hídrico para riego	84
• Plan sustentable de residuos agroganadero.....	86
• Plan de uso sustentable de agroquímicos.....	89
 Conclusiones y Recomendaciones	94
Bibliografía.	96
Anexos	102

Estudio Integral de la explotación de las Cuencas Hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal del Partido de General Pueyrredón

Resumen

Las cuencas hidrográficas pertenecientes a la vertiente norte del Partido de General Pueyrredón, son las mayores reservas de agua subterránea disponible del mismo. La cuenca de drenaje de los arroyos Seco y El Casal, es la segunda mayor reserva de agua subterránea disponible en el Partido y es una de las principales fuentes de aprovisionamiento de agua potable a la población de la ciudad de Mar del Plata, así como también es sustento de actividades económicas como la agricultura y ganadería, características de la región.

El uso y manejo racional del recurso hídrico es un requisito imprescindible para la supervivencia de la civilización humana y el desarrollo socio-económico. He aquí la importancia y necesidad de contar con un plan de desarrollo integral y sustentable de explotación de las cuencas hidrográficas.

Con la realización de este trabajo se obtuvo un mayor conocimiento de las principales actividades que consumen gran volumen del recurso hídrico en las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal, además se estudió la situación actual del recurso hídrico en la zona, se describieron los posibles impactos ambientales al recurso hídrico y edáfico por el uso de los mismos y se definieron estrategias para la preservación de los mencionados recursos naturales.

Introducción

La disponibilidad de agua "dulce" ha sido uno de los primeros problemas que el hombre debió resolver. Si revisamos un poco de historia y geografía comprobaremos que la presencia de agua que asegurara el abastecimiento en cantidades necesarias para satisfacer las diversas actividades humanas ha sido a lo largo de la historia de la humanidad, uno de los factores decisivos para la localización de asentamientos urbanos. Si bien, en ese sentido, los cursos fluviales ejercieron un papel fundamental para el desarrollo económico y social, de las más importantes civilizaciones, también desde muy antiguo el hombre descubrió la existencia de las aguas subterráneas, como una fuente alternativa de aprovisionamiento, la que con el desarrollo del arte de cavar pozos se transformó en un importante recurso aprovechable (Cionchi y otros, 2000).

Las cuencas hidrográficas son de vital importancia, ya que son las reservas disponibles de agua subterránea para el abastecimiento del hombre.

La cuenca hidrográfica es el espacio o el territorio que recoge o "captura" el agua de las precipitaciones pluviales, la energía radiante y, de acuerdo con las características fisiográficas, geológicas y ecológicas del suelo, almacena, distribuye y transforma el agua y la energía en los más complejos y variados recursos naturales, tales como suelo agrícola, bosques, cursos de agua, flora y fauna silvestre, etc., que son los que determinan el grado de desarrollo de la cuenca (Urrutia Pérez y otros, 2003).

También se define la cuenca hidrográfica como cuenca de drenaje "un área de tierra dentro de la cual fluyen las aguas hacia un único sistema fluvial" (Urrutia Pérez y otros, 2003).

El abastecimiento de agua potable de la ciudad de Mar del Plata se realiza a partir de la explotación de las cuencas hidrográficas de la vertiente norte del Partido de General Pueyrredón.

El agua subterránea, como fuente de aprovisionamiento para satisfacer las distintas necesidades humanas, sobre todo cuando posee las características de las de nuestra región, constituye un recurso con muy marcadas ventajas sobre el resto de las fuentes alternativas. Entre esas ventajas vale la pena mencionar: a) posee, en general una calidad natural adecuada para consumo humano, industrial y/o agropecuario, sin necesidad de tratamientos previos complejos y/o costosos, b) requiere un desarrollo del abastecimiento con un coste relativamente bajo, frente a las obras de regulación, captación y tratamientos de aguas superficiales, c) es una reserva segura, de alto valor estratégico, especialmente en casos de desastres y/o conflictos, d) la cantidad y calidad de los almacenamientos están menos afectadas por las variaciones climáticas, e) el tamaño relativamente grande de los almacenamientos asociados posibilitan realizar predicciones relativamente sencillas del comportamiento, frente a las potenciales acciones de desarrollo futuro, f) poseen una mayor protección natural frente a los procesos contaminantes accidentales o provocados, ya que permiten seguir disponiendo de agua adecuada, mientras se adoptan las medidas correctivas necesarias, g) el medio subterráneo es adverso para el desarrollo y/o supervivencia de microorganismos patógenos debido esencialmente a que la pequeñez de los canalículos por los que circula el agua permite sólo el paso de soluciones y/o coloides. Los gérmenes patógenos sólo sobreviven en niveles subsuperficiales y asociados a pozos contaminados (Custodio, 1994).

Pero las aguas subterráneas no son una panacea, y por supuesto no están exentas de problemas importantes, tanto de cantidad como de calidad, como de gestión y conocimiento (Custodio, 1994), por lo que, a pesar de poseer numerosos aspectos favorables que las tornan atractivas, asequibles, renovables y estratégicas como recurso para satisfacer el

abastecimiento público, industrial, agropecuario, son también abundantes las circunstancias desfavorables que se generan con su explotación, circunstancias que en general no constituyen efectos negativos intrínsecos sino que en realidad son consecuencias conocidas, previsibles y evitables asociadas a la naturaleza de los acuíferos y de la misma extracción (Custodio, 1997).

En toda cuenca hidrográfica existe un ordenamiento natural, todos sus elementos están armoniosamente ubicados e intercomunicados. Pero este ordenamiento puede desaparecer o alterarse por la presencia del hombre y sus actividades, debido a que el hombre tiene el afán de sobreexplotar los recursos naturales para obtener mayores rendimientos en un corto plazo.

Los recursos naturales poseen una capacidad de absorber impactos finita, que pueden ser caracterizados cuali- y cuantitativamente. El uso sustentable de los recursos naturales que ofrece el sistema cuenca depende en gran parte de esta "capacidad asimilativa o de carga" (Urrutia Pérez y otros, 2003).

Estas condiciones indican claramente la necesidad del análisis, manejo y planificación de las cuencas hidrográficas. No sólo se debe centralizar el problema en el recurso hídrico sino también en los recursos asociados a él (suelo, vegetación, biodiversidad, etc.), ya que las cuencas son sistemas donde todos sus componentes están interrelacionados y son dependientes de la salud del ecosistema como un todo, por lo que se requiere un enfoque de manejo integral de cuencas que considere todos los problemas asociados al recurso hídrico dentro de los límites hidrológicos bien definidos por la cuenca hidrográfica.

En el análisis, manejo y planificación de las cuencas hidrográficas se pretende formular y aplicar acciones de desarrollo integral para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca (agua, suelo, vegetación, etc.), teniendo como fin la conservación y/o el mejoramiento de la calidad medio ambiental y los sistemas ecológicos. Se pretende llegar a la explotación sostenible de los recursos naturales no sólo para asegurar la satisfacción de las necesidades presentes, sino también para preservar el derecho de las futuras generaciones a satisfacer las suyas (W.C.E.D., 1987).

La explotación sostenible de las cuencas hidrográficas implica asegurar la disponibilidad del recurso hídrico y de los recursos asociados a él, mediante la adecuada operación, manejo y planificación de los mismos.

Objetivo General: Elaborar un plan de desarrollo integral y sustentable de la explotación de las cuencas de drenaje de los arroyos Seco y El Casal.

Objetivos específicos:

- Realizar un relevamiento del medio natural y social del área de drenaje de las cuencas de los arroyos Seco y El Casal, a partir de bibliografía existente.
- Realizar un relevamiento de las actividades económicas que tienen gran consumo del recurso hídrico a partir de datos disponibles, estudios realizados y complementar dicho relevamiento con la elaboración propia de datos calculados con el asesoramiento de profesionales con incumbencia en el tema.
- Determinar el impacto ambiental que generan dichas actividades sobre el recurso hídrico y edáfico.
- Planificar acciones destinadas a corregir o minimizar los impactos ambientales producidos por las actividades, en relación al uso y manejo de los recursos naturales (agua-suelo).

Hipótesis: La explotación actual de las reservas hídricas disponibles en la zona perteneciente a las cuencas de los Arroyos Seco y El Casal puede ser sustentable bajo un sistema integral de manejo racional y sostenible de las mismas.

Metodología

Para realizar este trabajo en primer lugar se recopiló y analizó las características de la zona de estudio, a partir del material bibliográfico existente. Se hizo una descripción del medio natural, en especial, aquellos factores tales como: suelo, agua, flora y fauna. En cuanto al medio social nos basamos en datos aportados por el Indec y en los mapas de capacidad y uso del suelo, disponibles en la Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredón.

Luego, se realizó un análisis descriptivo de las actividades económicas significativas que se realizan en la zona, haciendo hincapié en aquellas que demandan volúmenes importantes de agua tales como horticultura, agricultura y ganadería, para ello, se contó con informes del INTA Balcarce, y se complementó esta información con la ayuda del Ingeniero Alfredo Szczesny, Representante de la Oficina de información técnica del INTA Mar del Plata, con quién se observó en el mapa Rural del Partido de General Pueyrredón, qué actividades se realizan dentro de cada campo en particular, correspondiente a las cuencas hidrográficas en estudio, para de esta manera lograr estimar, aproximadamente, las hectáreas destinadas a la ganadería y las destinadas a la agricultura, y de estas las que se encuentran bajo riego en la zona. Así mismo se evaluó la explotación subterránea realizada actualmente por OSSE

para el abastecimiento de la ciudad de Mar del Plata, para lo cual se contó con los volúmenes de extracción de cada uno de los pozos pertenecientes a las cuencas en estudio, datos que fueron aportados por Obras Sanitarias S.E..

Así mismo, también se evaluó, dentro de las posibilidades, acordes a la información que se recopiló, cual es el consumo de agua de las demás actividades significativas que se realizan en la zona, consideramos importantes a los fines de este trabajo, la Planta Industrial Pico de Oro y el Parque Acuático Aquasol.

Como paso siguiente, se determinó la extracción total de agua de la zona y se realizó el cálculo de las reservas hídricas subterráneas disponibles. Para esto, nos basamos en el Método de Thornthwaite, de acuerdo con Burgos y Vidal (1951), el método se basa en la determinación de la evapotranspiración potencial mensual, en función del "Índice calórico mensual" y su ajuste por influencia de la insolación real según la latitud de la estación de registro. Los valores obtenidos permitieron, mediante la resolución de un balance hídrico en el que participan la precipitación modular mensual para el mismo período y la reserva de agua útil del suelo, estimar la evapotranspiración real (mensual y anual) e inferir los excesos y/o déficit de agua, los que tiene una incidencia directa en la infiltración hacia los acuíferos, y por ende, con las Reservas hídricas disponibles.

Para el cálculo de la evapotranspiración, se utilizó los registros termométricos de la Estación MDP AERO, Estación Balcarce y Estancia La Peregrina, y se tomó diferentes períodos, a modo de comparación.

Asimismo, y sólo a efectos de comparación, se calculó los valores de evapotranspiración real, según el Método de Turc (Custodio y Llamas, 1983).

Con lo expuesto se pudo comprobar si la explotación que se está llevando a cabo en las cuencas es acorde con la reserva disponible de agua subterránea o si estamos frente a una sobreexplotación.

Seguidamente, se analizó en conjunto la información elaborada hasta el momento y la bibliografía necesaria para determinar de forma descriptiva los impactos derivados de las estudiadas actividades, sobre los recursos hídrico y edáfico.

Por último, se elaboró un plan de desarrollo integral sustentable de las Cuencas de los arroyos Seco y El Casal, para el cual nos basamos en ideas personales como en diferentes planes de Cuencas elaborados por profesionales responsables.

Capítulo I

Ubicación y Descripción de la Zona de Estudio

La zona de estudio comprende el área de drenaje de las cuencas de los Arroyos Seco y El Casal, que integran la vertiente norte del Partido de General Pueyrredón, que está ubicado en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires y sus coordenadas son los paralelos 37°41'55" y 38°14'47" sur y los meridianos 58°02'48" y 57°31'01" oeste (Figura N°1).

El Partido de General Pueyrredón, cuya ciudad cabecera es Mar del Plata, tiene una extensión de 1.460 Km² y una población estable, según el censo 2001 de 564.056 habitantes, población que llega a triplicarse en los meses de verano, debido a que Mar del Plata es uno de los principales centros turísticos de la Argentina. El Partido está situado en la llanura pampeana y es atravesado de NNO a SSE por las estribaciones orientales de las Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires.

El área de drenaje de las citadas cuencas hidrográficas cubre una superficie de 152.7 Km² (Anexo N°1). Se encuentran al noreste del ejido urbano de Mar del Plata y cruzan el Partido con rumbo Oeste-Este, desembocando en el Mar Argentino, al norte de Santa Clara del Mar.

Cabe destacar que las cuencas en estudio, junto con las cuencas del Arroyo Vivoratá y del Arroyo Los Cueros, también ubicadas en la vertiente norte, forman parte de la mayor reserva de agua subterránea disponible dentro del Partido.

Los límites de las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal son: (Figura N°2):

- ♦ al norte la cuenca hidrográfica del Arroyo Los Cueros;
- ♦ al sur la cuenca de los Arroyos Los Patos, Santa Elena y Camet, y una pequeña área de la cuenca de los Arroyos Los Padres, Las Chacras norte, El Cardalito y La Tapera SO;
- ♦ al oeste nuevamente por la cuenca del Arroyo Los Cueros y parte de la cuenca del Arroyo Vivoratá y
- ♦ al este limita con el Partido de Mar Chiquita.

Características Generales de la Región Estudiada

Clima

El clima de la región es tipo "templado-húmedo" según la clasificación de Köppen, o de tipo "subhúmedo-húmedo, mesotermal, sin deficiencia de agua" de acuerdo con el método de Thornthwaite (Kruse, 1986).

El análisis de los datos pluviométricos de la Estación Mar del Plata-Mar del Plata Aero del Servicio Meteorológico Nacional ha permitido determinar que el módulo pluviométrico

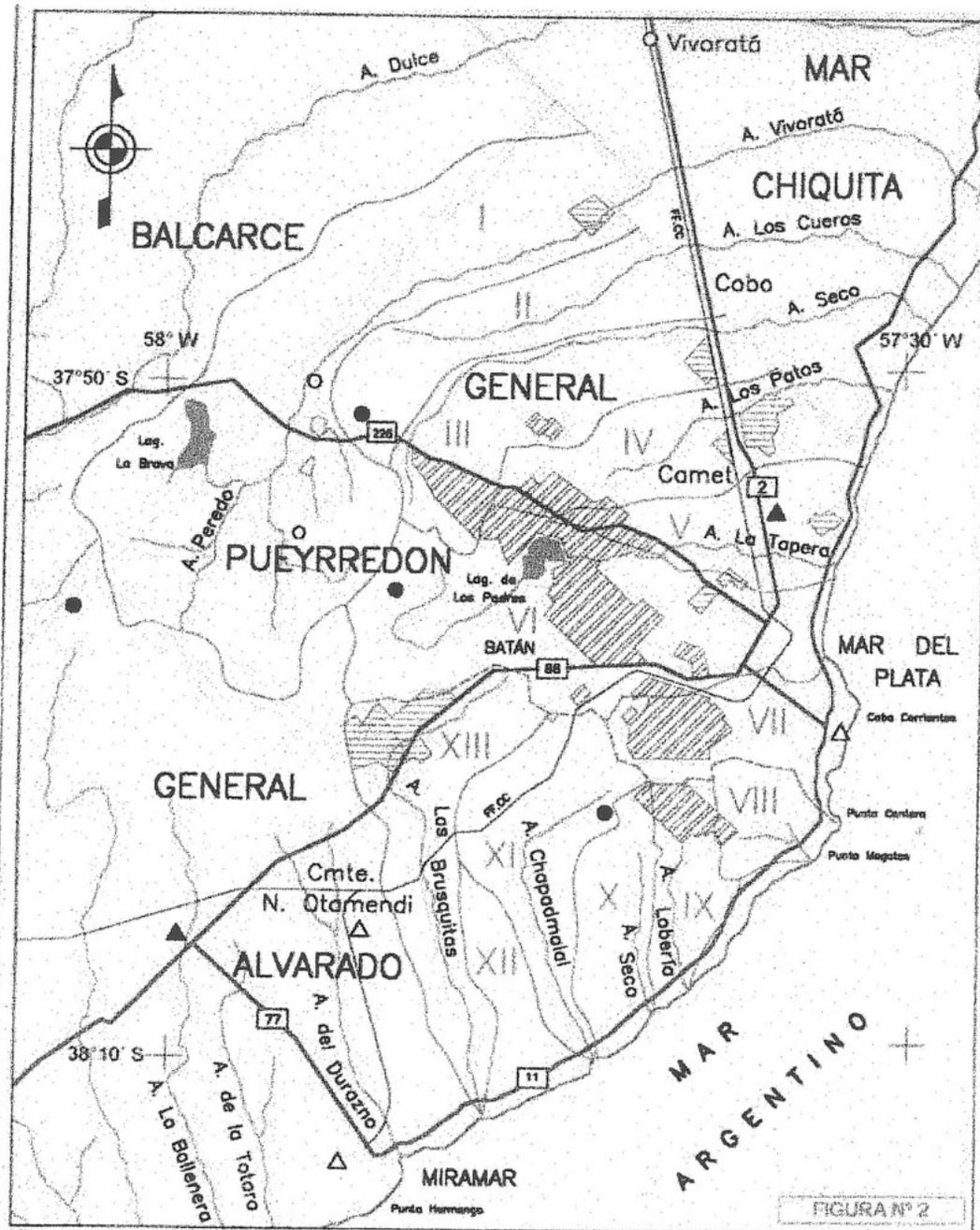
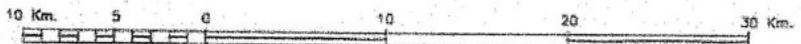


FIGURA Nº 2

1. Redín, cart.



REFERENCIAS:

- Ruta
- Vías de Ferrocarril
- Arroyo
- Límite de Partido
- △ ▲ a: Est. Meteorológica Oficial, b: ídem de consulta actual
- ● a: Est. Pluviométrica Privada, b: ídem de consulta actual
- ~ Límite Cuenca Hidrológica Subterránea (N° ref. tabla)
- ~ Divisoria Vertientes Norte y Sur
- ▨ ▨ a: Zona horticola, a: neta, b: parcial

Geomorfología

El Partido de General Pueyrredón cuenta con estudios de índole regional y sólo parcialmente estudios de detalle, por lo que realizamos una descripción del medio físico basándonos en la bibliografía existente.

Si se observa el mapa de ubicación de las cuencas en estudio dentro del Partido, se puede observar que éstas comprenden los tres ambientes característicos de la geomorfología del Partido, Sierras, Lomas y Llanuras.

A grandes rasgos, la configuración del terreno dentro del Partido, se caracteriza por la presencia de las Sierras del Sistema de Tandilla, en su sección más septentrional, rodeada a su vez de una zona de llanura ondulada y de llanura, que culmina en un frente marítimo de aproximadamente 50 km de extensión. La zona delimitada por la llanura, se encuentra en la región norte y noreste del Partido, determinada por alturas comprendidas entre los 0 y 40 m.s.n.m. Por su parte, en la llanura ondulada que circunscribe a la zona de sierras se presentan alturas, que varían en forma gradual, entre los 40 y 100 m.s.n.m; por encima de estos valores, se nota un cambio repentino en la pendiente (del Río y otros, 1995).

En Mar del Plata, las rocas aflorantes son esencialmente ortocuarcitas. Son rocas que forman el cuerpo principal de las sierras y le confieren el aspecto típico de mesetas. Se disponen en forma de estratos de espesor entre 0,30 y 1,5 m. Los estratos presentan una suave inclinación regional hacia el SO o SSO que pocas veces excede los 5°.

Los sedimentos denominados genéricamente "Sedimentos Pampeanos" o también "loess pampeano" son materiales de muy baja consolidación, con tamaño de grano entre 0.004 y 1.5 mm.

Es común encontrar láminas o concreciones de tosca (carbonato de calcio) como también niveles de ceniza volcánica intercalados en esta secuencia. Estos sedimentos son la base sobre la que se desarrolló el suelo fértil actual.

Estructuralmente, las Sierras Septentrionales constituyen un sistema de montañas en bloques, definido por tres grandes juegos de fallas que se interceptan entre sí y que tienen dirección NO - SE, NE - SO y E - O. El fallamiento de mayor magnitud es el de dirección NO - SE, que le confiere a las sierras un perfil asimétrico, manifestándose con un frente serrano noreste muy abrupto, el flanco suroeste, por otro lado, presenta suave pendiente.

El paisaje circundante se caracteriza por un relieve poco marcado, conformado por un conjunto de lomas chatas y bajas, dispuestas en su mayor parte subparalelamente con las direcciones estructurales dominantes.

La llanura ondulada se encuentra más desarrollada en el sur del Partido de General Pueyrredón, donde se muestra cortada profundamente por los valles de los arroyos que

tienen sus nacientes en las tierras altas del centro del Partido, lo que le confiere su aspecto ondulado en la dirección norte-sur.

Esta unidad geomorfológica es básicamente una continuidad de menor expresión que las características lomas que se desarrollan en gran parte del sector periserrano de los sectores suroeste, este y oeste del Partido y que presentan superficies tendidas y redondeadas con pendientes que oscilan entre 3 y 6 % (del Río y otros, 1995).

En base a estudios, realizados por Cionchi en la Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredón (1995), se sabe que en nuestro partido predominan valores de declive inferiores a 3 grados (que en términos porcentuales, equivalen a menos del 5%). Las pendientes de ángulos mayores a éstos, ocupan una franja de algo más de 5 km de ancho por unos 25 km de largo, con orientación este-oeste, ubicada en el sector medio occidental del Partido.

Una de las observaciones realizadas por Cionchi, fue que hay una relación entre la distribución de los declives y los ambientes geomórficos, observó, que los valores de mayor rango predominan en sectores coincidentes con los frentes serranos, los declives menores caracterizan a las cumbres planas y a las planicies fluvioeólicas, los valores intermedios (aunque inferiores a 6 grados) caracterizan a los ambiente de lomadas.

Pudo concluir, además, que en el Partido de General Pueyrredón, los excesos de agua generados a partir de las lluvias serán evacuados con lentitud, promoviéndose la acumulación en los sectores más bajos o llanos, debido a las bajas pendientes predominantes.

Hidrogeología

El basamento hidrogeológico de la región esta constituido por ortocuarцитas eopaleozoicas, sobre éste se disponen sedimentos loessoides pleistoceno-holocenos limo-arenosos y arenosos muy finos. Esta secuencia es la más importante desde el punto de vista hidrogeológico ya que constituye el acuífero principal de la región. (Martínez y Massone, 1997)

Características del Acuífero de la Región

El acuífero está formado por una alternancia semiconsolidada de arenas finas y muy finas, y limos eólicos y fluvio-eólicos, con niveles de caliche (tosca), en un conjunto designado como "loess", que es característico de un amplio dominio geográfico y de edad pleistocénica (Formación Pampeana). Reposas unas veces directamente sobre ortocuarцитas eopaleozoicas muy compactas, aunque fracturadas, y otras sobre arenas y arcillas miocenas. Las cuarcitas forman un conjunto de fosas y altos tectónicos que individualizan algunos compartimentos y

hacen que, en el área de Mar del Plata, el acuífero detrítico no sea continuo a lo largo de la costa. Parece que a efectos prácticos las cuarcitas se comportan como poco permeables, aunque pueden tener cierta permeabilidad local asociada a fracturas mayores, mal conocidas, y que en épocas pasadas dieron lugar algún manantial menor cerca del litoral (Bocanegra y Custodio, 1994). El acuífero es considerado como libre y multicapa. Las diferentes capas acuíferas se separan por niveles discontinuos de permeabilidad relativa menor, representados por niveles limoarcillosos e intercalaciones de tosca (Martínez y Massone, 1997).

El acuífero limita hacia el oeste y sur con la divisoria de aguas superficiales -que coincide aproximadamente con la de aguas subterráneas- constituida por las sierras del sistema de Tandilia. Se extiende hacia el norte y limita al este con la línea de costa.

Los espesores del Acuífero varían desde unos 70 metros en el sector céntrico de Mar del Plata hasta alrededor de 100 metros y más en los sectores rurales de la vertiente septentrional. La permeabilidad media se ha estimado en 10-15 m/día. Los valores de transmisibilidad resultan muy variables. Los determinados en los pozos más antiguos del área urbana marplatense varían entre 450 m²/día a 650 m²/día, mientras que en los sectores rurales se ha determinado valores de más de 1400 m²/día, sobre todo en los alrededores del Parque Industrial y la ruta provincial 88, en algunas perforaciones a la vera de la Autovía 2 y en el sector Quintas El Casal, área perteneciente a nuestra zona de estudio. Asimismo, los coeficientes de almacenamiento varían desde 10⁻³ hasta 10⁻² (Cionchi y Redin, 2004).

La recarga del sistema acuífero se produce en forma autóctona, en toda la región a expensas de los excedentes de lluvias del ciclo hidrológico de la región (Cionchi y Redin, 2004). La descarga natural del sistema acuífero se produce en el mar, ya sea a través de los arroyos o por descarga directa. La descarga artificial se realiza por la explotación para el abastecimiento de la ciudad de Mar del Plata, tema que se desarrolla en el Capítulo II.

Caracterización de las Cuencas Hidrográficas del Partido de Gral. Pueyrredón

En el Partido se dividen las cuencas hidrográficas en dos áreas, "vertiente norte" y "vertiente sur" (Figura 2).

La "vertiente norte" es la de mayor superficie y por ende tiene mayor captación, y a su vez es la más explotada ya que abastece a la ciudad de Mar del Plata y a la mayor parte de los predios hortícolas con riego complementario. De ella se ha extraído prácticamente agua desde el año 1913, con el inicio del servicio de agua corriente. La misma se encuentra integrada por las cuencas de los arroyos "Los Padres" (105 km²), "Las Chacras Norte"

(19,60 km²), "El Cardalito" (89 km²), "La Tapera" (91 km²), "Del Barco - Las Chacras Sur" (74,40 km²), "Los Patos - Santa Elena - Camet" (103,50 km²), "**Seco - El Casal" (152,70 km²)**, "Los Cueros" (116 km²) y "Vivoratá" (438 km²); conformando un área de aproximadamente 1.200 km².

La "vertiente sur" se encuentra muy poco explotada, con excepción de la Colonia de Chapadmalal y las zonas que pertenecen a estas cuencas como El Faro, Faro Norte, Bosque de Peralta Ramos, entre otras, las cuales reciben agua que proviene del Acueducto Sur. La "vertiente sur" la conforman las cuencas de los arroyos "Corrientes" (23,10 km²), "Lobería" (40,20 km²), "Seco del Sur" (44,40 km²), "Chapadmalal" (140,50 km²), "San Eduardo del Mar" (35,30 km²) y la porción perteneciente al Partido de Gral. Pueyrredón del arroyo "Las Brusquitas" (79,50 km²); ocupando una superficie aproximada de 370 km² (Cionchi, 1993).

Hidrología superficial

El Partido de General Pueyrredón no tiene cursos de agua de gran importancia. Los arroyos se caracterizan por tener cauces cortos y de escasa magnitud. El drenaje superficial es relativamente pobre en cuanto a densidad y magnitud de los colectores.

Nuestra zona de estudio comprende los arroyos Seco y El Casal como los principales y el arroyo La Bomba, entre otros, como secundarios.

No se poseen datos limnimétricos o de aforos de estos cursos ni análisis químicos de sus aguas, pese a lo cual se ha tratado de generalizar sobre los posibles regímenes y características, asociadas a las condiciones físicas del medio donde se desarrollan.

El Ao. Seco es el principal arroyo de nuestra zona de estudio. Nace en la Sierra de Los Difuntos y atraviesa la zona con rumbo general Oeste-Este, para desembocar en el mar al norte de Santa Clara del Mar. Es prácticamente intermitente en todo su recorrido. En la red de drenaje se clasifica a este arroyo en 5º Orden. Es predominantemente influente salvo en ocasiones en que puede cambiar tal carácter.

El Ao. El Casal pertenece a una cuenca de llanura, no tiene cauce definido por la baja pendiente de la región.

El Ao. La Bomba nace en el extremo Noreste de la Sierra de La Peregrina y desaparece a unos 14 km. de su origen; es de régimen intermitente y comportamiento aparentemente influente (Sala y otros, 1980).

Uso del suelo

La zona correspondiente a las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal, es un área de uso primordialmente rural, donde se localizan y desarrollan actividades ganaderas y agricultura, tanto intensiva como extensiva.

Capacidad de uso del suelo

Se debe tener un adecuado conocimiento y reconocimiento de los suelos, a fin de optimizar su utilización y evitar su degradación.

Los suelos que predominan en el Partido de General Pueyrredón son los Molisoles en base a lo establecido por el sistema de clasificación americana (Osterrieth y Cabria, 1995). Dentro de ellos prevalecen los Argiudoles típicos: suelos ricos desarrollados en lomadas eólicas de variada pendiente, estos presentan horizontes superficiales, que superan los 20 cm. de espesor, ricos en materia orgánica, de pH levemente ácido a neutro, y horizontes subsuperficiales enriquecidos en arcillas, con buen drenaje, con desarrollo de perfiles que superan los 50 cm. hasta 1,5 m, y con buena fertilidad. En las áreas topográficamente más bajas, vinculadas a redes de drenaje y en el sector noroeste del Partido, se desarrollan los Natrucuoles y Argiacuoles, que también son Molisoles, pero que se desarrollan en condiciones de alta saturación hídrica, conformando perfiles caracterizados por la presencia de horizontes superficiales potentes, negros a grisáceos, alto contenido de materia orgánica, alta saturación con bases y con pH alcalinos. Presentan también horizontes subsuperficiales arcillosos y con alta saturación de sodio. Los Hapludoles son Molisoles que se desarrollan sobre las pendientes de las sierras, con perfiles de escaso espesor, 10 a 30 cm, en contacto con los afloramientos rocosos, desarrollan horizontes superficiales negros, con alto contenido en materia orgánica, pH levemente ácidos a neutros, buen drenaje, pero no desarrollan horizontes subsuperficiales (Osterrieth y Cabria, 1995).

Estos mismos autores afirman que si bien la mayoría de los suelos en el Partido de General Pueyrredón son Argiudoles típicos, se diferencian en distintas clases de capacidad de uso, de acuerdo a la posición topográfica que los mismos ocupan, que es lo que condiciona su susceptibilidad a los distintos tipos de usos a que pueden ser sometidos.

En el Partido se diferencian las siguientes clases de capacidades de usos de suelo (Osterrieth y Cabria, 1995):

- **Clase I:** Suelos sin limitación para el uso agropecuario. Estos pueden ser utilizados con mínimo riesgo para la realización de cultivos intensivos y extensivos, pasturas, forestación,

etc. Los suelos más representativos de esta clase son los Argiudoles típicos, evolucionados en lomadas loésicas extendidas con espesores de loess superiores al metro.

• **Clase II:** Suelos con leves limitaciones para el uso agropecuario. Estos suelos presentan problemas de erosión en relación con la pendiente, o exceso de humedad por la presencia de horizontes subsuperficiales Bt, o por niveles de tosca. Presentan susceptibilidad moderada a la erosión eólica y/o hídrica, lo que hace que requieran de sistemas especiales de manejo durante los laboreos agrícolas y para el control del agua. Pueden desarrollarse ciertos cultivos, pasturas, forestación, etc. Los suelos más representativos son los Argiudoles típicos ubicados en lomadas eólicas con pendientes moderadas (1 a 3%).

• **Clase III:** Suelos con moderadas limitaciones para el uso agropecuario. Estos suelos presentan problemas de erosión en relación con la pendiente o exceso de humedad por la presencia de horizontes subsuperficiales Bt, o por niveles de tosca a poca profundidad. Presentan susceptibilidad a la erosión eólica y/o hídrica, lo que hace que requieran de sistemas especiales de manejo durante los laboreos agrícolas y para el control del agua. Se pueden utilizar para cultivos restringidos en tipo y cantidad, pasturas, pastoreo de campos naturales, forestación, etc. Los suelos más representativos son los Argiudoles típicos ubicados en áreas de llanuras lomas loessicas con pendientes cortas (1 a 10%).

• **Clase IV:** Suelos con severas limitaciones para el uso agropecuario. Estos suelos presentan problemas resultantes de la escasa profundidad, y alto grado en los porcentajes de pendientes y/o presencia de tosca, Se pueden utilizar para muy pocos cultivos, pasturas, campos naturales de pastoreo, forestación, fruticultura, etc. Los suelos dominantes son los Hapludoles líticos, ubicados en los sectores proximales a los afloramientos rocosos con pendientes cortas y moderada inclinación.

• **Clase V:** Suelos no aptos para la agricultura y con limitaciones para el uso pecuario, presentan limitaciones debido al exceso de humedad, y están ubicados en sectores topográficos bajos y llanos, sometidos a anegamientos semipermanentes. Estos suelos son aptos para pasturas, pastoreos naturales, conservación de la vida silvestre, etc. Los suelos más representativos son los Argiudoles ácuicos.

• **Clase VI:** Suelos no aptos para la agricultura y con severas limitaciones para el uso pecuario, debido al exceso de humedad y modicidad. Son suelos ubicados en vías de avenamiento de escasa permeabilidad y escurrimiento. Estos suelos son aptos para pastoreos naturales, pasturas de especies adaptadas a la toxicidad sódica, forestación y preservación de la vida silvestre. Los suelos predominantes son los Natrucuoles típicos.

• **Clase VII:** Suelos no aptos para la agricultura y con muy severas limitaciones para el uso pecuario, tan severas que no se justifican las mejoras en los pastizales naturales, si bien

la explotación de los mismos es económicamente rentable. Los suelos dominantes son los Natrucuoles típicos y Natrucualfes típicos.

- **Clase VIII:** Suelos no aptos para uso agropecuario, Constituidos por afloramientos rocosos en cumbres de sierras y cuerpos de agua permanente. Estas áreas pueden ser utilizadas con fines forestales, de recreación y de conservación de la vida silvestre.

- **Clase IX:** Áreas urbanas u suburbanas.

Como se observa en el mapa (Figura N°3), extraído de la Carta Ambiental, en nuestra zona predominan los suelos Clase I, donde se practica principalmente la agricultura y los suelos Clase III, que son las zonas más bajas donde se practica la ganadería.

Fauna y Flora

En la actualidad la fauna de Vertebrados del Partido de General Pueyrredón cuenta con aproximadamente 263 especies. El grupo de mayor diversidad es el de las Aves, con 179 especies, y le siguen en orden decreciente los Mamíferos (37 especies), los Reptiles (21 especies), los Peces continentales (14 especies) y los Anfibios (12 especies) (Martinez y otros, 1995).

Nuestra zona de estudio comprende principalmente la Fauna de Pasturas y en menor proporción la correspondiente a cultivos Extensivos e Intensivos.

La fauna de campos de pastoreo abarca la zona norte del Partido. Estos campos también pueden ser utilizados para agricultura, pero a diferencia de los campos considerados en Cultivos extensivos, son utilizados con mayor frecuencia como campos de pastoreo. Aunque la mayoría presentan diverso grado de modificación, con mezcla de especies vegetales autóctonas, malezas y especies forrajeras introducidas, aún mantienen parte de las características típicas de los pastizales naturales. La altura de estos pastizales depende de la presión de pastoreo y la composición faunística varía de acuerdo a la misma.

En esta zona de pastoreo, aunque con modificaciones (por extinción y/o reducción de poblaciones), está representada parte de la fauna típica de la llanura pampeana. Cuando estos campos son cultivados, la fauna cambia en composición, diversidad y abundancias, equiparándose a la de cultivos Extensivos.

Con respecto a la vegetación, el Partido de General Pueyrredón se encuentra ubicado en los Distritos Austral y Oriental de la provincia fitogeográfica Pampeana, que pertenece a su vez al Domino Chaqueño. El tipo de vegetación dominante de estos distritos era la estepa de gramíneas formada por grandes matas de *Stipa* (Martinez y otros, 1995).

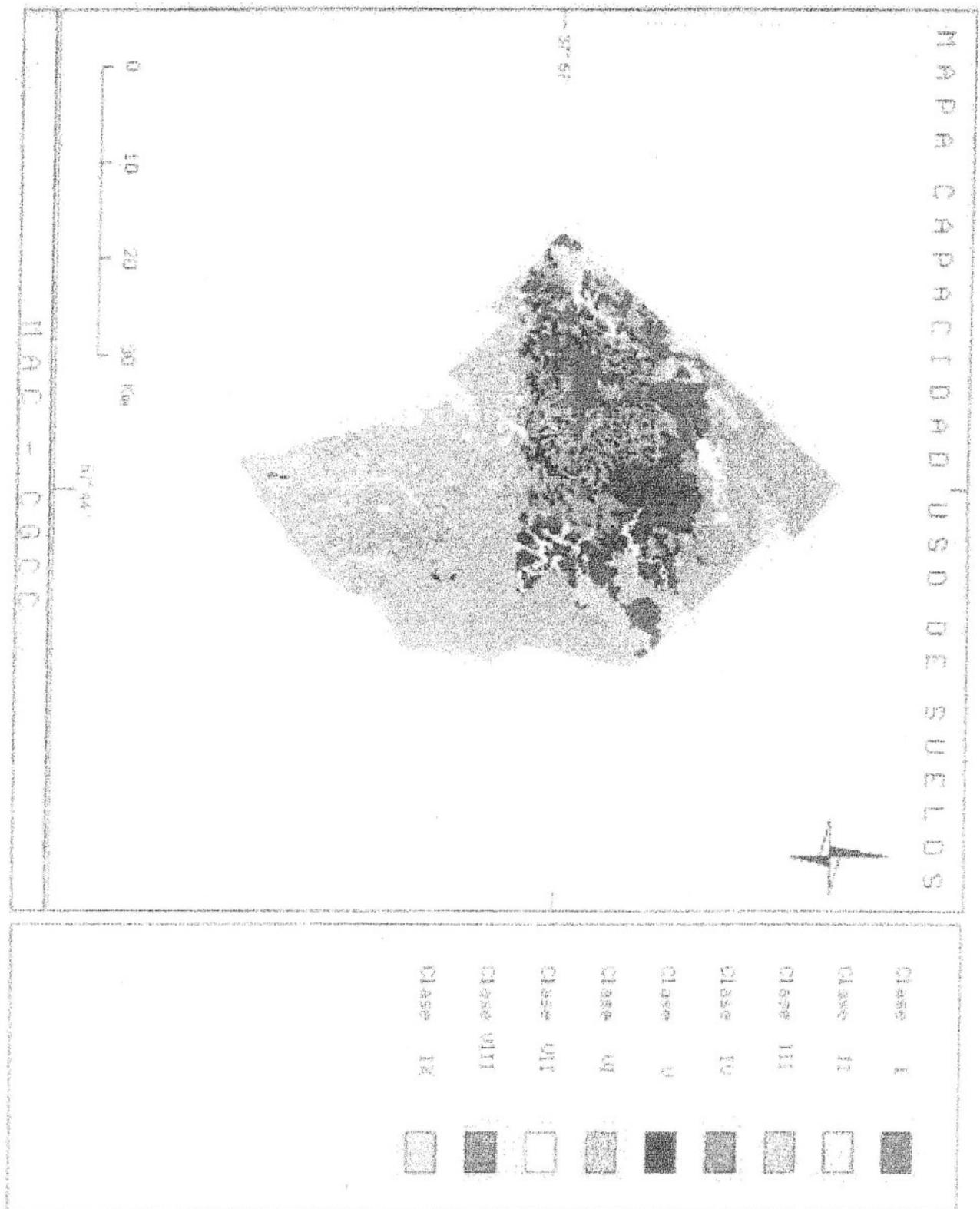


Figura N°3

En este caso, prácticamente toda la superficie en estudio se encuentra en producción, sea ganadería, agricultura o agricultura intensiva, frente a esta realidad, se tuvo que orientar los esfuerzos a establecer criterios que representan la vegetación presente en el Partido de General Pueyrredón independientemente de si era natural o cultivada.

Las diferentes unidades de vegetación que se pueden encontrar en el Partido son (Martinez y otros, 1995):

- Pastizal
- Matorral y Pastizales Serranos
- Montes Cultivados
- Cultivos Intensivos
- Vegetación Acuática
- Cultivos Extensivos
- Matorrales de Curro
- Vegetación Urbana
- Vegetación de Médanos

Nuestra zona de estudio comprende la unidad de vegetación de Pastizal, de gran desarrollo areal y está dedicada principalmente a la ganadería de cría, aunque también se desarrollan otras actividades pecuarias. La vegetación es cultivada y está constituida por pasturas con ciclos de 3 a 7 años.

Población

Densidad y crecimiento de la población:

La ciudad de Mar del Plata, cabecera del Partido de General Pueyrredón, tiene una superficie de 79,31 km² sobre una superficie total del Partido de 1.460 km², lo que representa aproximadamente un 5,5% de la misma; sin embargo sobre una población de 553.288 habitantes, 499.115 habitantes viven en la ciudad lo que representa el 90,2% del total de población, que revela un altísimo componente de población urbana.

Sobre los datos anteriores es posible también obtener la densidad de población, ya que la misma sobre el total del Partido es de 380,67 hab/km², siendo en la ciudad de Mar del Plata de 6.293,54 hab/km².

Es importante destacar el crecimiento poblacional de Mar del Plata, ya que presenta las más altas tasas de crecimiento intercensal del país, sólo sobrepasada por el crecimiento explosivo de algunas zonas del conurbano bonaerense y localidades del sur del país (Fernández, 1996).

Tabla N°1: CUADRO COMPARATIVO ENTRE CENSOS 1991 - 2001

Item	Superficies	Población Censo 1991	Población Censo 2001	Densidad 1991	Densidad 2001
Partido	1.453,44	532.845	553.288	366,61	380,67
Ejido	79,31	487.469	499.115	6.146,69	6.293,54
Rural	1.374,13	45.376	54.173	33,02	39,42

Según Sagua y Olszewski (1995), a nivel regional la conformación radiocéntrica del Partido respecto de Mar del Plata evidencia un proceso de desruralización en las áreas próximas al ejido. Se evidencian tendencias de densificación urbana a partir de los ejes de rutas, mientras que en el resto del Partido, aún con las pequeñas localidades interiores se advierten los más bajos niveles de densidad.

Al mismo tiempo determina que los mayores valores de densidad se intensifican en la zona central de la ciudad de Mar del Plata, decreciendo paulatinamente hacia los bordes del ejido. Los litorales norte y sur disminuyen sus densidades a medida que se alejan del litoral céntrico.

En cuanto al crecimiento poblacional, en lo regional, los más altos valores de incremento se dan en áreas asociadas a los ejes de rutas, en el ámbito urbano los valores más bajos de crecimiento se registran en las áreas próximas a la zona central, hacia los bordes del área urbana los incrementos relativos de población son más notables.

En conclusión, a nivel urbano, el área central es la más densamente poblada pero la de menor crecimiento e incluso decrecimiento. Las áreas intermedias, presentan en diferentes matices densidades medias asociadas a un leve y moderado crecimiento. Finalmente las áreas de borde presentan densidades bajas siendo sin embargo las de mayor incremento poblacional. En lo regional se identifican sectores de importante incremento poblacional asociados a los ejes de circulación, con baja densidad poblacional.

En nuestra zona de estudio, la densidad poblacional se mantiene menor a 1 habitante/ha. (Sagua y Olszewski, 1995), si bien podemos encontrar zonas más pobladas como ser "Las Quintas El Casal", "Colinas Verdes" y "La Gloria".

Servicios e Infraestructura

La provisión de servicios e infraestructuras, condiciona la localización y desarrollo de una población y de sus actividades socioproductivas. Es su déficit generador de problemáticas socioambientales complejas asociadas al detrimento de la calidad de vida de la población, al menoscabo de la capacidad productiva, al deterioro de recursos naturales y a conflictos de interés entre actores sociales involucrados en su uso y administración (Malvares Miguez y Navarro, 1995).

La provisión de servicios e infraestructuras opera funcionalmente para: El suministro o Abastecimiento de insumos (gas, agua, electricidad), Circulación de los materiales de desecho (recolección de residuos, cloacas) y la Intercomunicación (telecomunicaciones y transporte)

En base a la categorización definida por Malvares Miguez y Navarro (1995), en la Carta Ambiental, nuestra zona de estudio estaría dentro de la categoría tres, que cuenta con teléfono, electricidad y transporte y no cuenta con los servicios de recolección de residuos, agua, gas y cloaca. En el Anexo N°2 se pueden observar los mapas de cobertura de red cloacal y abastecimiento de agua potable a la ciudad de Mar del Plata.

Capítulo II

Desarrollo de las principales actividades económicas en el área de drenaje de las Cuencas Hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal

Introducción

El Partido de General Pueyrredón tiene una superficie de 146.000 hectáreas, de las cuales, aproximadamente, corresponde al espacio rural el 77,5% y las restantes al espacio urbano.

Si bien las principales actividades económicas desarrolladas por la población de la ciudad se encuentran relacionadas con el sector turístico y las actividades pesquero-industriales, también las actividades primarias como la agricultura y la ganadería son de gran importancia en cuanto a ocupación de superficie. La superficie arable del Partido, según el Censo Nacional Agropecuario 2002, es de 113.138 hectáreas, de las cuales el 68,6% (77.611 has.) corresponden a áreas destinadas a actividades agropecuarias y el 31,4% restante (35.526 has.) es destinado a otros usos, como pastizales o bosques y/o montes naturales.

En este capítulo, se analizan las principales actividades económicas, que presentan gran consumo del recurso hídrico para su desarrollo, ubicadas en el área de drenaje de las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal.

En la zona de estudio, las principales actividades económicas demandantes de gran volumen de agua son las actividades agropecuarias, la explotación para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Mar del Plata realizada por OSSE, la actividad industrial Pico de Oro S.A. y las actividades recreativas (Aguasol y el Camping Colinas Verdes).

De las actividades mencionadas la actividad predominante, en cuanto a ocupación de superficie es la agrícola-ganadera, si bien esta última no es la que mayor consumo de agua requiere, ya que como se podrá ver la explotación realizada por OSSE para el abastecimiento de agua potable a la población es la que mayores volúmenes demanda.

También, con respecto a las actividades agrícolas-ganaderas, cabe aclarar que cuando las prácticas con las que se realizan no son adecuadas, además de consumir grandes volúmenes de agua, tienen un impacto extra, sobre la calidad del agua al mismo tiempo que sobre otros recursos, como ser el suelo. Es por esta razón que al momento de evaluar las actividades económicas priorizamos y desarrollaremos con más detalle, en el presente y en los capítulos siguientes, las actividades agropecuarias.

Actividades Agrícolas-Ganaderas del Partido de General Pueyrredón y la Región

La población rural del Partido de General Pueyrredón se encuentra irregularmente distribuida. Los espacios de menor concentración se dan como consecuencia de áreas anegadizas y/o serranas. Los espacios que se caracterizan por la mayor densidad de población rural coinciden con zonas llanas, bien drenadas, con suelos aptos para el desarrollo de sistemas predominantes tales como: agrícola-ganadero y ganadero-tambero.

Las tierras del Partido se caracterizan por su alto contenido de materia orgánica, siendo especialmente aptas para el desarrollo de cultivos extensivos como: trigo, avena, lino, maíz, girasol y soja. Destacándose también dentro de estos, el cultivo de la papa.

Con respecto a la ganadería, en el Partido de General Pueyrredón se cría ganado ovino, bovino, caprino, porcino y equino. El ganado ovino dado el escaso valor de la lana, prácticamente ha desaparecido, quedando cerca de 2000 animales, que están destinados al consumo particular de cada establecimiento. Los animales de raza equina son criados en haras con destino a carrera y salto.

La raza de ganado vacuno predominante en la zona es la denominada "careta", que resulta de la cruce entre ganado Aberdeen Angus y Hereford.

La producción de ganado vacuno en el Partido de General Pueyrredón tiene como principales actividades la cría, la invernada y el tambo. El estudio realizado por la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Mar del Plata, muestra que para el año 1996 fue la actividad lechera la que representó el 42% del valor agregado de este subsector, siguiendo la cría con un 35% y la invernada con el 23% restante. Este comportamiento es similar a los años anteriores, pero en la actualidad, según nos informara personalmente el Ing. Alfredo Szczesny (Representante de la Oficina de información técnica del INTA Mar del Plata), el ganado de cría predominaría sobre la actividad lechera.

Cabe destacar que predominan los establecimientos donde la práctica de la ganadería y la agricultura comparten superficie, personal, maquinaria y diversos insumos.

La producción de hortalizas del sudeste bonaerense se encuentra concentrada en los alrededores de Mar del Plata, constituyendo el Cinturón Verde de la ciudad. Tanto por la superficie cultivada, diversidad, calidad y rendimientos obtenidos, como por la estacionalidad de la producción y la amplia red de mercados que abastece, el cinturón hortícola de Mar del Plata se consolida como uno de los principales centros de producción del país.

Dentro de la producción hortícola merece una mención especial el cultivo de la papa en la zona sudeste de la Provincia de Buenos Aires, correspondiente a los partidos de General

Pueyrredón, General Alvarado, Necochea, Lobería, Balcarce y Tandil, se cultivan alrededor de 16.500 has., lo que representa el 32% del total nacional, según el Censo Nacional Agropecuario 2002. Este valor no concuerda con el que establece la Federación Nacional de productores de papa, la cual declara que son 25.000 has. las cultivadas en la zona sudeste de la Provincia de Buenos Aires, establece además, que para el Partido de General Pueyrredón hay un total de 500 productores de papa, de los cuales 300 trabajan de 50 a 100 has., 75 productores entre 100 y 200 has., y 125 productores trabajan más de 200 has.

Para la actividad hortícola en el Partido de General Pueyrredón se destina, según el citado Censo Nacional Agropecuario, una superficie de 10.230 hectáreas a campo y unas 154 hectáreas bajo cubierta, la suma representa el 13% de la superficie total implantada del Partido. Destacándose el cultivo de la papa que ocupa una superficie de 5.245 has. en campo.

Según el Censo Hortícola Bonaerense 2000/2001 el total de hectáreas bajo cubierta plástica fue 238, hoy en día, de acuerdo a estimaciones del INTA Local, hay un total de 280 has. bajo cubierta de las cuales se calcula que entre 150 y 200 hectáreas están en producción.

Las chacras, en el Partido, se caracterizan por su actividad tan diversificada, para obtener una mayor rentabilidad económica los productores no se especializan en una sola hortaliza, sino que van variando entre lechuga, espinaca, cebolla, ajo, etc., según las demandas del mercado.

El Partido de General Pueyrredón, junto con Tandil y Balcarce, son unos de los mayores productores que forma parte de La Cuenca Lechera Mar y Sierras, ubicada en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, la cual abarca además de estos, otros 21 partidos.

Sintetizando, podemos señalar que de las 146.000 has. del Partido de Gral. Pueyrredón, un 77,5% es superficie arable (113.138 has.), un 68,6% de esa superficie es destinada a explotaciones agropecuarias (superficie implantada) y un 13% de esa superficie implantada se destina a la horticultura.

1. Caracterización Agrícola-Ganadera de nuestra Zona de Estudio

Nuestra área de estudio, como ya se mencionó, cubre una superficie de 15.270 hectáreas dentro del Partido de General Pueyrredón. En la zona, las actividades que predominan son, en cuanto a la actividad pecuaria, ganadería de engorde, de cría y tambo, y con respecto a los cultivos, los que se desarrollan en quinta, chacra y en menor proporción bajo cubierta (invernáculo).

El tambo es la explotación rural dedicada al ordeño de vacas para aprovechamiento directo o industrial de la leche. Su ambiente más favorable se encuentra en zonas templadas, llanas, con 600 a 1000 milímetros anuales de lluvia, provistas de buenos pastos naturales y artificiales. El tambo se ubica en nuestra zona por la cercanía al centro urbano, y porque predominan condiciones de clima, suelo y mercado muy favorables para la actividad.

"El tambo es una actividad que ha experimentado una profunda transformación, un intenso dinamismo en las últimas décadas y un gran crecimiento de su participación en el ámbito local y nacional (Herrero y otros, 1997)".

El tramo inferior de la cuenca presenta tierras bajas inundables, cercanas a la Cuenca del Salado, con suelos de baja calidad, por lo que en este sector predomina la actividad ganadera, en general la ganadería de cría, presentando escasa a nula actividad agrícola.

En el tramo superior, encontramos tierras más altas, con suelos profundos de mejor calidad, ricos en materia orgánica y de elevada fertilidad, estos suelos poseen horizontes bien diferenciados, con textura franco-arcillo-arenosa en su primer horizonte, de reacción ligeramente ácida, la capacidad de retención de agua y su drenaje son buenos, razón por la cual se realizan en supremacía actividades de tipo agrícola y hortícola.

Estimación del área destinada a las actividades agropecuarias en la Zona de Estudio

Con la ayuda del Ing. Szczesny, Representante de la Oficina de información técnica del INTA Mar del Plata, pudimos estimar la superficie destinadas a las actividades agropecuarias de la zona. Es importante aclarar, que los valores a presentar son válidos al momento de elaboración de este trabajo, debido a la rotación de cultivos y a la rotación agrícola-ganadera que predomina en esta región.

Tabla N°2: SUPERFICIE OCUPADA POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN LA ZONA

Actividades	Superficie
Agricultura	4.650 has.
Ganadería	5.600 has.
Superficie en explotación	10.250 has.
Superficie Total	15.270 has.

Se pudo profundizar aún más éstos datos y determinar que dentro de la actividad ganadera aproximadamente 600 has. corresponden al ganado equino y 50 has. a la cría de pollo, siendo las hectáreas restantes destinadas al ganado bovino.

Con respecto a la agricultura, predominan las actividades de chacra abarcando alrededor de 5.000 has. En menor proporción se realizan actividades de quinta. Es importante mencionar que hay un sector de productores más especializado que cultiva frutilla y tomate. Se aproxima que dentro de éstas 5000 hectáreas destinadas para la agricultura, alrededor de 2000 has. son utilizadas para la actividad hortícola, además dentro de esta actividad encontramos cultivos bajo cubierta plástica (invernáculo), ocupando alrededor de 100 has.

Comparando los valores obtenidos de la superficie destinada a la explotación agropecuaria en las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal con los valores totales de superficie en explotación del Partido de General Pueyrredón, podemos aproximar que del total de la superficie destinada a éstas actividades (77.611 has.) en el Partido, un 13,2% pertenece a nuestra zona de estudio.

Requerimientos de las Actividades Agropecuaria

Requerimientos hídricos de la actividad ganadera

El agua es considerada como un nutriente vital para el ganado. La disponibilidad de agua de bebida en cantidad y calidad adecuada, es importante, ya que puede transformarse, si su aporte no es el adecuado, en un factor limitante del estado sanitario y del nivel productivo del animal teniendo como consecuencia para el productor las consiguientes pérdidas económicas.

Requerimientos hídricos de los cultivos

La necesidad de agua de riego es la cantidad de agua que debe aportarse a un cultivo para asegurar que recibe la totalidad de sus necesidades hídricas o una fracción determinada de éstas. Cuando el riego es la única aportación de agua de que se dispone, la necesidad de agua de riego será al menos igual a las necesidades hídricas del cultivo, siendo mayor cuando existen pérdidas (escorrentía, percolación, falta de uniformidad en la distribución, etc.), y menor cuando la planta puede satisfacer sus necesidades hídricas a partir de otros recursos (lluvia, reservas de agua en el suelo, etc.) (FAO, 2002).

Por tanto, para poder planificar los riegos, tanto en lo que se refiere a la frecuencia como a la dosis, es necesario conocer las necesidades hídricas de los cultivos, es decir, la cantidad de agua que requieren para un desarrollo óptimo. Según la FAO (1985) este agua

se corresponde con "el nivel de evapotranspiración de un cultivo libre de enfermedades y creciendo en un terreno de superficie superior a 1 ha. en unas condiciones óptimas de suelo (ETc)". Dichas necesidades se miden en mm/día y van a depender en cada momento de diversos factores: condiciones meteorológicas, características del suelo y del propio cultivo (especie, variedad, estado fenológico, adaptación al hábitat de cultivo, etc.).

Sistemas de riego utilizados en nuestra Zona de Estudio

En nuestra zona, el riego predominante es el Riego por aspersión, el cual se utiliza en la mayoría de los cultivos al aire libre. En menor proporción, hallamos el riego por goteo, el cual se realiza en cultivos bajo cubierta o invernáculo.

El riego tiene carácter de complementario, según nos informara el Ing. A. Szczesny, recomendándose aplicar 5 riegos de 30 mm cada uno, por año y por hectárea, sobre todo en el período de diciembre a marzo.

2. Explotación para el abastecimiento de Agua potable a la ciudad de Mar del Plata

La ciudad de Mar del Plata, cuya población estable es aproximadamente de 600.000 habitantes y alcanza los 2.000.000 de personas en los meses de verano, se abastece de agua para consumo urbano, industrial y rural exclusivamente a través de los recursos subterráneos. El agua para uso doméstico y/o industrial, es captada y distribuida oficialmente en Mar del Plata y Batán por O.S.S.E. "OBRAS SANITARIAS MAR DEL PLATA-BATAN".

El agua que se consume en la ciudad de Mar del Plata, se extrae de pozos semisurgentes, los cuales bombean entre 60 y 80 metros cúbicos de líquido por hora, cada uno. En la actualidad hay 240 pozos de extracción para abastecer a la ciudad de Mar del Plata. Un pozo es una construcción que permite obtener el agua subterránea almacenada en los acuíferos y generada a partir de la infiltración de lluvias. En este caso los acuíferos subterráneos son de vital importancia por cuanto constituyen la única fuente disponible de agua potable en la región.

Obras Sanitarias Sociedad de Estado - constituida en Ente Municipal considera que el agua que producen los acuíferos puede calificarse como potable en estado natural, o sea apta para el consumo humano en el mismo estado en que se la extrae de los pozos y no requiere ningún tipo de tratamiento previo para su consumo; no obstante OSSE realiza una desinfección preventiva, mediante el agregado de cloro, a efectos de mantenerla libre de

bacterias y otros organismos durante su recorrido por las cañerías y su permanencia en cisternas y tanques de la ciudad.

De acuerdo a la información suministrada por O.S.S.E. Mar del Plata, en la actualidad se abastece de agua potable a la ciudad de Mar del Plata a través de tres grandes sistemas: el Acueducto Norte, el Acueducto Sur, y el sistema de Impulsión Directa.

1) Acueducto Norte

El Sistema Acueducto Norte cuenta con una capacidad de extracción de agua instalada de 6600 m³/h. Se abastece por medio de 105 pozos de extracción. Tiene una longitud de 24,5 Km. Su diámetro varía entre 0,60 y 2,00 mts.

El pozo de extracción más lejano se ubica en el límite con el Partido de Mar Chiquita, el Acueducto Norte corre paralelo a la Ruta Nacional N° 2, finalizando en Avda. Colón y San Luis, Reserva Plaza Mitre, la cuál tiene una capacidad de almacenamiento de 20.000 metros cúbicos.

El agua de las perforaciones es captada e impulsada hacia el acueducto norte y luego es rebombada desde 5 Estaciones Elevadoras.

2) Acueducto Sur

El sistema Acueducto Sur abastece de agua potable al sector Sur de la ciudad de Mar del Plata y ha sido proyectado para atender la demanda del crecimiento poblacional de esa zona hasta el año 2014.

El sistema de captación consta de 36 pozos emplazados en la zona del Parque Industrial Gral. Savio, Ruta 88, y zona sur de la ciudad y de un conducto de 15 kilómetros aproximadamente y un diámetro de entre 0,60 y 0,80 mts. Cabe destacar que debido a la topografía del terreno este sistema trabaja a presión.

3) Sistema de Impulsión Directa (Pozos en red)

Aquellas zonas en las cuales no es posible su alimentación desde las estaciones elevadoras se abastecen desde pozos en red. Es el sistema más antiguo de la ciudad.

El total de pozos que abastecen la red en la ciudad de Mar del Plata es de 99. El caudal capaz de suministrar por el conjunto de pozos es de aproximadamente 6200 m³/h.

Además la Empresa tiene 5 pozos en Colonia Chapadmalal, 4 en Batán y 4 en Estación Chapadmalal.

Los 27 pozos de extracción existentes en nuestra zona de estudio pertenecen al Sistema Acueducto Norte. Esta información se explica en detalle en el Capítulo III.

Consumo urbano estimado

El consumo urbano estimado en base a la energía consumida por los equipos de bombeo, es 80 - 100 hm³/año de agua de distribución centralizada. Por otra parte las pérdidas del sistema de distribución, que es obsoleto, han sido evaluadas en un 30% del volumen de agua suministrado: esta cantidad se pierde al mar, puesto que no vuelve a la zona de recarga.

Parte de la operación de sus pozos semisurgentes se realiza a través del sistema de telemetría. El funcionamiento de los pozos de extracción varían de acuerdo al consumo que se genera en la ciudad.

El abastecimiento a Mar del Plata se hace a través de un número muy elevado de pozos (240 en el presente), distribuidos sobre un territorio muy extenso, que a grandes rasgos se extiende según la ruta de Mar del Plata a Buenos Aires.

Durante el transcurso del año, sólo está en funcionamiento el 50-60% del total de pozos indicado, el volumen total de agua extraída ronda los 7920 m³/hora y los 10560 m³/hora, los cuales son utilizados para el abastecimiento de agua de la ciudad de Mar del Plata. Este caudal no es el mismo en la época estival, debido a la actividad turística la demanda aumenta drásticamente y en estos meses los tres sistemas de abastecimiento funcionan al 100%.

En nuestra zona de estudio hay un total de 27 pozos en funcionamiento, los cuales representan el 11% del total de pozos. Estos no extraen todos los mismos caudales.

Según datos aportados por OSSE, para el año 2001 el caudal anual extraído en las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal fue de 13.639.857 m³, los cuales representaron un promedio diario de 59.568 m³.

En el Capítulo III se desarrollará con más profundidad los datos de nuestra zona de estudio.

3. Actividad Industrial: Pico de Oro S.A.

Fue creada en 1998, la planta industrial esta ubicada en la ruta nacional 226 en el partido de General Pueyrredón, a 23 km. de la ciudad de Mar del Plata, sobre un predio de 24 hectáreas.

Pico de Oro S.A. es una de las empresas que pertenece al Grupo Garbín, además de sus otras dos empresas, Bodegas y Viñedos Garbín S.A. y Garbín Refrescos S.A., ubicadas en San Rafael, provincia de Mendoza.

El insumo principal de la planta industrial es el agua. Su actividad se centra en el fraccionamiento y comercialización de agua mineral natural "Sierra de los Padres", la cual es extraída directamente del acuífero para su envasado, y en la elaboración y comercialización de bebidas gasificadas marca "Goliat". Las bebidas Goliat se fabrican con agua mineral, azúcar, jugos y esencias naturales. Toda esta actividad se realiza en un complejo industrial de más de 15.000 metros cuadrados, el cual está dotado de líneas de llenado, sopladoras de botellas, equipos frigoríficos y de elaboración, y demás maquinarias.

Todo el proceso de la empresa está certificado con la norma ISO 19011 que es la guía para la auditoría de sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.

Según nos informara J. Medina (2005, com. personal), Representante de la Oficina de Gestión de Calidad de la Planta Pico de Oro S.A., la capacidad de elaboración y venta de la planta es de 100.000.000 litros de bebidas gasificadas y 20.000.000 litros de aguas minerales. El período de Diciembre a Marzo son los mejores meses de producción y venta, se duplica la producción con respecto al invierno.

4. Actividades Recreativas

4.1 Parque Acuático Aquasol

El Parque de Juegos Acuáticos está emplazado sobre la Autovía 2 km 386. El Agua es su principal atracción, por lo tanto, tienen los más minuciosos controles. Todas las piscinas cuentan con sistemas de reciclaje de agua permanente y un estricto control de clorado y pH.

El agua utilizada en el parque, es extraída del acuífero y distribuida por cada uno de los juegos. Según los directivos de Aquasol, el agua finaliza su recorrido en un Lago Artificial debido al sistema de reciclaje, e informan que por el proceso de decantación natural el agua es devuelta a las napas subterráneas. Por esta razón, los directivos afirman que no consumen agua para el llenado y mantenimiento de las piletas.

4.2 Camping Colinas Verdes

El Camping está situado en el Barrio Colinas Verdes, sobre la Ruta 226 km 24,55 ubicado junto al nacimiento de la cadena serrana de Tandilia.

El predio tiene una superficie de 7 has. y está cercado con una frondosa arboleda, presenta una piscina olímpica con una superficie de 700 m² y una piscina cubierta de 98 m².

El Camping permanece abierto todo el año, pero en los meses de invierno sólo trabaja con contingentes escolares, no esta abierto al público en general. Aproximadamente en el mes de Septiembre, se empieza a trabajar con la piscina cubierta, la cual demanda un total de 100.000 litros de agua y a partir del mes de Noviembre también empieza a trabajar la piscina olímpica, la cual demanda un total de 300.000 litros de agua. El agua que usan para el llenado de las piletas es extraída directamente del acuífero.

Capítulo III

Estimación de las Reservas de Agua Subterránea Disponibles en las Cuencas Hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal

Introducción

Dentro del estudio integral ordenado de cuencas, el análisis hidrológico constituye la investigación fundamental, en función de la cual se ajustará una serie de parámetros y elementos. La caracterización de una cuenca hidrográfica que conduce al conocimiento de los valores del escurrimiento, tanto superficial como subterráneo, permite tener una idea cabal del funcionamiento de dicha cuenca, es decir, de la respuesta que dará a la acción de un factor incidente.

La determinación de la oferta de agua de un sistema acuífero y la estimación de las reservas de agua disponibles en una zona son elementos indispensables para establecer:

- ✓ Las condiciones de abastecimiento óptimo de todo proyecto de aprovechamiento integral
- ✓ Las pautas de extracción para asegurar una explotación racional y sostenible,
- y
- ✓ Posibilitan acotar la factibilidad de los eventuales planes de expansión en la zona.

La determinación consiste esencialmente en el cálculo de la oferta global del sistema acuífero, el análisis de las principales demandas a las que está sometido y la determinación de las reservas disponibles en las cuencas hidrográficas subterráneas de los arroyos Seco y El Casal.

Estas variables, son fundamentales para planificar una extracción racional y sostenible en la zona de estudio.

Oferta global de Agua del Sistema Acuífero Regional

La zona del sudeste de la provincia de Buenos aires, dispone de una única fuente de aprovisionamiento de agua potable, el agua subterránea, debido a la falta de cursos superficiales de importancia y a la imposibilidad, al menos en el futuro inmediato de aprovechar otras fuentes alternativas no tradicionales.

La recarga del sistema acuífero de la zona se produce en forma autóctona a partir de las lluvias y la oferta de agua del mismo puede estimarse, con un grado aceptable de confiabilidad a partir de la resolución de balances hídricos, en los que se toman como variables esenciales: la precipitación, la evapotranspiración, el escurrimiento fluvial y el caudal o escurrimiento subterráneo, inter-relacionados según la siguiente ecuación (1):

$$P = \text{Evapot.} + \text{Esc. fluvial} + \text{Infilt.} \quad (1)$$

donde: **P** = precipitación media anual en mm.

Evapot. = Evapotranspiración media anual en mm.

Esc. fluvial = Escurrimiento fluvial medio anual en mm.

Infilt. = Infiltración media anual en mm.

El balance hídrico de una cuenca permite definir, con cierto grado de seguridad, sus características y su comportamiento frente a los factores incidentes principales tales como: precipitación, evapotranspiración, escurrimiento fluvial e infiltración.

1. Precipitaciones

Es uno de los componentes primarios del ciclo hidrológico. Las precipitaciones corresponden al total de agua de lluvia (o nieve) que alcanza finalmente la superficie terrestre. El vapor existente en las masas de aire, debido a las variaciones de presión y temperatura, así como a los desplazamientos de las mismas, condensa formando las gotas de lluvia (o cristales de hielo) que finalmente precipitan sobre la superficie terrestre.

El ingreso anual de agua por precipitaciones al sistema es variable y en consecuencia también serán variables los aportes por infiltración, parámetro este último vinculado directamente al caudal o escurrimiento subterráneo.

Para la determinación de los valores pluviométricos se utilizaron diversas series registradas por el Servicio Meteorológico Nacional, la Estación Mar del Plata-Mar del Plata Aero, la Estación EERA-INTA de Balcarce y Ea. La Peregrina. (Anexo N°3)

En la Tabla N°3 (Anexo N° 4) se resumen las distintas características de los registros utilizados, así como las respectivas fuentes de información.

En la Tabla N°4 (Anexo N° 4) se resumen las características pluviométricas de las distintas localidades consideradas, observándose los siguientes módulos anuales:

TABLA N°5: MODULO PLUVIOMETRICO ANUAL SEGUN LOS REGISTROS UTILIZADOS.

Estación	Período	Módulo Pluviométrico Anual
MDP-MDP AERO	1961-2000	928 mm
BALCARCE EERA-INTA	1931-2000	873 mm
	1960-2001	894 mm
LA PEREGRINA	1960-2001	871 mm

Finalmente en la Tabla N°6 (Anexo N° 4) se muestra la evolución de los distintos parámetros pluviométricos de las Estaciones Mar del Plata-Mar del Plata Aero, Balcarce EERA-INTA y Ea. La Peregrina, tomando períodos de 20 años, observándose que en general los módulos anuales presentan un incremento en el tiempo.

2. Evapotranspiración

Thornthwaite, a mediados del siglo XX, introduce el concepto de evapotranspiración ajustada o potencial, y lo define como "la cantidad de agua que se evaporaría de la superficie del suelo y la que transpirarían las plantas, si el suelo tuviera un contenido óptimo de humedad". Además define la evapotranspiración real como "la cantidad de agua que realmente se evapora de un suelo y transpiran las plantas en un intervalo de tiempo dado y de acuerdo con su circunstancial contenido de humedad".

La estimación de la evapotranspiración potencial y real, se realiza utilizando el método empírico de Thornthwaite, ya que si bien, según Cionchi (1993) subestima las disponibilidades, constituye una aproximación adecuada y aceptable para estudios regionales como el que aquí se pretende.

El método de Thornthwaite, de acuerdo con Burgos y Vidal (1951), se basa en la determinación de la evapotranspiración mensual, en función del "índice calórico mensual" y su ajuste por influencia de la insolación real según la latitud de la estación de registro, según la siguiente fórmula:

$$e = 16(10*t/I)^a$$

Donde:

e: evapotranspiración potencial sin ajustar

t: temperatura media mensual

a: $6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 0.01792 I + 0.49239$

I: índice calórico annual

Los valores, obtenidos por este método, permiten, previa resolución de un balance, en el cual participan la precipitación mensual para el mismo período y la reserva de agua útil del suelo (que para la saturación se asume convencionalmente 100 mm por las características del suelo que tiene la Pampa Húmeda, (Cionchi, 1993)), estimar la evapotranspiración real (mensual y anual) e inferir los excesos y/o déficit de agua, los que tienen una incidencia directa en la infiltración hacia los acuíferos. En la Tabla N°7 (Anexo N°4) se pueden observar los diferentes balances hídricos realizados.

Al mismo tiempo, y sólo a efectos de comparación, se calcularon valores de evapotranspiración real según el método de Turc, el cual es más sencillo y optimista y da menos información que el de Thornthwaite, método que si bien subestima los valores de infiltración, constituye una aproximación adecuada y aceptable para el presente estudio.

Lo mencionado en el párrafo anterior lo podemos comprobar en los resultados de la Tabla N°8 (Anexo N°4), por el método de Thornthwaite, la evapotranspiración media varía entre 718,53 mm/año y 727,30 mm/año para los distintos períodos y estaciones meteorológicas, en cambio si nos basamos en el método de Turc, la evapotranspiración media varía entre 526,58 mm/año y 541,38 mm/año, mediante el análisis de los resultados, observamos que para el método de Turc se estaría evapotranspirando alrededor del 59%, en cambio para Thornthwaite, la evapotranspiración sería aproximadamente del 81%. El presente trabajo se realiza utilizando el método de Thornthwaite, debido a que en escala regional es preferible trabajar con los máximos valores de evapotranspiración para no sobreestimar la infiltración parámetro que es determinante en el cálculo de las reservas disponibles de agua subterránea.

3. Esguerrimiento Fluvial

De acuerdo con Cionchi (1993), este factor, en el área del Partido de General Pueyrredón es muy poco significativo debido a que, en general, los cursos fluviales de la Región son de escaso caudal y no drenarían más del 1% del total de lluvias normales (Tabla N° 9, Anexo N°4); con excepción del arroyo Vivoratá con un valor aproximado de 4%.

4. Infiltración. Caudal Subterráneo

Es la porción de las precipitaciones que se infiltra para la recarga del sistema acuífero.

Teniendo en cuenta las características sedimentológicas de los terrenos de la zona, puede asumirse que la infiltración, considerada desde el punto de vista regional es un parámetro relativamente homogéneo (Cionchi, 2004).

Los resultados obtenidos mediante la resolución de los balances hídricos nos muestran una gran variabilidad de valores, no solo cuando se analizan los registros de las distintas estaciones, sino también cuando se comparan los distintos períodos en cada una de ellas o se comparan los valores de evapotranspiración obtenidos por los distintos métodos.

Con los resultados (Tablas Nº 8 y 9) se ve como los valores de infiltración obtenidos por Turc, superan en gran medida a los valores obtenidos por Thornthwaite, sobreestima, hasta en algunos casos la duplican y por ende duplican también la recarga del sistema acuífero.

Creemos más razonable descartar los valores obtenidos por Turc y tomar como datos más creíbles los determinados por el método de Thornthwaite, los cuales, podrían acertadamente considerarse como un valor umbral inferior, es decir lo mínimo con que las lluvias contribuirían a la recarga del sistema acuífero.

Análisis de las Principales Demandas

En nuestra zona de estudio, podemos resumir cuatro principales demandas que debe soportar el sistema acuífero, se enumeran según el grado de importancia de la demanda de agua subterránea:

1. El abastecimiento de agua potable a la ciudad de Mar del Plata.
2. El riego destinado a las explotaciones agrícolas intensivas.
3. Actividades industriales: Planta Industrial Pico de Oro S.A.
4. Actividades recreativas: Aquasol y el Camping Colinas Verdes.

1. El abastecimiento de agua potable a la ciudad de Mar del Plata

Como ya se mencionó en el Capítulo anterior, el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Mar del Plata, se realiza a través de la explotación del acuífero regional.

El agua subterránea, como fuente de aprovisionamiento para satisfacer las distintas necesidades humanas, sobre todo cuando posee las características de las de nuestra región, constituye un recurso con muy marcadas ventajas sobre el resto de las fuentes alternativas. Entre esas ventajas vale la pena mencionar: a) posee, en general una calidad natural adecuada para consumo humano, industrial y/o agropecuario, sin necesidad de tratamientos previos complejos y/o costosos, b) requiere un desarrollo del abastecimiento con un coste relativamente bajo, frente a las obras de regulación, captación y tratamientos de aguas superficiales, c) es una reserva segura, de alto valor estratégico, especialmente en casos de desastres y/o conflictos, d) la cantidad y calidad de los almacenamientos están menos afectadas por las variaciones climáticas, e) el tamaño relativamente grande de los

almacenamientos asociados posibilitan realizar predicciones relativamente sencillas del comportamiento, frente a las potenciales acciones de desarrollo futuro, f) poseen una mayor protección natural frente a los procesos contaminantes accidentales o provocados, ya que permiten seguir disponiendo de agua adecuada, mientras se adoptan las medidas correctivas necesarias; g) el medio subterráneo es adverso para el desarrollo y/o supervivencia de microorganismos patógenos debido esencialmente a que la pequeñez de los canaliculos por los que circula el agua permite sólo el paso de soluciones y/o coloides. Los gérmenes patógenos sólo sobreviven en niveles subsuperficiales y asociados a pozos contaminados (Custodio, 1994).

Pero las aguas subterráneas no son una panacea, y por supuesto no están exentas de problemas importantes, tanto de cantidad como de calidad, como de gestión y conocimiento (Custodio, 1994), por lo que, a pesar de poseer numerosos aspectos favorables que las tornan atractivas, asequibles, renovables y estratégicas como recurso para satisfacer el abastecimiento público, industrial, agropecuario, son también abundantes las circunstancias desfavorables que se generan con su explotación, circunstancias que en general no constituyen efectos negativos intrínsecos sino que en realidad son consecuencias conocidas, previsibles y evitables asociadas a la naturaleza de los acuíferos y de la misma extracción (Custodio, 1997).

Por lo citado anteriormente, la explotación de agua subterránea realizada por Obras Sanitarias Mar del Plata S.E tuvo un cambio profundo en el año 1993, el historial de explotación puede dividirse en dos períodos, el primero que se extiende desde los inicios de la explotación hasta el año 1992, y el segundo, desde 1993 hasta la actualidad.

En el primero y más prolongado, caracterizado esencialmente por una extracción intensiva (sobreexplotación), con el único objetivo de proveer de agua potable a Mar del Plata, sin una planificación previa, y sin programas de monitoreos que permitieran controlar la evolución de los acuíferos y, el actual, que se pone en vigencia en 1993, con el cual para corregir los numerosos desaciertos acumulados, se debió modificar diametralmente la filosofía de explotación, aplicando un esquema más racional, que posibilitara un aprovechamiento integral y más eficiente de los recursos hídricos subterráneos de la región.

En el área de drenaje de las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal, la extracción de agua subterránea se realiza mediante 27 pozos que pertenecen al sistema del Acueducto Norte de la ciudad, el cual transporta el agua hacia el casco urbano de la ciudad, donde parte del caudal en tránsito (30% aprox.) es captado por la Estación Elevadora

Uruguay y Ayacucho, para ser inyectada al sistema de distribución de agua potable de dicha zona, el resto del caudal llega a la Reserva N° 1 ubicada en Plaza Mitre.

Obras Sanitarias controla el sistema Acueducto Norte a través de un sistema de telemetría. La telemetría es la telecomunicación de procesos técnicos. Su función es la transmisión segura de informaciones técnicas entre estaciones descentralizadas (por ej. desde la base de comando y una estación de bombeo de agua potable). En el lado emisor de una estación de telemetría se preparan las informaciones para su tele transmisión, es decir, se codifican. En el lado receptor se descodifican y se comprueban las informaciones entrantes, transformándolas en orden, señal o valor de medición.

Con este sistema se permite controlar todos los parámetros eléctricos de los pozos semisurgentes del sistema, encendido y apagado de los mismos y señalización del tipo de falla (si las hubiera). Cada pozo es individualizado por un número y se accede a ellos por medio de una PC ubicada en la sala de control del Centro de abastecimiento de Agua potable Ing. Carlos Pablo Szpyrnal. Por este medio se tiene un control del funcionamiento de los pozos que se encuentran vinculados al sistema.

Gracias a la Gerencia de Recursos Hídricos, de Obras Sanitarias Mar del Plata S.E. (OSSE), se consiguieron, por medio del sistema de telemetría, los datos de los caudales extraídos para el año 2001 de nuestra zona de estudio.

Tabla N°10: Caudales extraídos de las Cuencas Hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal.

CUENCAS: SECO - EL CASAL						
	UBICACION	EXTRACCION AÑO 2001 (1)				
POZO Nro.	Cuenca Hidrológica	Bombeo anual		Caudal prom. Anual		
		Hs	Dias	m3/h	m3/día	m3/año
226	Seco - El Casal	5430	226	85	2040	461573
227	Seco - El Casal	8224	343	95	2280	781290
228	Seco - El Casal	8515	355	86	2064	732251
229	Seco - El Casal	8695	362	106	2544	921657
241	Seco - El Casal	8833	368	106	2544	936325
242	Seco - El Casal	8846	369	69	1656	610379
243	Seco - El Casal	7978	332	93	2232	741939
244	Seco - El Casal	6815	284	86	2064	586119
245	Seco - El Casal	8227	343	82	1968	674580

246	Seco - El Casal	9281	387	60	1440	556847
247	Seco - El Casal	2428	101	92	2208	223343
248	Seco - El Casal	8589	358	107	2568	919051
249	Seco - El Casal	9711	405	83	1992	805972
261	Seco - El Casal	7699	321	85	2040	654444
262	Seco - El Casal	7432	310	104	2496	772954
263	Seco - El Casal	6519	272	86	2064	560656
264	Seco - El Casal	7921	330	97	2328	768359
265	Seco - El Casal	7873	328	106	2544	834540
292	Seco - El Casal	1837	77	97	2328	178176
301	Seco - El Casal	12	0	95	2280	1128
302	Seco - El Casal	489	20	95	2280	46416
303	Seco - El Casal	1727	72	98	2352	169258
304	Seco - El Casal	2202	92	83	1992	182799
305	Seco - El Casal	937	39	98	2352	91853
306	Seco - El Casal	1821	76	90	2160	163868
307	Seco - El Casal	1703	71	93	2232	158362
308	Seco - El Casal	1007	42	105	2520	105718
TOTAL	Seco - El Casal			2482	59.568	13.639.857

En nuestra zona de estudio, la suma de los caudales promedios anuales de los 27 pozos ubicados en el área, nos permite asegurar una extracción subterránea de 13.639.857 m³ anual, los cuales representan un promedio diario de 59.568 m³.

2. Riego para explotaciones agrícolas intensivas

El estudio de la demanda de agua para riego tiene por objeto identificar, comparar y analizar las diferencias obtenidas entre la demanda, el suministro y el consumo de agua para riego en cada unidad de superficie. Supone, en general, un importante capítulo dentro del conjunto de las necesidades hídricas en una zona.

Como se describió con anterioridad en el Capítulo II, el Partido de General Pueyrredón, y en especial los alrededores de Mar del Plata, concentran una importante producción de hortalizas de especies muy variadas.

A pesar de haber realizado, a nuestro parecer una aceptable aproximación, muchos de los núcleos principales de explotación poseen límites imprecisos. Asimismo, según nos informó el Ing. A. Szczesny (2005, com. personal), tampoco se puede precisar a ciencia cierta el cultivo del que se trata, debido a la gran variabilidad y rotación de cultivos, así como también la rotación agrícola-ganadera característica de la zona.

En la Figura N°4 (Anexo N°5) puede verse tanto la cantidad como la distribución de los principales productores destinados total o parcialmente a la horticultura.

Otro inconveniente con el que nos hemos enfrentado es la de determinar que superficie de las casi 5000 has. destinadas a actividades agrícolas se encuentra realmente bajo riego. Además, cabe destacar que las superficies estimadas en este trabajo incluyen también los sectores no cultivables en las quintas, tales como caminos públicos y privados, banquetas, galpones, casas, etc. Además, también debimos considerar que de la variedad de cultivos de la zona, como ser trigo, soja, girasol, no se riegan. El maíz otro cultivo característico requiere muy poco suministro de riego complementario. Las especies que si requieren riego son las hortalizas, lechuga, espinaca, ajo, cebolla, entre otras variedades. La papa es otra demandante de agua.

Con la ayuda del Ingeniero Alfredo Szczesny decidimos, que de la superficie asignada en nuestra zona de estudio a la agricultura, en cierta forma sobrestimada, aproximadamente unas 1000 has. destinarlas a hortalizas y otras 1000 a la papa, quedando definidas solamente unas 2000 has para calcular la demanda de riego, valor este que si bien nos deja un margen de seguridad para el cálculo de la demanda de agua de los cultivos, nos pareció más acercado a la realidad.

Resumiendo, con las planteadas consideraciones, de las 4650 has. estimadas para actividades agrícolas, el área bajo riego en la zona de estudio rondaría las 2000 has., lo cual equivale a un 43% del total calculado.

Cálculo del Requerimiento hídrico

Según Custodio y Llamas (1983), la determinación del requerimiento hídrico depende fundamentalmente de la evapotranspiración potencial, pues esta, señala la cantidad de agua precisa en el supuesto de un desarrollo vegetal óptimo.

Para nuestra zona de estudio tenemos en primer lugar, los valores de riego complementario que nos dijera el Ing. A. Szczesny (2005, com. personal), los cuales son 150 mm anuales (distribuidos en 5 riegos de 30 mm cada uno), asimismo y atento a que el riego es, en definitiva un fenómeno "pluvial", corresponde considerar que un porcentaje del

total del agua suministrada se infiltra en el terreno, por lo que se lo contabiliza como una reposición de reservas, por lo que el valor final para el cálculo de agua efectivamente requerida resultaría igual a 127,5 mm anuales (Cionchi y otros, 2000).

En segundo lugar, según Suero y otros (2000), en el sudeste de la provincia de Bs. As. el riego para los cultivos, como ya se mencionó con anterioridad, tiene carácter de complementario de las precipitaciones, aplicándose una lámina de 70 a 200 mm/año.

De estos valores, como un criterio de mayor seguridad, se adopta el valor de 200 mm anuales, para definir las reservas destinadas al riego. También como plantearon Cionchi y otros (2000), algo de este valor se infiltra por lo que el valor final para el cálculo de agua efectivamente requerida resultaría igual a 170 mm/año.

Si se realiza el cálculo para unas 2000 has., o lo que es lo mismo, 20.00 km², esto significa que en definitiva se requieren unos 3.4 Hm³/año.

En consecuencia se estima que los requerimientos de las explotaciones agrícolas intensivas para el riego complementario en las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal alcanzan según estos valores unos 3.400.000 m³ anuales, o se puede decir 9.315 m³ diarios.

3. Actividades industriales: Planta Industrial Pico de Oro S.A.

El insumo principal de esta empresa, es el agua, la misma cuenta con dos pozos de 100 metros de profundidad cada uno, de los cuales extrae el agua con la ayuda de un total de cuatro bombas, dos de 45 m³/hora de capacidad y dos de 14 m³/hora, una de estas últimas bombas es de uso exclusivo de servicio, según nos informara personalmente el Bromatólogo Javier Medina (Representante de la Oficina de Gestión de Calidad de la Planta Pico de Oro S.A.).

La capacidad productiva de la empresa varía a lo largo del año, siendo los meses de mayor producción los que coinciden con la altas temperaturas (meses de verano, principalmente diciembre y enero).

Para poder calcular el consumo de agua total de la empresa, se hace coincidir los litros de productos elaborados anuales, con el consumo de agua para producción, asimismo, se suman, el 20% de este valor, el cual representa el agua que se pierde en el proceso, agua de lavado, etc., para obtener el consumo total de agua.

De esta manera, si tenemos que la producción para los meses de Enero a Abril del año 2005 fue de 35 millones de litros, siendo estos meses los de mayor producción, valor casi el mismo que lo que resta del año, podríamos estimar que el consumo de agua de La Planta

Industrial Pico de Oro, rondaría los 70 millones de litros anuales. Si a estos le sumamos el 20%, el cual vendría a representar otros consumos, como ser agua que se utiliza para el lavado de las instalaciones, pérdidas de llenado, entre otros, tenemos que el consumo de agua de esta Industria anualmente es de 84 millones de litros, o lo que es lo mismo, 84.000 m³/año.

4. Actividades recreativas: Aquasol y el Camping Colinas Verdes.

De las mencionadas actividades recreativas, decidimos que el consumo de agua del Camping Colinas Verdes debe ser despreciado, ya que el mismo a comparación con los requerimientos hídricos de las demás actividades es totalmente despreciable.

Por otro lado, nos encontramos frente a Aquasol, que si bien su consumo de agua podría ser significativo, no lo es debido a la recirculación que se le da al agua a partir del año 1995, cuando se construyó la laguna artificial donde va a parar el agua, previa extracción de las napas y uso en las piletas del parque.

Según datos obtenidos del Exp. 712/C/61, Aquasol posee dos perforaciones de 60 m. cada una, con bombas sumergibles, una de 120 m³/h y la otra de 75 m³/h. Además, el parque cuenta con un tanque de bombeo de 8000 lts. de capacidad y otro de reserva de 40 m³. El consumo diario es de 2500 m³, pero debemos aclarar que este no es un consumo constante a lo largo del año, sino que queda reducido a los meses de verano, especialmente Enero y Febrero, ya que los demás meses del año el parque se encuentra cerrado. Asimismo, el parque extrae agua de 5 pozos para riego semisurgentes.

Debido a la dificultad que se nos presentó para la obtención de información referida al consumo de agua, como también datos precisos de la laguna artificial, para poder calcular la evaporación que resulta de la misma, lamentablemente, el cálculo de la demanda de agua del Parque acuático Aquasol, no podrá ser estimado.

A pesar de ello, no queremos dejar de mencionar, y planteamos aquí, el tema realmente importante, que si bien, el agua volvería a las napas aunque no en su totalidad por el proceso de decantación natural dispuesto en el Lago artificial, las condiciones o calidad en las que el agua vuelve, es muy probable que no sea la misma que al momento de ser extraída.

Estimación de las Reservas Disponibles

La estimación de las reservas de agua subterránea disponibles en las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal, ha sido realizada en forma simplificada mediante la siguiente ecuación de balance de caudales de entradas y salidas del sistema:

$$\boxed{RHSD = R - (EM + ERC + EAI + OE)} \quad (2)$$

donde: **RHSD** = Reservas hídricas subterráneas disponibles en m³/año.

R = Recarga del sistema acuífero en m³/año.

EM = Extracción de agua potable para el abastecimiento de Mar del Plata, en m³/año.

ERC = Extracción de agua para riego complementario en m³/año.

EAI = Extracción de agua para la actividad industrial Pico de Oro S.A. en m³/año.

OE = Otras extracciones.

Estimación de la Recarga Hídrica Subterránea

La recarga anual del sistema acuífero de nuestra zona de estudio se realiza a través de la infiltración de los "excesos de agua" de lluvia, captados en la superficie total de la zona, la cual presenta un área total de 152,7 Km².

Para el cálculo de los volúmenes de agua ingresados al sistema se analizaron los distintos balances hídricos realizados para la Estación Mar del Plata-Mar del Plata AERO, Balcarce y Estancia La Peregrina.

En las Tablas N° 8 y 9, observamos que la infiltración (por el método de Thornthwaite) tiene un valor mínimo de 124,45 mm para el período 1961-1980 en la Estancia La Peregrina y un valor máximo de 199,22 mm, para el mismo período en la Estación Mar del Plata-Mar del Plata AERO.

Tomando estos valores como valores límites, se calcularon 3 valores diferentes de infiltración: a) 130 mm anuales, como límite mínimo, b) 150 mm, como valor medio y c) 190 mm como límite máximo.

Se observa en la Tabla N°11 (Anexo N°6) que para el primer valor, **130 mm anuales**, el cálculo permite estimar que en toda el área de drenaje de las cuencas hidrográficas de los

arroyos Seco y El Casal se infiltrarían **19.851.000 m³ anuales**, mientras que para el valor medio, **150 mm anuales**, se infiltrarían **22.905.000 m³ anuales**, y para el valor máximo, **190 mm anuales** se infiltrarían **29.013.000 m³ anuales**.

Determinación de las Reservas Hídricas Subterráneas Disponibles

Resolviendo la ecuación (2), aunque desestimando la variable **OE**, por resultar difícil de cuantificar pero relativamente insignificante frente a las restantes, se obtuvieron los siguientes valores de reservas hídricas subterráneas disponibles en m³ anuales:

TABLA N°12: RESERVAS HÍDRICAS SUBTERRÁNEAS DISPONIBLES EN M³ ANUALES.

CUENCA HIDROGRAFICA SECO-EL CASAL	Reservas Hídricas Subterráneas Disponibles (en m ³ /año)		
	con 130 mm	Con 150 mm	con 190 mm
	2.727.143	5.781.143	11.889.143

Los valores determinados surgen de la Tabla N°11 y nos permiten inferir que en toda el área de drenaje de las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal se dispondría de una reserva hídrica subterránea superior a los 2 Hm³, y que podría alcanzar hasta un máximo de 12 Hm³ aproximadamente.

Análisis de los valores obtenidos

Si observamos los valores obtenidos, nos permiten inferir que aún en la más desfavorable de las situaciones planteadas, es decir con una infiltración de 130 mm anuales, el sistema acuífero dispondría de una reserva de agua subterránea explotable, que llegaría casi a los 3 millones de m³ anuales, es decir un volumen de casi el 20% de la que actualmente se estaría extrayendo para el abastecimiento de agua potable para la ciudad de Mar del Plata en las cuencas hidrográficas en cuestión.

Si bien, en este trabajo nos hemos dedicado al estudio de las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal, pertenecientes a la vertiente norte, es sabido que las reservas disponibles se hallan distribuidas irregularmente y sobre todo limitadas a algunos sectores del Partido y que por ende la explotación no puede ser homogénea en todos sus sectores.

La vertiente norte, posee la mayor área de captación y también es la que recibe la explotación más intensiva, no solo para el abastecimiento de la ciudad de Mar del Plata, sino

porque en ella se incluye la mayor concentración de predios con agricultura intensiva y consecuentemente con riego complementario.

Conclusiones Generales

De acuerdo a todo lo expuesto con anterioridad, puede concluirse:

1. Con la simple observación de los balances hídricos se nos permite comprobar que, las reservas globales de agua subterránea, disponibles en las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal, superan ampliamente los requerimientos de las principales actividades sociales y económicas, ya sea en los supuestos pesimistas (130 mm anuales de recarga) o los más optimistas (190 mm anuales de recarga). Si tomamos como criterio realista una infiltración de 150 mm anuales la reserva de agua subterránea explotable de las cuencas podrían estimarse en unos 6 hm³ anuales.
2. El balance de entradas y salidas de agua de la Cuenca Hidrográfica subterránea, no muestra déficit de agua.
3. Podemos afirmar que la explotación de las cuencas, considerada solamente desde el punto de vista hidrológico, es sustentable, por lo que podemos aceptar como válida la hipótesis del trabajo. Esto bien, es consecuencia de la aplicación de la nueva estrategia de explotación, realizada por OSSE desde el año 1993, a partir de la cual el sistema acuífero comenzó a reaccionar favorablemente y a recuperarse de la sobreexplotación a la que estuvo sometido hasta ese año, a partir del cual, fue que se comenzaron a evaluar otros parámetros además de los utilizados hasta ese momento, como ser la evolución de las isovariaciones de los niveles piezométricos, la realización de programas de monitoreo, etc.

Obras Sanitarias Mar del Plata S.E., cambió su estrategia de explotación, este nuevo método de explotación tiene en cuenta, fundamentalmente las posibilidades potenciales de explotación contemplando el carácter finito de los recursos hídricos, variable ésta con la que se establecen, como límites máximo de la cantidad de agua a extraer, los volúmenes que anualmente se reponen en el sistema acuífero, a partir de las lluvias.

Atento a los resultados obtenidos, creemos necesario recomendar la continuidad y profundización de la actual estrategia de explotación, continuar con las campañas de control y monitoreo.

Capítulo IV

Desarrollo del recurso hídrico y edáfico. Sus impactos significativos y su consecuente degradación

Introducción

En la cuenca hidrográfica están contenidos los recursos naturales básicos para múltiples actividades humanas, como el agua, el suelo, la vegetación, la fauna. Todos ellos mantienen una continua y particular interacción con los aprovechamientos y desarrollos productivos del hombre (Urrutia Pérez y otros, 2003).

Las cuencas hidrográficas están en constante modificación. Las actividades humanas modifican y alteran el ordenamiento natural de las mismas. El grado de alteración depende de la intensidad del uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Estos poseen una capacidad finita para absorber impactos ambientales.

En estos tiempos, el hombre busca la mayor productividad a expensas del medio ambiente, lo que a largo plazo puede llegar a traer consecuencias ecológicas irreversibles.

En el área de drenaje de las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal, predominan las actividades agrícolas-ganaderas. Estas actividades comprometen principalmente al recurso hídrico y al recurso edáfico, por lo que en este capítulo sólo se hace hincapié en estos recursos naturales, explicando la importancia y la calidad de los mismos, y a su vez se detallan los posibles o potenciales impactos ambientales significativos que pueden sufrir los recursos hídrico y edáfico, a partir de sistemas de producción que coincidan con una explotación degradativa de los mismos.

Recurso Hídrico

Calidad de las aguas subterráneas

Cuando la composición y características del agua se consideran bajo el punto de vista de una utilización o aplicación determinada nace el concepto de "calidad", esta no queda perfectamente definida hasta que el uso concreto a que se destine el agua no quede especificado. Se puede hablar entonces de calidad para la bebida, para la agricultura, para cierto tipo de industria, etc. Cada actividad requerirá diferentes tipos de composiciones en el agua, la cual determinará la calidad de la misma para dicha actividad (Porrás y otros, 1985).

La calidad del agua subterránea depende mucho del acuífero, de su litología, de la velocidad de circulación, de la calidad del agua de infiltración, de las relaciones con otras aguas o acuíferos (Custodio y Llamas, 1983).

La calidad del agua queda definida por su composición, y el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene o el conjunto de todos ellos, permite establecer las posibilidades de su utilización, clasificando así, de acuerdo con límites estudiados, su destino para bebida, usos agrícolas, industriales, etc.

Calidad de agua para consumo humano

Como se mencionó con anterioridad, el conocimiento de los efectos de cada uno de los elementos que contiene el agua o del conjunto de todos ellos permite establecer, mediante las normas e indicadores de calidad, las posibilidades de utilización de un agua de composición definida en cada caso concreto. Así Obras Sanitarias Mar del Plata S.E. tiene ciertos parámetros que monitorea con periodicidad para poder así evaluar la calidad de las aguas, en este caso para abastecimiento de la población. De acuerdo con la definición que brindan Custodio y Llamas (1983), se entiende por potable a aquella agua que puede ser consumida por el hombre sin peligro alguno para su salud. Ello supone tener en cuenta las distintas características del agua, ya sean físicas, químicas, bacteriológicas, etc., definiéndose criterios de calidad para cada una de ellas.

Así, basándose en el Código Alimentario Argentino (art. 892), la Gerencia de Calidad de dicho organismo, realiza muestreos periódicos para verificar que el agua que distribuye a la población, cumple con los parámetros y límites establecidos por este código.

En un estudio físico-químico, se incluyen los siguientes parámetros: Color, Turbiedad, pH, Dureza, Alcalinidad, Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Nitritos, Amonio, Cloro libre, Cloro total, Fluoruros, Hierro total, Manganeseo, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Conductividad, Alcalinos carbonatos y bicarbonatos, Sólidos disueltos, Silicio, Dióxido de Silicio. También se realizan análisis biológicos, monitoreando parámetros como Coliformes fecales y estreptococos, entre otros.

Mar del Plata cuenta con la gran ventaja de contar con una extraordinaria calidad de agua subterránea para consumo humano, lo que hace que no deba ser casi tratada para el abastecimiento.

Hasta el año 1995, Obras Sanitarias S.E. no controlaba los pozos particulares. Sin embargo a partir de esa fecha se realizan controles, especialmente en lo que respecta a las condiciones de construcción de los pozos. Es obligación de los propietarios denunciar los pozos en explotación para que puedan ser controlados.

Asimismo se realizan estudios más específicos como es el caso de hidrocarburos, o el de pesticidas, por la gravedad que significaría la presencia de algunos de estos compuestos en las aguas subterráneas del Partido. Dichos análisis se realizan sólo con fines de asegurar la ausencia de los mismos y no con tanta regularidad, la falta de infraestructura y equipamiento para poder ser realizados en OSSE elevan los costos de los mismos. No obstante ello, a partir del año 1999 se muestrean algunos pozos elegidos en función de diferentes factores como ser, su vulnerabilidad, cercanía a zonas agrícolas, o bien por ser "sumidero" de una red de drenaje.

Según nos informara M. Scagliola, Jefe de Laboratorio de Aguas de OSSE (2005, com. personal) hasta el momento, los resultados obtenidos de los muestreos expresan valores muy por debajo de los límites establecidos para herbicidas e hidrocarburos

Calidad de agua para agricultura

Los criterios que suelen prevalecer para la determinación de los indicadores de calidad en este campo son: atención a animales y riego.

El agua destinada a bebida de los animales ha de ser bacteriológicamente similar a la de consumo humano. El contenido en sales no suele especificarse dada la gran diversidad de alimentación de las diferentes especies.

Algo similar ocurre en el caso del riego. Los efectos a considerar cuando ha de aplicarse un agua de composición determinada a un suelo son: concentración del agua del suelo, composición iónica, toxicidad específica, etc.

La clasificación de aguas para riego más generalizada es la del U.S. Salinity Laboratory Staff. Se basa en:

1) La concentración total de sales disueltas expresada por la conductividad a 25 °C (uS/cm).

2) La concentración relativa de sodio con respecto a calcio y magnesio denominado índice SAR o R A S (Relación de adsorción del sodio) en que:

$$S.A.R. = \frac{r \text{ Na}}{\sqrt{\frac{r \text{ Ca} + r \text{ Mg}}{2}}} \quad r = \text{meq/l} \quad (3)$$

A las aguas con SAR constante, se les atribuye un mayor peligro de alcalinización del suelo cuanto mayor es la concentración total.

En la figura N°5 (Anexo N°7) se incluyen las 16 categorías establecidas en función de la conductividad (C) y peligro de alcalinización del suelo (S).

La Gerencia de Calidad de Obras Sanitarias Mar del Plata S.E. nos facilitó, los datos necesarios para poder calcular este índice, del total de los valores de análisis pertenecientes a los pozos localizados en las cuencas hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal elegimos solo dos pozos, con los valores de conductividad que representaban los límites máximos y mínimos, así tenemos que:

- Para el pozo con mínima conductividad:
C: 1014 us/cm
rNa: 9.66 meq/l
rMg: 1.15 meq/l
rCa: 1.6 meq/l

Calculando el índice Ras para este pozo obtenemos un valor de 8.24

- Para el pozo con máxima conductividad:
C: 1721 us/cm
rNa: 14.74 meq/l
rMg: 2.8 meq/l
rCa: 2.84 meq/l

De igual manera, el índice Ras para este pozo es de 8.81

Con los valores de la conductividad y el índice calculado, estamos en condiciones de ingresar en la figura N°5 presentada en el Anexo N°7, donde podemos ver que para ambos casos la clasificación del agua para riego obtenida es C3-S2. Esto significa que:

- C3: Agua altamente salina. No puede usarse en suelos de drenaje deficiente.
- S2: Agua media en Sodio. Puede presentar un peligro en condiciones de lavado deficiente, en terrenos de textura fina con elevada capacidad de cambio catiónico, si no contiene yeso.

3 - Concentración de boro (mg/l)

La clasificación es la siguiente (Custodio y Llamas, 1983):

TABLA N°13: CLASIFICACION SEGUN CONCENTRACION DE BORO.

Clase respecto al Boro	Cultivos sensibles mg/l	Cultivos semitolerantes mg/l	Cultivos tolerantes mg/l
1	0.33	0.67	1.00
2	0.33-0.67	0.67-1.33	1.00-2.00
3	0.67-1.00	1.33-2.00	2.00-3.00
4	1.00-1.25	2.00-2.50	3.75-3.75
5	1.25	2.50	3.75

Se consideran:

- cultivos sensibles: limón, uva, naranja, ciruela, manzana, pera, alcachofa, melocotón, cereza, níspero. etc.
- cultivos semitolerantes: judía, pimiento, maíz, trigo, cebada, Avena, aceituna, tomate, algodón, calabaza, rábano, girasol, etc.
- cultivos tolerantes: zanahoria, lechuga, nabo, cebolla, alfalfa, remolacha, espárrago, etc.

4.- Carbonato sódico residual (meq/l)

Se define como "Carbonato sódico residual" la relación:

$$r (\text{CO}_3^{-2} + \text{HCO}_3^{-}) - r (\text{Ca}^{+} + \text{Mg}^{+2})$$

Si esta diferencia es negativa, no existe carbonato sódico residual. En cuanto a la presencia de este, aunque no se tienen suficientes datos se puede establecer una clasificación primaria:

- Buenas: menor 1.25 meq/l
- Dudosas: 1.25-2.50 meq/l
- Malas: mayor 2.50 meq/l

Dada la clasificación C3 S2 de Riverside se debe tener cuidado especial y considerar al riego como complementario, dado su contenido en cloruro de sodio.

Calidad de agua para industrias

Los usos del agua aún están más diversificados que los de la agricultura de modo que resulta imposible establecer normas aplicables a cualquier tipo de industria. No obstante,

para usos generales, suelen tenerse en cuenta la agresividad y el poder incrustante del agua como características más destacadas.

Contaminación de las aguas Subterráneas

Aspectos básicos de la contaminación de las aguas subterráneas

El término "contaminación" se utiliza cada vez con más frecuencia como expresión de una realidad progresivamente preocupante en los países más desarrollados o en vías de desarrollo. Sin embargo, el concepto de contaminación es a menudo intuitivo y consiguientemente vago e inconcreto. Conviene, para no crear confusiones, definirlo con precisión.

Se entiende por contaminación del agua, en general, la alteración de la calidad natural de la misma, debida a la acción humana, que la hace total o parcialmente inutilizable para la aplicación útil a la que se destinaba (Porras y otros, 1985).

La calidad natural del agua constituye el nivel de partida. Así, por ejemplo, hay aguas de calidad natural no adecuada para ciertos usos: el agua del mar no sirve para beber y no obstante, el hecho de contener gran cantidad de sales disueltas no es motivo para considerarla contaminada. Un agua cargada de nitratos es excelente para riego pero podría ser inaceptable para bebida.

En principio, los agentes contaminantes involucrados en la contaminación del agua subterránea no son distintos de los que ocasionan la del agua superficial: sales normales (Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+), nitratos, materia orgánica (biodegradable o no), compuestos tóxicos orgánicos o inorgánicos, metales pesados, microorganismos patógenos, elementos radioactivos, etc. (Porras y otros, 1985).

La contaminación del agua subterránea es, en muchos casos, un proceso muy difícilmente reversible debido a la dificultad de regeneración del acuífero aún cuando ésta sea económicamente viable. Como consecuencia, hay que considerar que la mejor manera de eliminar los problemas que puede causar la presencia de elementos nocivos en el agua subterránea es impedir la entrada de dichos elementos en el acuífero. Es decir, en este caso, como en tantos otros, es mucho mejor prevenir que curar. Y el método preventivo más eficaz es una adecuada ordenación del territorio que, en el caso concreto de las aguas subterráneas, se traduciría en la realización de una serie de estudios geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, de fuentes de contaminación, antes y durante el proceso de desarrollo agrícola, industrial y urbano de una región, para poder recomendar los puntos o áreas más adecuados y menos peligrosos para la puesta en práctica de actividades potencialmente contaminantes.

Fuentes potenciales de contaminación

El deterioro de calidad del agua subterránea que implica el hecho de la contaminación puede ser provocada, directa o indirectamente, por las actividades humanas, por procesos naturales o, lo que es más frecuente, por la acción combinada de ambos factores.

Las causas fundamentales de contaminación del agua subterránea pueden agruparse convencionalmente en cuatro grupos, en relación con el tipo de actividad humana que las produce (González y Hernández, 1997):

- 1) Contaminación urbana y doméstica
- 2) Contaminación agrícola
- 3) Contaminación industrial
- 4) Contaminación inducida por bombeo

1) Contaminación urbana y doméstica

Existen dos tipos fundamentales de residuos generados por estas actividades: los residuos sólidos y los residuos líquidos o aguas residuales urbanas. Ambos constituyen la amenaza más directa para la calidad de las aguas subterráneas. Los residuos gaseosos tienen, en principio, una menor incidencia directa sobre las aguas subterráneas a pesar de que en áreas urbanas contaminadas pueden condicionar notablemente la composición del agua de lluvia que constituye la fuente principal de recarga de la mayoría de los acuíferos.

El control de los vertederos de basuras y su correcto emplazamiento hidrogeológico son los medios más seguros para minimizar los efectos de la contaminación que pueden producirse a partir de los residuos sólidos urbanos.

La eliminación de los residuos líquidos urbanos suele realizarse, a través de las redes de alcantarillado, en las poblaciones que disponen de ellas, directamente a los cauces fluviales, en la mayoría de los casos sin un proceso previo de tratamiento de depuración. En múltiples localidades y en núcleos agrícolas aislados el procedimiento de eliminación tiene lugar a través de pozos negros, fosas sépticas, etc.

Este tipo de vertidos contiene sales minerales, materia orgánica, restos de compuestos no biodegradables, etc., así como virus y microorganismos fecales en general. El grado de tratamiento a que se encuentren sometidos antes de su vertido condiciona notablemente la carga contaminante que pueden aportar.

Mayor riesgo directo para los acuíferos lo constituyen las pérdidas de las redes de alcantarillado, la infiltración desde pozos negros y fosas sépticas o el vertido directo en cauces secos, etc., y especialmente las prácticas de regadío, incorrectamente realizadas, con este tipo de aguas. El riesgo aumenta, lógicamente, cuando el vertido por riego o las

pérdidas se producen en áreas hidrogeológicamente favorables a la infiltración (zonas de recarga de acuíferos kársticos o muy permeables. etc.).

La lucha contra la contaminación urbana y doméstica ha de abordarse en su doble vertiente de residuos sólidos y líquidos mediante una política de prevención que impida la llegada del contaminante al acuífero por medio de perímetros de protección de captaciones próximas a vertederos y desagües de efluentes, control riguroso de los ya existentes, medidas de tratamiento previo al vertido de residuos líquidos y emplazamiento correcto de los vertederos de residuos sólidos que se lleven a efecto en el futuro.

En Mar del Plata, Obras Sanitarias ha establecido una zona de protección del acuífero, donde quedan prohibidas la realización de ciertas actividades, como por ejemplo la localización de un Relleno Sanitario. La gran mayoría de nuestra zona de estudio está ubicada dentro de la zona de protección, por lo que no correría el riesgo de contaminación por la localización de un relleno sanitario u otra actividad que genere riesgos similares. A diferencia, la zona no cuenta con cobertura cloacal, por lo que si estaría expuesta a potenciales riesgos de contaminación por residuos líquidos a través de pozos negros.

2) Contaminación agrícola

La contaminación por labores agrícolas tiene un primer aspecto que es el de los abonos. Estos aditivos pueden ser a base de estiércol y entonces la contaminación producida es principalmente debida al aporte de nitratos. Los abonos artificiales a base de nitratos, fosfatos y potasa pueden principalmente producir una contaminación por nitratos, pues los fosfatos son en general muy poco solubles y la potasa, en la forma química más adecuada, tiende a ser fijada por el terreno si está bien dosificada. Según Custodio y Llamas (1983) en una explotación agrícola bien llevadas, se utilizan por hectárea y por año: de 200 a 500 kg. de NO_3 de 50 a 150 kg. de P_2O_5 y de 100 a 250 kg. de K_2O . En el apartado siguiente se menciona las cantidades y compuestos con los que fertiliza en la zona.

Los valores de concentración de nitratos en aguas subterráneas afectadas por actividades agrícolas son muy variables. Su distribución en acuíferos libres suele guardar estrecha relación con la profundidad de las captaciones de modo que las máximas concentraciones aparecen en la parte superior de la zona saturada en tanto que las mínimas suelen hacerlo en la parte inferior. Cuando el espesor de la zona saturada es relativamente escaso, llega a producirse con el tiempo un notable grado de homogeneización de concentraciones.

Los nitratos, en las zonas de aprovechamiento agrícola intensivo, constituyen un problema creciente tanto en extensión como en intensidad y persistencia.

Un segundo aspecto de la contaminación por labores agrícolas puede tener origen en los regadíos, por concentración de sales en el agua de riego excedentaria que se infiltra; este aspecto tiene importancia cuando se trata de regadíos con aguas subterráneas en terrenos mal drenados y/o con escasa recarga natural, donde al cabo de un tiempo puede llegarse a tener un agua no apta para los cultivos establecidos.

Las áreas de regadío intensivo son zonas en que la contaminación, especialmente por nitratos, se ha detectado con frecuencia.

El aumento de sales que puede deteriorar la calidad del agua subterránea en estas zonas es debido, por una parte, a la concentración de las sales en el agua no consumida por las plantas, que aprovechan una mínima parte de las sales existentes y, por otra, a la capacidad de las aguas de riego para disolver sales del terreno y lixiviar fertilizantes y pesticidas.

La cantidad de sales que pueden pasar al acuífero es función de la eficiencia del riego (relación entre agua evapotranspirada y agua total aplicada), tipo de suelo y de cultivo, contenido en sales del suelo, pluviometría, etc.

El riesgo de aumento de salinidad crece, lógicamente, con la práctica del reciclaje o reutilización del agua de riego, que se traduce en un aumento progresivo del contenido en sales que, si bien a escala anual puede ser de escasa entidad, a largo plazo puede concretarse en una inutilización del agua para el uso a que se destinaba.

Un tercer aspecto de la contaminación en zonas cultivadas es el que se deriva del uso de pesticidas, que pueden constituir un peligro muy grave y permanente.

En relación con la agricultura, también pueden ser una fuente de contaminación los lugares donde se acumulan y guardan los productos obtenidos, los restos vegetales, vertidos de residuos animales (desechos fecales), etc. Referido a esto último, los residuos líquidos y la materia orgánica resultante de las actividades ganaderas son una fuente importante de nitrógeno y, consecuentemente, de nitratos. Aunque estos residuos deberían ser tratados antes de su incorporación al terreno (abonado, riego) generalmente son vertidos sin tratamiento y, a menudo, en zonas inadecuadas con lo que su potencialidad de contaminación aumenta considerablemente.

Resumiendo en cuatro puntos, por orden de importancia conocida, los principales problemas de contaminación por actividades agrícolas éstos podrían sintetizarse en:

- Utilización inadecuada de fertilizantes nitrogenados y fosforados en zonas de riego con suelo permeable y acuíferos libres, traducida en aumentos considerables de nitratos en el acuífero.
- Elevada tasa de reciclado de aguas subterráneas en áreas de regadío intensivo

- Vertido indiscriminado de residuos animales sobre el terreno en zonas vulnerables
- Utilización incorrecta o exagerada de pesticidas en terrenos muy permeables con escasa capacidad de adsorción.

3) Contaminación Industrial

La contaminación de las aguas subterráneas como consecuencia de las actividades industriales presenta dos características definitorias fundamentales. Por un lado está la inmensa variedad de sustancias químicas, orgánicas o inorgánicas, generadas en este sector, capaces de producir contaminación, es decir; multiplicidad de posibles agentes contaminantes. Por otro lado, esta contaminación presenta un carácter típicamente local o puntual, individualizable en función del tipo de industria de que se trate.

En nuestra zona de estudio, la única actividad industrial de gran envergadura que se desarrolla es la del Grupo Garbín, la cual fue explicada en el capítulo II. Además de la expuesto, haciendo referencia a lo que acá nos incumbe, contaminación industrial, debemos reconocer que esta industria, cuenta con un tratamiento de efluentes con el cual se evita toda contaminación que se pudiera causar.

El principal componente de los efluentes procedentes de esta industria es la materia orgánica. Los efluentes son tratados a lo largo de tres lagunas impermeabilizadas de 20.000 m³ de capacidad cada una, siguen el siguiente recorrido:

- Primera Laguna: en la cual el efluente tiene un tiempo de residencia de siete meses y medio. La misma tiene cuatro metros y medio de profundidad. Primero el efluente sufre una degradación anaeróbica y luego aeróbica.
- Segunda Laguna: tiene un metro y medio de profundidad. El tiempo de residencia del efluente en esta laguna es alrededor de mes y medio. La degradación del efluente es principalmente aeróbica por el desarrollo de algas en la misma.
- Tercer Laguna: tiene una profundidad de cincuenta centímetros. El tiempo de residencia del efluente en esta laguna es de 20 días aproximadamente.

Una vez finalizado el trayecto por las tres lagunas ha pasado un tiempo considerable para que toda la materia orgánica del efluente se degrade. El siguiente paso es una cámara decantadora, donde quedan retenidos los sólidos sedimentables. Por último, el efluente, ya tratado es utilizado para riego en las 23 has. pertenecientes a la Planta Industrial Pico de Oro.

4) Contaminación inducida por bombeo (Intrusión)

Un agua con alta salinidad puede invadir acuíferos de agua dulce y crear en ellos zonas de contaminación, puntuales o no. En acuíferos continentales cualquier tipo de agua salina (procedente de terrenos yesíferos o de descarga de flujos de largo recorrido por ejemplo) puede provocar la contaminación (intrusión salina); en los acuíferos costeros el contaminante es el agua del mar. Este segundo caso de contaminación se conoce como intrusión marina. Si bien Mar del Plata ha sufrido este tipo de contaminación en años anteriores, cuando no se realizaban los estudios necesarios y la explotación del recurso hídrico no era del todo racional, en nuestra zona de estudio, no se ha evidenciado intrusión salina.

Potenciales Impactos al Recurso Hídrico en la Zona de Estudio

Debido a las características hidrogeológicas de la región, previamente explicadas, las aguas subterráneas del Partido de General Pueyrredón son muy vulnerables. No obstante, de acuerdo a análisis físicos, químicos y biológicos que se realizan con periodicidad, las mismas, no presentan índice alguno de contaminación (Scagliola, 2005, com. personal). Cabe aclarar, que es imposible que se tenga un control sobre todos los pozos del Partido, sobre todo aquellos que se encuentran fuera del ejido urbano, cuando decimos, que las aguas subterráneas no presentan índices de contaminación, estamos haciendo alusión, a aquellos pozos que son monitoreados por Obras Sanitarias S.E..

A pesar de ello, no hay que perder de vista que existe el riesgo, debido a las actividades que se realizan en la zona, de que, si no se maneja racionalmente, tanto el recurso como las actividades que en la zona se realizan, se corre el riesgo de que se produzca una contaminación del agua, y como ya se explicó, una vez que la contaminación del agua subterránea se hace presente, es muy difícil, y cuando es posible muy costoso también, la descontaminación de la misma.

Entonces, aclarado este punto, los potenciales impactos sobre el Recurso Hídrico que se manifiestan en nuestra zona son los que a continuación pasamos a describir.

1) Potenciales Impactos por prácticas agrícolas

Dentro de estos impactos, tenemos los que derivan del riego y los que derivan del uso de pesticidas y fertilizantes.

En lo referente al riego, los procesos de contaminación se ven agravados, debido a la práctica usual de construir los pozos de riego sin entubamiento ni aislamiento y a la alta densidad de los mismos. Tampoco se ha generalizado, en los particulares una actitud

responsable que permita un control de la construcción de los mismos, por lo que prevenir este tipo de contaminación, al momento es muy difícil.

En referencia a lo segundo, hay que resaltar que desde la incorporación del sistema de siembra directa conjuntamente con la disminución de los costos de producción, se ha promocionado su inclusión en los sistemas agrícolas intensivos.

La contaminación del agua, tanto superficial como subterránea, por estos productos, se debe, generalmente, a la negligencia del que lo está aplicando. Por lo expuesto, es conveniente tener en cuenta la demarcación de áreas protegidas o más vulnerables y capacitar para la aplicación de dosis y productos adecuados para lograr mayores resultados con la menor contaminación. Al momento, no existe un organismo o una autoridad responsable de controlar con que y como se fertilizan los cultivos. Así como también la capacitación en tales temas corre por cuenta propia.

La falta de estudios previos nos impide conocer el nivel de base de nitratos en la zona, pero si podrían estimarse a partir de estudios realizados a partir de áreas análogas. Así, en la cuenca hortícola de Laguna de los Padres, entre 1982 y 1994, se determinó un incremento promedio de la concentración de nitratos de 12 mg/l en la parte superior del acuífero (Martinez y Massone, 1997). También, estudiando la distribución de nitratos en esta misma zona, observaron que en general, toda el área superior del acuífero presenta valores superiores a 40 mg/l, estando los mínimos situados en el sector suroeste en las proximidades de la divisoria de aguas de la cuenca. Todo el eje central del área, presentaba concentraciones entre 40 y 60 mg/l, observando dos sectores de concentraciones elevadas hacia el noroeste y el sureste. El sector noroeste es el que coincide con la zona de explotación hortícola más intensiva. Como esta zona es de muy baja densidad poblacional, el origen de estas concentraciones de nitratos se atribuye a la agricultura, llegando a valores máximos de 120 mg/l, siendo el valor límite permisible por el Código Alimentario Argentino, para que el agua sea potable 45 mg/l.

Cabe destacar, que si bien estos valores no pertenecen a nuestra zona de estudio, la actividad y las prácticas con que se realizan son similares, y la existencia de 27 pozos de abastecimiento de agua potable a la población, convierte a las malas prácticas agrícolas en un grave riesgo para la población.

2) Potenciales Impactos por prácticas ganaderas

Algunos puntos claves derivados de esta actividad fueron mencionados, la principal fuente contaminación es el nitrógeno procedente de los efluentes proveniente del ganado.

El término efluente, involucra la mezcla que comprende los excrementos de los animales (materia fecal y orina), alimento no consumido, tierra, agua de limpieza, pérdidas de bebederos, etc.

También influye enormemente la concentración de nitrógeno orgánico que se encuentra en el suelo luego de los aportes de fertilizantes.

La ganadería en sí, no es una actividad contaminante, lo que es contaminante es el manejo del efluente que ella produce y la concentración excesiva de ganado en ciertos puntos.

Si las napas no son profundas, esta contaminación puede deberse a la infiltración de fertilizantes que provengan de terrenos muy fértiles y/o fertilizados, agua de limpieza de tambos, agua de charcos o lagunas presentes en áreas donde se concentren animales. De acuerdo a esta probable contaminación, es posible que en épocas de lluvia aumente el contenido de nitratos en la napa.

Tanto en nuestra zona de estudio, como en el resto del Partido, no existe un control sobre el manejo de efluentes ni otros tipos de controles referentes a la ganadería, pasa lo mismo en lo referente a tambos, el cual se menciona a continuación.

3) Potenciales Impactos por el manejo de tambos

La dureza del agua deberá tenerse en cuenta ya que los problemas en el lavado de la máquina de ordeño derivados de esta son muy importantes (Herrero y otros, 1997). En los tambos, la máquina se lava luego de cada ordeño, en el lavado, el agua tibia arrastra el 90% de los residuos (proteínas, minerales y grasas), debiéndose agregar detergentes alcalinos y ácidos. La problemática real, es que una mala calidad de agua para el lavado, aumenta los costos del sistema de producción.

Con aguas duras deberá incrementarse la concentración de los detergentes ácidos y/o la frecuencia de los mismos, estos incrementos tienen a su vez, aumentan los costos y pueden generar la persistencia de residuos en la leche.

Según un estudio realizado por Herrero y otros (1997), para evaluar la disolución de detergentes según los valores de dureza en el agua, se pudo observar que a los 21 días comienza la precipitación en ciertos detergentes, y, por otro lado, también advirtieron, que en aguas con alto grado de contaminación bacteriana, al ser utilizadas para el lavado de la máquina de ordeño, obliga a la utilización de productos en el lavado que luego aparecen como inhibidores en la leche, impidiendo su utilización para la fabricación de productos lácteos.

4) Potenciales Impactos por pozos de agua domiciliarios y pozos negros

Nuestra zona de estudio, como se ve en el los mapas del Anexo N°2, no cuenta con servicios de cloaca ni de agua potable, por lo que la gente que en ella vive se ve obligada a abastecerse de agua a través de pozos domiciliarios y desaguar sus líquidos residuales en los llamados pozos negros o absorbentes.

En el caso de los pozos negros, la construcción inadecuada y la localización inconveniente de muchos de ellos pueden provocar la contaminación del acuífero subterráneo, por la filtración de líquidos en descomposición sin tratamiento completo. Muchos de estos pozos negros se complementan con perforaciones a napas mas profundas.

Un estudio realizado por Cionchi y Redin (2004), determinó que los pozos con deficiencias constructivas, por ejemplo, la ausencia de un anillo sanitario (cañería de aislamiento cementada), presentan tenores de nitratos que superan los 45 mg/l, mientras por el contrario, cuando las perforaciones poseen aislados los niveles superiores del acuífero, el agua es de mejor calidad, con tenores por debajo del citado límite.

Generalmente los sectores sin cloacas carecen, al mismo tiempo, de red de abastecimiento de agua, abasteciéndose de pozos domiciliarios someros, muchas veces muy poco distanciados de los pozos negros. Este hecho hace que tenga lugar una captación muy directa de los efluentes de los pozos negros por parte de los pozos domiciliarios. El impacto de este sistema de saneamiento puede verificarse analizando las concentraciones de nitratos en los pozos domiciliarios de la zona, y el grado de contaminación biológica de estas perforaciones.

No se encontraron datos precisos referidos a pozos domiciliarios de nuestra zona, pero si estudios en pozos que si bien pertenecen a otras zonas del Partido, presentan características similares. Así, estos estudios (Martinez y Massone, 1997) determinaron la presencia de coliformes fecales en un 60% de las perforaciones relevadas, en un número próximo al centenar. Se determinó que la fuente de estas bacterias la constituyen los pozos negros, a lo que contribuyen las deficiencias constructivas de los pozos de abastecimiento de agua domiciliaria. Se detectaron valores máximos de hasta 250 mg/l.

La presunción popular de que el liquido y los barros cloacales son buenos nutrientes para las plantaciones de hortalizas, convierten a este recurso en un contaminante de mayor extensión, ya que el mismo es utilizado como abono en varios campos, aumentando la concentración de estos en el suelo, pudiendo llegar a la napa por infiltración.

5) Desequilibrios en los niveles piezométricos

El abandono de los pozos de captación de agua para abastecimiento de la red de distribución de agua potable, provoca el ascenso de los niveles piezométricos en el área urbana y su descenso en el área rural.

El descenso de los niveles de las aguas subterráneas en áreas rurales provoca dificultades de obtención de agua para riego por perforaciones, obligando a insumir altos costos de bombeo.

Recurso Edáfico

Calidad del suelo

El Instituto de Suelos, Centro de Investigación en Recursos Naturales de Castelar, define a la calidad del suelo como "la capacidad de un suelo de funcionar en un ecosistema natural o antrópico para sustentar o mejorar la productividad de las plantas y animales y controlar la polución del agua y el aire". Además define la salud del suelo como "la evaluación a través del tiempo de la calidad del mismo" (Michelena, 2000).

El uso y las prácticas de manejo de suelos marcan la dirección y el grado de cambio en su calidad en el tiempo. Se necesita contar con indicadores de calidad y salud para interpretar y predecir los efectos del manejo del suelo.

Indicadores de calidad y salud

Los indicadores de calidad y salud son parámetros que deben ser observados o determinados fácilmente. Estos indicadores se seleccionan según el uso de la tierra (agrícola, ganadera, forestal), y entre ellos se pueden mencionar los siguientes: acidez (pH), alcalinidad, salinidad, estabilidad de agregados, densidad aparente, nitratos, respiración microbiana, espesor del horizonte superficial, erosión, infiltración y conductividad hidráulica, entre otros (Michelena, 2000).

La mayoría de los estudios coinciden en que la materia orgánica es el principal indicador y el que ejerce una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad. La materia orgánica está relacionada con otros indicadores físicos, como profundidad y color del suelo, estructura edáfica, infiltración y escorrentía superficial, cobertura vegetal y facilidad de laboreo. También está asociada a indicadores químicos, como formas asimilables de nutrientes y pérdidas de bases, e indicadores biológicos, como producción de biomasa, cantidad de raíces y actividad de indicadores invertebrados.

Sintetizando, el contenido de materia orgánica joven, la capacidad de retención de agua, la susceptibilidad a la compactación y la estabilidad estructural en húmedo son propiedades

edáficas clave que permiten monitorear la evolución de los suelos sometidos a producción. (Revista Crea, 2003)

Los indicadores de calidad dan una idea de los cambios que ha experimentado la calidad del suelo como consecuencia de la intervención antrópica. Los suelos sanos hacen que el consumo de energía sea menor, requieren de un menor uso de fertilizantes y los cultivos establecidos en ellos rinden más.

Degradación y Contaminación del suelo

El uso irracional del suelo genera una alteración de sus propiedades que puede hacer que pierda parcial o totalmente su capacidad de cumplir con su función. Este fenómeno de disminución o pérdida de calidad del suelo se denomina degradación (Favere, 1999).

La degradación del suelo son todos aquellos procesos que producen la disminución parcial o total de su capacidad productiva o salud, afectando sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Michelena y Irurtia, 2000).

Según la FAO - UNESCO la degradación es el proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios.

Según la naturaleza de los procesos se diferencian tres tipos de degradación (Michelena, 2000).

1. Degradación física: Se incluyen la erosión hídrica y eólica, compactación, pérdida de la estructura, sellado.
2. Degradación química: Se incluye la pérdida de nutrientes o de fertilidad, acidificación, alcalinización, salinización y contaminación por el uso indiscriminado de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes.
3. Degradación biológica: En la degradación biológica se considera la pérdida de materia orgánica y la alteración de la flora y fauna del suelo (microflora, lombrices, etc.)

El suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos.

La FAO define la contaminación como una forma de degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

Se entiende por suelo contaminado, *todo aquel cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud*

humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno (ITSEMAP Ambiental, 2000).

El criterio para establecer el umbral máximo de concentración o cantidad permitida para cualquiera de los posibles agentes contaminantes de los suelos debe ser su capacidad para alterar o degradar la calidad de los mismos, al perder éstos alguna de las características originales implicadas en el desarrollo de sus funciones dentro de los ecosistemas, generándose, por tanto, un riesgo o daño al medio ambiente.

La salud del suelo tiene una serie de atributos químicos, y también biológicos, entre los que se incluye el abastecimiento de nutrientes, la capacidad de amortiguación, la destrucción de patógenos y la inactivación de compuestos tóxicos. Pero, dado que muchas de las actividades humanas llevadas a cabo sobre el suelo implican su contaminación, es muy probable que el suelo pierda sus propiedades (ITSEMAP Ambiental, 2000).

Fuentes potenciales de contaminación de los suelos

Las fuentes de contaminantes ya mencionadas para el recurso hídrico, se repiten para el recurso edáfico, éstas son:

- a) **Prácticas agrícolas:** Algunas prácticas agrícolas, como el empleo sistemático de fertilizantes, biocidas y abonos orgánicos, son el principal foco de contaminación difusa de los suelos, así como la eliminación incontrolada de los envases de dichos productos, que generalmente son depositados en vertederos para residuos no peligrosos o abandonados en los campos.
- b) **Actividades urbanas:** La actividad urbana diaria es, también, una fuente de contaminación del suelo, fundamentalmente por la generación de residuos sólidos urbanos, las emisiones de los vehículos a la atmósfera o la producción de lodos en las depuradoras de aguas residuales.
- c) **Procesos industriales:** Los suelos sobre los que se asientan los grandes centros industriales se encuentran sometidos a una fuerte presión, ya que son receptores de los residuos y vertidos que producen dichas plantas. La capacidad de amortiguación de la carga contaminante que tienen estos suelos se ve sobrepasada en muchas ocasiones, impidiéndose su regeneración. Tras la desaparición de las instalaciones industriales, los suelos, en la mayor parte de los casos, se encuentran altamente contaminados y deben ser sometidos a tratamientos de recuperación. La industria genera una serie de vertidos y residuos peligrosos, que no siempre son correctamente gestionados, lo que conduce frecuentemente a la contaminación del suelo. También los gases y partículas emitidos a la atmósfera pueden terminar depositándose en el suelo y la vegetación. La acidificación del

suelo por contaminación atmosférica tiene su origen, sobre todo, en las emisiones de SO₂ y NO_x. Las primeras se forman, fundamentalmente, en las centrales térmicas y en la industria, y las segundas en los escapes de los vehículos (ITSEMAP Ambiental, 2000).

Potenciales Impactos al Recurso Edáfico en la Zona de Estudio

Como ya se ha mencionado antes, el origen de los contaminantes del suelo se debe fundamentalmente a tres fuentes: ciertas prácticas agrícolas, procesos industriales y actividades urbanas.

Nuestra zona de estudio, es básicamente un área donde se desarrollan actividades agrícolas-ganaderas, la dividimos en dos áreas según su aptitud de suelos. En el tramo superior de las cuencas se encuentran campos de aptitud mixta y agrícola, y en el tramo inferior, campos bajos, en general de aptitud ganadera. La zona no es un área industrial y presenta una densidad de población menor a 1 habitante/ha. (Sagua y Olszewski, 1995), por lo que nos parece importante puntualizar sólo en la degradación y alteraciones del suelo por las actividades agropecuarias, debido a que nuestra zona es netamente agrícola-ganadera.

Impactos ambientales de la actividad agropecuaria

1. Erosión de origen agrario

Normalmente, en nuestra zona de estudio, la erosión hídrica y la erosión eólica no son predominantes, debido a que, no es una zona de pendiente y no son suelos arenosos, sino que son suelos con buenos contenidos de materia orgánica y con horizontes bien desarrollados. Pero, puede ser, que por malas prácticas agrícolas el suelo sufra procesos erosivos, es por eso que consideramos a la erosión como un posible impacto ambiental de la actividad agropecuaria en la zona.

La erosión hídrica puede ser de impacto, laminar, de surco o cárcava. La erosión eólica puede efectuarse por procesos de salto, de suspensión o por arrastre superficial.

En cualquiera de los casos, las malas prácticas agrícolas o selvícolas pueden perjudicar gravemente al suelo, en el sentido de que pueden facilitar procesos erosivos capaces de llegar a impedir cualquier actividad productiva, por pérdida de suelo, cambios de textura, pérdida de nutrientes o por deformación de superficies.

La erosión hídrica suele ser más problemática en suelos faltos de materia orgánica, o en aquellos en los que un laboreo inadecuado provoque fenómenos de inestabilidad estructural. Las consecuencias más importantes son la falta de estabilidad estructural en el horizonte

superficial, déficit de agua en el perfil en la época de mayores requerimientos de los cultivos, pérdida de nutrientes y materia orgánica.

Un problema fundamental a tener en cuenta es que los procesos erosivos son irreversibles (Seoanez Calvo, 1996).

⇒ Actividades agrarias que pueden generar erosión:

- Sobrepastoreo
- Pastoreo mal gestionado
- Agricultura en laderas
- Laboreo sin seguir líneas de pendientes
- Abandono del campo
- Falta de vegetación forestal
- Incendios forestales
- Explotaciones mal gestionadas
- Cambios en el uso del suelo

2. Impacto ambiental del Riego complementario

Una práctica agronómica que se ha difundido con bastante fuerza en la región, es la aplicación del riego complementario en los cultivos de cosecha fina y gruesa cuando se apunta a lograr altos rendimientos acompañados con otras técnicas, tales como la fertilización fraccionada.

En nuestra zona de estudio, de acuerdo al sistema de Riverside, las aguas se clasifican como Clase C3-S2, o sea aptas para riego complementario pero tomando precauciones en su uso dado, debido a su tenor de sales, en especial el contenido de sodio.

La calidad del agua según la clasificación de Riverside, es medianamente apta para riego, de acuerdo a las condiciones de salinidad del recurso disponible. Este uso no debería sobrepasar el 10% del total que precipita anualmente en la región (900 mm.), a efectos de no comprometer la estabilidad estructural de los horizontes superficiales (Iacobucci, 2000). Como ya se ha explicado anteriormente, en nuestra zona de estudio se riegan aproximadamente el doble de lo que Iacobucci dice que se tendría que regar, por lo que no cabe duda que la estabilidad estructural de los horizontes superficiales podría estar perjudicialmente modificada.

El suelo bajo riego complementario, con el pasar del tiempo, sufre modificaciones químicas y físicas que pueden modificar su comportamiento ante las lluvias naturales. El Instituto de Suelos de Castelar, publicó un estudio que compara la infiltración de las lluvias, el escurrimiento y las pérdidas de suelo, en suelos regados y no regados. Por los resultados

del trabajo se puede decir que en el suelo bajo riego, la lluvia aplicada se infiltró un 19,6 % menos que en el suelo sin riego, el escurrimiento aumentó un 64,3 % y se generó un 89,4 % más de sedimentos por erosión hídrica. Por otra parte los parámetros químicos indican que el Porcentaje Sodio Intercambiable en los suelos regados se incrementó de 2,56 a 5,52 % y el pH aumentó de 6,13 a 6,45. Estos resultados indican que el suelo bajo riego complementario disminuye su capacidad de infiltrar las lluvias y aumenta considerablemente su riesgo de erosión hídrica (Iurrtia y Mon, 2002).

En nuestra zona de estudio las aguas subterráneas utilizadas para riego tienen alto contenido de sodio y bicarbonatos (Iacobucci, 2000), y el tramo inferior de las cuencas presenta anegamiento de campos. Esto trae aparejado riesgos de salinización y/o sodificación del suelo.

El proceso de salinización consiste en un enriquecimiento de sales solubles en la solución del suelo. Esto se produce cuando las sales disueltas ascienden junto con el agua por capilaridad, precipitando al evaporarse el agua. El horizonte que se genera se conoce con el nombre de Sálco, horizonte de color blanco. Este puede encontrarse superficial o subsuperficialmente, si bien es más frecuente ubicarlo a pocos centímetros de la superficie. La profundidad a la cual fluctúa la napa de agua es de crítica importancia en estos suelos. Los suelos salinos pueden serlo naturalmente o por el tipo de actividad que desarrolla el hombre (riego). La salinización se expresa como conductividad eléctrica (CE) (Cabria, 2003).

El riesgo de salinización se presenta en nuestra zona de estudio, debido a que, en el tramo inferior de las cuencas las aguas pueden provocar salinización del suelo cuando se inundan las tierras bajas con drenaje deficiente, porque se produce la eliminación del agua mediante evaporación e infiltración y comienza la desecación de las capas superiores del suelo y esto conlleva al ascenso capilar del agua freática que, al evaporarse, enriquece de sales todo el perfil y, principalmente, la porción superior del suelo. La intensidad del mismo está en íntima relación con la profundidad y concentración salina del agua freática (Zomolisky, 2001). En el tramo superior de las cuencas predomina el área bajo riego, en este caso las aguas actúan como fuente de sales en las zonas de riego, y como ya mencionamos anteriormente el agua de nuestra región tiene la característica de ser sódica-bicarbonatada, lo que trae aparejado el problema de alcalinización en esta zona.

La composición de las sales determina la naturaleza del fenómeno, que puede ser de alcalinización, salinización o alcalinización-salinización (Zomolisky, 2001).

La salinidad o exceso de sales solubles, es probablemente la cualidad adversa del suelo para el desarrollo de los cultivos más ampliamente distribuidas en las zonas bajo riego. Las sales solubles en alta cantidad alteran desfavorablemente la productividad del suelo. Las

sales ejercen sobre la vegetación varios efectos nocivos. Por un lado, al aumentar la presión osmótica de la solución del suelo, disminuye el agua aprovechable por las plantas. También existe la toxicidad específica de algunos iones y las carencias condicionadas, provocadas por el exceso de algunos cationes que impiden la absorción de otros. Tal es el caso del sodio, cuyos impactos están desarrollados más adelante, que al elevar el pH, impide la normal absorción de nutrientes como Fósforo, Cobre, Hierro, Zinc, Boro y Molibdeno a la vez que condiciona la deficiencia de Calcio y Magnesio (Zomolisky, 2001).

El proceso de alcalinización (sodificación) ocurre cuando el ión sodio domina los sitios de intercambio de los complejos arcillo húmicos, es decir cuando el sodio se encuentra absorbido en alta proporción por las arcillas. Esto ocurre cuando las sales solubles son ligeramente removidas. Como la solubilidad del calcio y el magnesio es menor que la del sodio, éste permanece en la solución luego que los iones bivalentes han precipitado. Cuando hay escasa cantidad de agua en el perfil, tiende a concentrarse la cantidad de sodio, pudiendo este ión monovalente desplazar de los sitios de intercambio a los bivalentes. El horizonte que se formará es llamado Nátrico (Cabria, 2003).

A largo plazo, los niveles de sodio intercambiable se elevan en función de la cantidad total de agua de riego aplicada. Esto determina que la sodificación se proyecte como el principal impacto negativo de esta tecnología (SAGPyA, 1999). Nuestra zona de estudio presenta un serio problema de sodificación del suelo.

Impactos por sodificación del suelo

El aumento marcado en el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en la superficie del suelo, debido al efecto acumulativo del riego complementario con aguas bicarbonatadas sódicas, es el determinante del comportamiento físico del mismo. Su poder dispersante sobre la materia orgánica (MO), las arcillas y la consecuente destrucción de los agregados tiene consecuencias negativas sobre la estabilidad de la estructura del suelo y la dinámica del agua.

El sodio tiene una fuerte influencia sobre la cantidad de agua que penetra en el perfil y la forma en que ésta estará disponible para las plantas. Las labranzas y el riego son procesos que modifican el tamaño de los agregados afectando la permeabilidad del suelo. Los poros reducen su tamaño como resultado de la expansión y dispersión de las arcillas y la condición física resultante es caracterizada por una pérdida general de la porosidad, dando lugar a cambios en la permeabilidad del suelo. Uno de los principales impactos del sodio en el suelo es la reducción de la conductividad hidráulica saturada (K_s).

En conclusión, el riego con aguas bicarbonatadas sódicas incrementa significativamente la CE, el pH y el PSI del suelo (Costa y Aparicio, 2000). En consecuencia, el sodio influye negativamente sobre el estado físico del suelo, ya que deteriora la estructura y la porosidad, dificultando la infiltración del agua y la difusión del aire (Zomolisky, 2001).

3. Productos Agrosanitarios

Llamamos productos agrosanitarios a todas aquellas materias que se utilizan en el medio agrario para evitar plagas y enfermedades y para mantener la salud general de los animales y de las plantas.

Estos productos básicamente son, desde el punto de vista de la Ingeniería Ambiental los siguientes:

- 1.1 Fertilizantes
- 1.2 Desinfectantes
- 1.3 Antibióticos
- 1.4 Detergentes
- 1.5 Plaguicidas

Sus impactos sobre el suelo son diversos según sea el tipo de producto, el receptor y la época y la cantidad de aplicación.

1.1 Fertilizantes

En principio, todo aporte equilibrado de nutrientes a lo vegetales proporcionará mejores cosechas. Ahora bien, si el cultivo se repite, aún con diferentes especies, como suele ocurrir en las prácticas agrícolas, la vegetación extrae para sustento los nutrientes que necesita y que el suelo llega un momento que es incapaz de proporcionar en cantidad suficiente, ante lo cual no hay más solución que compensar el déficit mediante el aporte de fertilizante.

En nuestra zona de estudio, según los datos aportados por el Ing. Alfredo Szczesny, los suelos son deficientes en fósforo y los fertilizantes utilizados son Fosfato diamónico (N-P-K) en cantidades respectivas de (18-46-0) y Urea. Para la fertilización de cereales se utilizan de 60-100 kg. de fosfato diamónico y 70 kg. de urea. Para las hortalizas se utilizan 150 kg. de fosfato diamónico y 140 kg. de urea aproximadamente (Seoanez Calvo, 1996).

Impacto de los fertilizantes sobre el suelo

Algunos fertilizantes nitrogenados aplicados en grandes dosis pueden bajar el pH del suelo y en general, todos los fertilizantes pueden tener cierta influencia sobre la acidez del suelo, como se indica en la siguiente tabla (Seoanez Calvo, 1996).

TABLA N°14: FERTILIZANTES Y SUS EFECTOS SOBRE EL pH.

Fertilizantes	Efectos sobre el pH
Potásicos	No tienen efectos (cloruro potásico, sulfato potásico).
Superfosfatos	Pocos o tendencia a neutralizar (escorias, roca fosfórica).
Amoniacales	Producción de acidez (se suele añadir cal).
Nitratos	Si están combinados con bases como Na o Ca aumentan el pH.
Cianamidas cálcicas	Ejercen el mismo efecto que los nitratos.

La vegetación necesita una serie de materias o elementos para tener un buen desarrollo. Estos elementos pueden ser macro o micronutrientes, según sean las cantidades de ellos que necesitan las plantas. Naturalmente, los nutrientes deben estar en formas que sean asimilables por la vegetación, factor importante a tener en cuenta a la hora de fertilizar, y por ello los fertilizantes no contienen los nutrientes en forma elemental (N, P, K, etc.), sino que se componen de formas iónicas fáciles de absorber.

Actualmente la tendencia generalizada es hacia el empleo casi exclusivo de fertilizantes minerales, en detrimento de los abonos orgánicos tradicionales. El primer efecto es una degradación de la estructura del suelo, y el segundo es un descenso de su contenido en humus.

Es frecuente el abuso en el uso de ciertos fertilizantes, sobre todo de los nitratos. El aumento de su aplicación, a partir de ciertos umbrales, no implica mayores rendimientos agrícolas. Esto quiere decir que las partes no asimiladas o incorporadas al suelo pueden ser arrastradas por escorrentía superficial, o penetrar hacia las aguas subterráneas.

Por otra parte, estos nitratos pueden concentrarse en algunas especies cultivadas (caso de la espinaca), con el consiguiente peligro que esto supone para la salud humana y animal, pues no hay que olvidar que los nitratos se reducen en el intestino y pasan a nitritos e incluso a nitrosaminas, productos ambos tóxicos, e incluso estas últimas cancerígenas.

Por lo que se refiere a los fosfatos, normalmente al ser aplicados a un suelo reaccionan con él y sus constituyentes son inmovilizados allí. Pero si por cualquier circunstancia se aplican en exceso, parte de los fosfatos pueden ser arrastrados por las aguas de escorrentía superficial, al llevar consigo partículas del suelo fertilizado, y pueden aparecer en las aguas corrientes y en las masa de agua superficiales.

Aparte de lo tratado, cuando se aplican fertilizantes a un suelo no se aportan en forma pura, sino que el producto contiene cantidades relativamente importantes de materias ajenas a la fertilización, como ocurre con los metales pesados, impacto que se desarrollará más adelante (Seoanez Calvo, 1996).

1.2 Desinfectantes

Este tipo de producto se utiliza básicamente en ganadería, aplicándose para el lavado en establos, lecherías y en tratamientos individuales.

También se aplican para protección de heridas y podas fuertes en vegetales.

Desde el punto de vista de la contaminación, pueden ser arrastrados por escorrentía superficial y pueden aparecer en el suelo y pasar a los cursos de agua o a los acuíferos.

Impacto de los desinfectantes sobre el suelo

Su presencia en el suelo altera la composición normal de la microflora y de la microfauna; al mismo tiempo modifican ciertas características del agua que los arrastra.

De todos modos, su importancia desde el punto de vista de la contaminación del medio natural es solamente testimonial, siendo rarísimo el caso de un verdadero problema causado por los desinfectantes en una zona agraria (Seoanez Calvo, 1996).

1.3 Antibióticos

El problema es muy parecido al de los desinfectantes, y se circunscribe exclusivamente al sector ganadero (Seoanez Calvo, 1996).

1.4 Detergentes

Incluimos los detergentes en el grupo de los productos agrosanitarios porque entendemos que su uso en el medio agrario se orienta a la limpieza e higiene de establos, cochiqueras y gallineros y, en general, a la defensa de la salud animal.

Como contaminantes del suelo, son arrastrados por las aguas de escorrentía y ejercen sus impactos de varias formas (Seoanez Calvo, 1996):

- Alteran las características de la microfauna.
- Alteran las características de la microflora.
- Alteran las características del agua que los arrastra.
- Modifican (como consecuencia) la infiltración.
- Modifican las características físicas del suelo.
- Modifican la porosidad del suelo.

- Pasan a los acuíferos, sobre todo los menos biodegradables.
- Inhiben la oxidación (sobre todo los aniónicos).
- Modifican las características de las aguas de los pozos y los contaminan.
- Provocan la formación de espumas en charcos y arroyos.

1.5 Plaguicidas

Al añadir un plaguicida a una zona agraria, gran parte del producto se pierde y se vierte al suelo. Asimismo, parte de lo recogido sobre las hojas es arrastrado por el viento o por las precipitaciones, apareciendo finalmente en el suelo. El resultado es una acumulación de estos productos sobre el suelo en cantidades elevadas (del orden del 60% del total utilizado), lo que hace que los plaguicidas persistentes planteen cierta peligrosidad y provoquen alteraciones sobre la microfauna del suelo, y toxicidad sobre ciertos vegetales (Seoanez Calvo, 1996).

Impacto sobre las propiedades del suelo

Los plaguicidas no se presentan en una forma homogénea en el suelo, sino que aparecen más concentrados en la superficie, pero sin un reparto uniforme. En general, su zona de acción se ejerce hasta una profundidad de unos 30 o 40 cm., aunque cerca del 50% del plaguicida vertido permanece a menos de 2,5 cm.

Frecuentemente, al añadir un plaguicida se produce un aumento en el contenido de nutrientes, debido a la intensificación de las descomposiciones de la materia orgánica y a los microorganismos que mueren.

A veces, ciertos productos convierten elementos del suelo como el Cu y el Mn en asimilables, produciendo intoxicaciones en algunas especies.

Los elementos como el Cu y el As suelen formar compuestos insolubles, pero, si el suelo es ácido, pueden llegar a ser asimilables, produciendo cierta fitotoxicidad.

Los metabolitos del bromuro de metilo y de otros productos pueden originar aumentos en el contenido de bromuro del suelo, provocando alteraciones en el crecimiento de los vegetales (Seoanez Calvo, 1996).

Impactos sobre los microorganismos del suelo

El equilibrio biológico se ve alterado, principalmente por los funguicidas y otros productos utilizados directamente en el tratamiento del suelo, pues provocan una esterilización más o menos intensa, según sea el volumen de plaguicida vertido y su grado de toxicidad. La esterilización depende también del tipo y pH del suelo y de la temperatura.

Generalmente, inmediatamente después de la aplicación se desarrollan mejor las especies resistentes al tener menos competencia, recuperándose, poco a poco, las especies afectadas, hasta alcanzar otra vez el equilibrio biológico en un plazo variable, según las circunstancias indicadas en el párrafo anterior.

En lo que se refiere a los herbicidas o insecticidas, normalmente no suelen plantear problemas a los microorganismos del suelo, a no ser que se viertan dosis excesivas.

Los insecticidas Aldrín, Clordano, DDT, Dieldrín, Endrín, Heptacloro, Lindano y Toxafeno, en dosis de 1 a 20 kg/ha. cinco veces al año, no producen alteraciones en los hongos y bacterias del suelo después de cinco años de aplicación. Los plaguicidas organofosforados no plantean, en principio, problemas en los microorganismos (Seoanez Calvo, 1996).

Impacto sobre los vegetales

El nivel de contaminación de los vegetales depende del producto empelado, de la especie vegetal y del tipo de suelo.

Entre los plaguicidas, destacan los insecticidas organoclorados como los contaminantes más problemáticos.

Como es natural, los tubérculos están mucho más expuestos a la contaminación que otros vegetales, como se ha observado en innumerables ocasiones.

La contaminación es inferior en los insecticidas organofosforados, aunque todo ello depende de su composición (Seoanez Calvo, 1996).

4. Generación de residuos agroganaderos

Residuos agrícolas

La agricultura genera cantidades muy importantes de subproductos o residuos de difícil degradación en el medio ambiente, derivados del uso y mantenimiento de las explotaciones agrícolas, entre ellos se destacan, tanto cualitativa, como cuantitativamente:

- Residuos Plásticos
- Residuos Vegetales
- Residuos de Envases de Pesticidas

El origen del problema radica en el vertido incontrolado de los desechos y excedentes generados en el medio rural, así como la eliminación mediante la incineración.

Los impactos que se generan son los siguientes:

- Los Residuos plásticos provocan un desequilibrio ecológico, el deterioro del campo, taponamiento de caminos, perjudican las zonas de recreo y desarrollo, provocan impactos visuales.

- Los Residuos vegetales son un foco importante de infección para los cultivos, contaminan aguas de riego, encarecen los costes de producción y aumentan los riesgos que se derivan del uso de productos fitosanitarios, y provocan un impacto paisajístico.

- Los Residuos de envases de plaguicidas se vierten indiscriminadamente, ocasionado procesos de contaminación de suelo y acuíferos, además de suponer un peligro para los niños.

Residuos ganaderos

Estos tipos de residuos se obtienen principalmente en las siguientes actividades industriales:

- Cría de ganado:

Los residuos asociados a esta actividad, pueden presentarse en forma sólida o líquida. Los primeros, denominados estiércol, están constituidos por una mezcla de defecaciones sólidas y líquidas junto con la cama del ganado. Esta masa se estabiliza, tras sufrir un proceso espontáneo de fermentación aerobia.

Los residuos líquidos están formados por la mezcla de defecaciones sólidas, líquidas y las aguas de lavado de los recintos de la explotación ganadera. Su utilización preferente es como abono para explotaciones agrícolas.

- Mataderos industriales:

Son restos de órganos de despiece, así como líquidos procedentes de animales sacrificados. La parte sólida se suele utilizar en la preparación del alimento para animales de compañía, y la líquida se elimina a través de las aguas residuales (ITSEMAP Ambiental, 2000).

Acciones básicas de los residuos ganaderos

Los residuos de origen animal se consideran como fuentes de nutrientes para los vegetales. Pero algunos contienen sustancias perjudiciales o potencialmente tóxicas como compuestos orgánicos fitotóxicos, metales pesados, microorganismos patógenos, etc., y usados de forma inadecuada pueden convertirse en una fuente de contaminación del suelo, y al final pueden causar trastornos a los animales y al entrar en la cadena alimentaria, al hombre; algunos de estos problemas son comunes en los fertilizantes minerales.

Si la aplicación de los residuos ganaderos no es correcta pueden generar impactos perjudiciales para el suelo, como el aumento del pH a valores muy elevado (mayores de 8,0) que influye en la actividad biológica del suelo y en el desarrollo de la plantas. Por lo tanto, la

aplicación de excretas en el suelo no debe superar ciertas cantidades, en razón de los peligros de contaminación y deterioro que se puedan producir en el suelo.

El uso de las excretas ganaderas en vertidos agrarios plantea una serie de problemas en cuanto a las repercusiones sanitarias que dicha práctica pueda tener.

Los aspectos sanitarios del problema pueden dividirse, en cuanto a los diferentes riesgos que suponen para la salud pública, en tres apartados:

-Bacterias, virus patógenos, y formas de propagación de organismos parásitos presentes en las aguas de las excretas ganaderas en cuanto a su posible transmisión a formas biológicas superiores, incluso al hombre.

-Compuestos químicos que suponen peligro para la salud.

-Propagación de insectos que pueden ser vectores en la transmisión de enfermedades (Seoanez Calvo, 1996).

En nuestra zona de estudio, no hay estudios realizados sobre estos posibles impactos a la salud, por lo que no sabemos si existen riesgos sanitarios en el área.

5. Contaminación por metales pesados

El riesgo potencial de los metales pesados se manifiesta cuando se acumulan en grandes cantidades en el suelo.

Fundamentalmente, se consideran elementos tóxicos los metales pesados tales como el cadmio, el cromo, el plomo, el zinc, el níquel, el mercurio, el hierro, el cobalto, el molibdeno, el estaño y el cobre, así como otros elementos como el aluminio, el arsénico y el selenio.

Bajo ciertas condiciones estos metales se acumulan en concentraciones tóxicas, produciendo daños ecológicos. Son persistentes en el medio y bioacumulativos en los seres vivos (ITSEMAP Ambiental, 2000).

Los problemas debido a la contaminación en el suelo con metales aparecen esencialmente en el largo plazo ya que las sucesivas acumulaciones pueden llegar a proporciones dañinas luego de varios años. Sin embargo, una vez que los suelos han sido contaminados pueden permanecer en ese estado en forma permanente, ya que la eliminación de los metales, ya sea por lixiviación, lluvia o la eliminación en cultivos, es un proceso extremadamente lento (Thornton, 1993).

Los metales pueden contaminar los cultivos a través de la absorción de los mismos desde el suelo o la deposición desde el aire. Algunos metales, como el cromo y el cobre son tomados solamente por las plantas en niveles limitados. Otros, incluyendo el cadmio y el zinc pueden concentrarse en los tejidos de las plantas en niveles mayores que los del suelo.

Los resultados pueden incluir contaminación de los alimentos y efectos directos en la salud de los cultivos y el ganado, así como en el hombre por la cadena alimentaria suelo-planta-herbívoro-carnívoro (Thornton, 1993).

En nuestra zona de estudio, según OSSE, la concentración de metales pesados en el suelo se mantiene por debajo de los límites críticos para la agricultura.

Capítulo V

Planificación Integral de las Cuencas Hidrográficas de los arroyos Seco y El Casal

Introducción

La cuenca hidrográfica es el espacio o el territorio que recoge o "captura" el agua de las precipitaciones pluviales, la energía radiante y, de acuerdo con las características fisiográficas, geológicas y ecológicas del suelo, almacena, distribuye y transforma el agua y la energía en los más complejos y variados recursos naturales, tales como suelo agrícola, bosques, cursos de agua, flora y fauna silvestre, etc., que son los que determinan el grado de desarrollo de la cuenca (Urrutia Pérez y otros, 2003).

También se define la cuenca hidrográfica como cuenca de drenaje "un área de tierra dentro de la cual fluyen las aguas hacia un único sistema fluvial" (Urrutia Pérez y otros, 2003).

Las cuencas hidrográficas son de vital importancia, debido a las funciones que cumplen para el medio natural y para el hombre. A continuación se detallan, según el Instituto Nacional de Ecología de México D.F., las principales funciones hidrológicas, ecológicas, ambientales y socioeconómicas de las cuencas hidrográficas:

Función Hidrológica

1. Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
2. Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.
3. Descarga del agua como escurrimiento.

Función Ecológica

1. Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.
2. Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.

Función Ambiental

1. Constituyen sumideros de CO₂.

2. Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.
3. Conserva la biodiversidad.
4. Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos

Función Socioeconómica

1. Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
2. Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad.

La cuenca hidrográfica como unidad de referencia para la Planificación Integral

En toda cuenca hidrográfica existe un ordenamiento natural, todos sus elementos están armoniosamente ubicados e intercomunicados. Pero este ordenamiento puede desaparecer o alterarse por la presencia del hombre y sus actividades, debido a que el hombre tiene el afán de sobreexplotar los recursos naturales para obtener mayores rendimientos en un corto plazo. Es difícil que el hombre acepte que hay límites para el uso de los recursos naturales, y que las decisiones que se tomen hoy pueden afectar significativamente las opciones futuras de desarrollo (Canevari y otros, 1999).

Los recursos naturales poseen una capacidad de absorber impactos finita, que pueden ser caracterizados cuali- y cuantitativamente. El uso sustentable de los recursos naturales que ofrece el sistema cuenca depende en gran parte de esta "capacidad asimilativa o de carga" (Urrutia Pérez y otros, 2003).

Es claro que en el presente hay una tendencia hacia la degradación de los recursos naturales, por el mal uso y mal aprovechamiento de los mismos.

La mala gestión y la falta de protección de los recursos naturales traslada costes y problemas sociales al futuro.

Estas condiciones indican claramente la necesidad del análisis, manejo y planificación de las cuencas hidrográficas. No sólo se debe centralizar el problema en el recurso hídrico sino también en los recursos asociados a él (suelo, vegetación, biodiversidad, etc.), ya que las cuencas son sistemas donde todos sus componentes están interrelacionados y son dependientes de la salud del ecosistema como un todo, por lo que se requiere un enfoque de manejo integral de cuencas que considere todos los problemas asociados al recurso hídrico dentro de los límites hidrológicos bien definidos por la cuenca hidrográfica.

Desafortunadamente la mayor parte del desarrollo no está planificado. Abundan los casos de explotación y agotamiento de recursos por falta de una planificación adecuada. Es necesario la planificación por más que parezca hipotética, pues otro modo de crecimiento no

planificado seguirá provocando crisis ecológicas, sociales y económicas generalizadas (Canevari y otros, 1999).

La cuenca hidrográfica sirve de base para formular políticas y estrategias sustentables a largo plazo a nivel regional. La cuenca se utiliza como unidad de referencia para la planificación integral.

En el análisis, manejo y planificación de las cuencas hidrográficas se pretende formular y aplicar acciones de desarrollo integral para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca (agua, suelo, vegetación, etc.), teniendo como fin la conservación y/o el mejoramiento de la calidad medio ambiental y los sistemas ecológicos. Se pretende llegar a la explotación sostenible de los recursos naturales no sólo para asegurar la satisfacción de las necesidades presentes, sino también para preservar el derecho de las futuras generaciones a satisfacer las suyas (W.C.E.D., 1987).

La Planificación Integral

Así como la gestión atañe al presente, con visión de futuro, la planificación se dirige al futuro considerando el presente. La segunda es la guía de la primera. La planificación no debería ser ningún corsé rígido que defina estrictamente todas las actuaciones, sino un marco guía, suficientemente flexible para servir a un mundo cambiante y con una dinámica que lleva a situaciones a veces poco previsibles (Custodio, 1994).

La planificación es un instrumento de gestión que puede ser útil para definir el conjunto de acciones y decisiones que aseguren el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

La planificación integral de cuencas hidrográficas, es el proceso de formular y aplicar un conjunto de operaciones y acciones de acuerdo a la situación actual de la cuenca y a los problemas que se desenvuelven en ella, tendiendo a maximizar en forma equilibrada los beneficios sociales, económicos y ambientales que se pueden obtener con el aprovechamiento del agua y recursos conexos; así como también controlar los efectos adversos asociados al uso de los recursos, con el fin de proteger al hombre y al ambiente que los sustenta (Rada Riveros, 2000).

El ordenamiento de una cuenca hidrográfica implica la definición de objetivos y finalidades, el relevamiento de los factores y elementos que interactúan en la cuenca, el diagnóstico de situación, la planificación de acciones, el control y verificación de procedimientos, y la evaluación económica.

El relevamiento de factores y elementos que interactúan en la cuenca tiene como finalidad principal, la de conocer los principales condicionantes para el desarrollo de la cuenca.

Las posibilidades de ordenamiento de una cuenca pueden verse afectadas por obstáculos, que dificulten, o hasta impidan alcanzar los objetivos propuestos (Chiduak y Muráis, 2003):

- Los intereses políticos (y personales) que sean susceptibles de ser alterados por acciones en la cuenca, podrían establecer modificaciones en cuanto a los tipos, prioridades y desarrollo en el tiempo de las tareas necesarias a emprender.
- Los objetivos públicos pueden no coincidir siempre con los intereses particulares.
- La planificación de uso de la tierra en la cuenca, puede no ser aceptada por quienes deban ejecutarla, por razones económicas, costumbres, disponibilidad de mano de obra, etc.
- La planificación integral del uso de los recursos, principalmente los naturales, quizás no sea atractiva para los destinatarios, por tener beneficios (al momento) intangibles.

Plantear un proceso explícito de planificación u ordenamiento de una cuenca presupone modificar sus tendencias; y, además, supone establecer estrategias que sean realmente viables. Y aquí posiblemente resida el problema de la incorporación de la dimensión ambiental en la planificación o manejo de una cuenca.

Manejar una cuenca, es más que ordenar factores ambientales, es proponer instancias de desarrollo regional que afecten a personas y a la naturaleza.

El ordenamiento de una cuenca, en este caso rural, es también, un proceso de gestión ambiental. Es el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en la toma de decisiones relativas a la conservación, defensa o protección y mejora del medio ambiente. Los objetivos de la gestión ambiental generalmente son: optimización del uso de los recursos (ya sean naturales, renovables o no renovables, ambientales, económicos y financieros o humanos); previsión y prevención de impactos ambientales; control de la capacidad de absorción que tiene el medio con los impactos y ordenación del territorio.

Son cuatro las etapas que comprenden la planificación (Chiduak y Muráis, 2003):

- 1) **Diagnóstico:** Consiste en una explicación acerca de la estructura y funcionamiento sistémico de la cuenca.
- 2) **Formulación:** Es la determinación del plan de ordenamiento y de sus objetivos, principalmente orientado a la resolución de los conflictos ambientales y al establecimiento de las bases para la elaboración de las propuestas de mitigación y contingencia de las acciones no deseadas.

- 3) **Ejecución:** Representa el cumplimiento del plan en calidad, cantidad y tiempo. Depende del compromiso participativo de los sectores involucrados en la cuenca y requiere de evaluaciones
- 4) **Evaluación:** La evaluación debe plantearse en cada fase de la gestión del Plan de Ordenamiento de la Cuenca, consistente en la detección de aspectos que no se desarrollan según el Plan. A partir del mismo se podrá determinar causas y proponer alternativas, comparando lo implementado con lo previsto.

En este trabajo se plantean los dos primeros puntos de lo que conformaría la planificación, ya que la ejecución y la evaluación se debería llevar a cabo por organismos responsables en el tema. Aquí solo se pretende dar un lineamiento de cómo se podría organizar una correcta planificación, o que puntos deberían estar presentes en la misma.

Tenemos que aclarar, que los puntos que nosotras consideramos para tal planificación son los mínimos que se debería considerar, quedando abierta a la incorporación de otras estrategias o pautas.

Planificación de las Cuencas Hidrográficas de los arroyos

Seco y El Casal

1. Diagnóstico

En los capítulos anteriores de este trabajo se han ido desarrollando diferentes aspectos de las cuencas en cuestión, y ha quedado de manifiesto que el uso que a las mismas se les da es primordialmente rural, por lo que luego al momento de identificar los diferentes impactos ambientales que, dadas las características tanto regionales como de las actividades que se desarrollan en la zona en estudio, son factibles de ocurrir en ella, se llegó a la conclusión, que en línea general se deben a las actividades agrícolas ganaderas características de la región, asimismo se vio que los principales recursos involucrados son el recurso hídrico y el recurso edáfico.

Esto nos permitió detectar aquellos items u objetivos a los cuales debe apuntar el Plan de Gestión que pretendemos elaborar.

Para la planificación o planteo de estrategias que ayuden y den una guía de como hacer un uso sustentable de los recursos pertenecientes a las Cuencas y de como lograr un desarrollo óptimo de las actividades que se realizan en la zona de estudio, pero teniendo en cuenta y considerando siempre la preservación de los recursos, nos basaremos

principalmente en aquellos potenciales impactos derivados de las actividades agrícolas ganaderas, que como se ha mencionado, son las características de la región.

2. Formulación de Objetivos Generales

- a) Mejorar el Manejo de efluentes líquidos en Tambos mediante la infraestructura adecuada.
- b) Contribuir a mejorar el riego para la agricultura, mediante el aprovechamiento intensivo y sostenible de las tierras y el incremento de la eficiencia en el uso del agua.
- c) Implementar un plan de gestión ambiental de residuos agroganaderos.
- d) Implementar un programa de uso racional de agroquímicos.

a) Plan de Manejo Sustentable de Tambos

Objetivo General: Mejorar el Manejo de efluentes en Tambos mediante la infraestructura adecuada.

Generalidades

El productor lácteo primario no enfrenta requisitos externos para tomar medidas ambientales ni es este sector objeto de grandes cuestionamientos por sus posibles efectos ambientales. Asimismo, la gestión ambiental no es un aspecto de la producción que esté hoy presente en el manejo del tambo argentino. En línea general, se considera que el tambo no tiene un gran impacto ambiental por el carácter esencialmente orgánico y biodegradable de sus efluentes, por este motivo es que la regulación que rige para los tambos es antigua y no cuenta con exigencias ambientales propiamente dichas. No existe legislación ambiental específica para el sector primario lácteo. La normativa aplicable al sector industrial varía según la ubicación de la planta ya que surge principalmente de la legislación provincial y en algunos casos también de normas municipales. Asimismo, rigen las leyes nacionales a las que se adhiere la provincia o aquellas de aplicación nacional.

La Provincia de Buenos Aires cuenta con la Ley 11.459, que regula específicamente los establecimientos industriales y requiere una evaluación de impacto ambiental que deberá incluir detalles sobre la disposición de residuos y manejo ambiental en general, programas de monitoreo y las medidas para proteger el ambiente y la salud que se compromete a implementar la empresa. También establece la obligación de realizar auditorías ambientales. La industria láctea según esta ley se ubicaría en la "primera categoría", o sea entre las industrias de menor impacto relativo, aunque esto no está predeterminado ya que la

categorización depende no solo del proceso sino también de la magnitud y ubicación de la planta específica. La Ley 11.720 regula la generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos especiales. Esta ley contiene la obligatoriedad de registrarse como generador de residuos especiales para obtener un Certificado de Habilitación Especial que acredita la aprobación del sistema de manejo y tratamiento de los residuos que los inscriptos se comprometen a aplicar. Asimismo, la Ley 11.723 establece un régimen jurídico integral en materia de protección ambiental y las obligaciones y derechos de todos los habitantes de la provincia respecto al medio ambiente. Requiere la elaboración de una evaluación de impacto ambiental de todo emprendimiento que implique acciones u obras que sean susceptibles de producir efectos negativos sobre el ambiente, en función de la cual, una vez aprobada, la autoridad otorgará a la empresa una Declaración de Impacto Ambiental.

Como se mencionó en el Capítulo anterior, entre sus impactos, el recurso más exigido es el agua, principalmente por contaminación orgánica pero donde también habría presencia de otras sustancias, como detergentes y productos veterinarios.

Plan de acción:

Existen diferentes prácticas para evitar la contaminación ambiental en los tambos:

1) construcción de una fosa de deposición de efluentes que debe tener ciertas características técnicas como distancia de las instalaciones, tamaño y ubicación en relación con las napas.

2) reducción en la cantidad de agua utilizada, el re-uso del agua, cuando fuera posible, por ejemplo con la modernización de equipos que reduzcan el uso de la misma o mejoras en los procedimientos de limpieza y prácticas operativas.

3) la recolección de las deyecciones para ser posteriormente utilizadas como fertilizante.

4) medidas para reducir la carga de nutrientes de los efluentes que son evacuados y prácticas adecuadas de rotación del ganado.

5) En el caso del suero generado en la producción del queso, actualmente existe la posibilidad de su procesamiento para la recuperación de la lactosa y la proteína, las cuales tienen valor comercial como insumos para la industria alimenticia y farmacéutica. Otra alternativa es el preparado de concentrado para alimento de animales, como ser los cerdos. (SAGPyA, 2002; Nofal y Wilkinson, 1998).

En el primer punto se hizo referencia a la construcción de una fosa de deposición de efluentes, este, como también el tratamiento de los efluentes son los puntos más importante

a considerar en una adecuada gestión de tambos. A continuación, daremos una variada gama de diferentes tipos de tratamiento que pueden tener lugar para este tipo de efluentes.

Sistemas de tratamiento

Los sistemas de tratamiento efectivos, deben permitir la aplicación en tierra de líquidos y/o sólidos de forma segura, efectiva y sostenible. Deben proveer de almacenamiento para los efluentes hasta su disposición final o su uso.

Cualquier sistema de tratamiento necesita ser capaz tanto de reducir o modificar:

- sólidos totales suspendidos.
- demanda biológica de oxígeno (DBO).
- nutrientes.
- generación potencial de olor.
- patógenos.

Después del tratamiento, el efluente puede ser aplicado a la tierra en una proporción que asegure la aplicación sostenible a largo plazo.

Opciones para el tratamiento de efluentes

Los métodos físicos, químicos y/o biológicos pueden ser usados en una combinación apropiada para lograr los objetivos del tratamiento del efluente.

1. Tratamiento físico y químico.

Los sólidos y la materia suspendida pueden ser separados del efluente usando mallas o rejillas. Se suelen emplear mallas de acero inclinadas con perforaciones para permitir el escurrido de los líquidos.

También se utilizan piletas de sedimentación, donde se reduce el flujo para permitir que se depositen los sólidos y los materiales flotantes queden atrapados por una trampa. Este tipo de tratamiento no solo reducirá la proporción de barros acumulados en las lagunas, el potencial desgaste de las bombas, sino que será una forma rápida de reducir la concentración del DBO del efluente antes de su tratamiento y disposición. Los tratamientos químicos pueden ser usados para precipitar los sólidos, y para la corrección de pH. Se justifican sólo en el tratamiento de volúmenes importantes de efluente.

2. Tratamiento biológico.

Se basa en la acción de microorganismos que consumen y transforman la materia orgánica y nutrientes en materia inerte.

Los tratamientos empleados para efluentes líquidos y semilíquidos se pueden dividir en anaeróbicos y aeróbicos. Ejemplos de tratamientos anaeróbicos son:

- lagunas anaeróbicas
- biodigestores
- fosas sépticas
- bioesterqueras

Tratamientos aeróbicos

- lagunas aeróbicas
- humedales (naturales o artificiales)

Pueden emplearse combinaciones entre estos sistemas.

En muchos establecimientos se carece de un sistema de tratamiento; el efluente es regado sin proceso alguno directamente al campo, lo que requiere medidas especiales de manejo.

Estructuras

▪ *Lagunas*

Son estructuras capaces de contener los efluentes, donde son almacenados o estabilizados.

La función primordial de este diseño consiste en disminuir la carga orgánica y la posible *remoción* de parásitos y microorganismos.

El sistema de lagunas debe ser diseñado teniendo en cuenta la cantidad, calidad y generación intermitente de efluentes, probabilidad de olores que afecten a los vecinos y por último, la adopción de un método de disposición o reutilización.

Las lagunas anaeróbicas desarrollan un proceso de degradación en un ambiente carente de oxígeno, donde predominan los procesos reductores, lo que lleva a la formación de gases como proceso final de la reducción (Metano, Amonio, Sulfhídrico, etc.).

El efluente es atacado primero por bacterias que producen ácidos, (fase acidogénica) y en una segunda etapa por otras que producen fundamentalmente metano y anhídrido carbónico (fase metanogénica).

Para conseguir las condiciones ideales de anaerobiosis se requiere que estas lagunas sean profundas (mas de 3 metros) y capaces de contener el material por un período (tiempo de retención) de más de 120 días.

Este tipo de laguna reduce el DBO un 70 a 90 %, pero requiere tratamiento ulterior previo a su vertido a un cuerpo receptor.

Las lagunas aeróbicas, se basan como lo señala su nombre, en lograr un proceso de oxidación que completa la degradación de la materia orgánica. En este caso la profundidad debe ser menor a los 1,5 metros, a los efectos de permitir la penetración de la luz, que

facilite el desarrollo de algas que liberen oxígeno al medio líquido y permitan la acción de organismos más complejos.

En el fondo de algunas lagunas puede existir una capa de barros que continúan la actividad anaeróbica, por lo que a estas lagunas se les llama facultativas.

- *Estercolero.*

Es una estructura donde el estiércol sólido es almacenado, y allí se produce un aumento en la fermentación, con elevación de la temperatura (60-70 grados), con la potencial desaparición de ciertos organismos patógenos y malezas.

Este tipo de almacenamiento debe estar alejado de las fuentes de agua y dentro de estructuras preferentemente impermeables.

- *Biodigestor.*

Se trata de sistemas que operan con efluentes semilíquidos. Son estructuras de mampostería, relativamente complejas, en las cuales se recupera el metano como combustible. Dada la hermeticidad del sistema, la estabilidad del proceso genera además un producto final sin olor desagradable, de textura espesa que fluye libremente pudiendo ser aplicado a las pasturas sin que el ganado lo rechace.

Existen dos sistemas impuestos a nivel mundial, el sistema indiano y el chino.

- *Cámaras sépticas.*

Se trata de estructuras de mampostería, que constan normalmente de dos o más cámaras con trampas para separar material flotante. Son efectivas cuando se trabajan pequeños volúmenes de residuos.

Deben tener un sistema de ventilación que permita el escape de los gases generados, la tubería debe ubicarse a una altura superior a los 2 m.

- *Bioestercoleras.*

Funcionan de forma similar a los biodigestores, sin aprovechar el metano producido. Se trata de estructuras de mampostería, donde el material circula a través de varias cámaras separadas por tabiques. Al igual que la anterior debe tener un sistema que permita la salida de los gases generados en el proceso.

- *Humedales.*

Estos sistemas se basan en la capacidad de algunas plantas acuáticas y su ecosistema, para degradar y absorber nutrientes. Los humedales artificiales son en esencia zanjales de poca profundidad (0,5 - 0,7 m), más largas que anchas, con poca pendiente lo que determina un flujo lento, que permite la acción conjunta de las plantas y el medio acuático. Los sistemas operan de forma similar a los pantanos, pero requieren un manejo de los

restos vegetales y del flujo de los efluentes. Pueden presentar problemas relacionados con la proliferación de mosquitos, producción de olores, etc.

Ubicación y diseño del almacenamiento.

Las instalaciones de almacenamiento deben tener en cuenta las características del suelo, de la pendiente, del manejo del potencial olor y de la hidrología de la cuenca.

a- Diseño y tamaño del almacenamiento.

Los almacenamientos deben ser diseñados para proveer el máximo de carga y futuras expansiones. Los sistemas de almacenamiento deben ser lo suficientemente grandes como para retener el volumen total del efluente, producido durante períodos en que los suelos están saturados o durante períodos de lluvias prolongadas.

La conducción de los materiales líquidos y semilíquidos, conviene efectuarla utilizando cañería de PVC sanitario, de diámetros no inferior a 150 mm, con pendientes del 2 al 3 %. Es conveniente que la mampostería utilizada, tenga revoques lisos lustrados, para facilitar la limpieza y evitar la adherencia de los residuos.

En lo posible se debe evitar las curvas cerradas o ángulos rectos. Todos los sistemas deben permitir una fácil limpieza y desobstrucción.

El diseño de cada sistema de tratamiento, debe realizarse evaluando la composición del líquido, los tiempos de retención, el volumen diario y la forma de disposición final. Cada sistema requiere un diseño particular.

b- Capacidad del sistema de manejo del efluente.

Es necesario planificar para que ante cualquier aumento del rodeo, la capacidad del sistema de tratamiento del efluente, sea capaz de absorberlo. La capacidad del tratamiento, puede ser aumentada de diferentes maneras, incluyendo:

- reducción de la carga por mejoras en las operaciones de la sala y separación de sólidos
- suplementos químicos o microbiológicos
- procesos físicos pre-tratamiento
- aireación artificial de las lagunas
- procesos anaeróbicos pre-tratamiento con controles apropiados de los gases generados
- expansión de la capacidad de la laguna o lagunas
- nuevas estructuras para el tratamiento de desechos.

Consideramos que en el caso de tambos de pequeño tamaño, una buena opción para el tratamiento de efluentes, es mediante la construcción de una fosa séptica, a la cual se le deberá realizar el retiro de efluentes de acuerdo a la necesidad. En el caso de tambos de mayor tamaño, donde la generación de efluentes por consiguiente es mayor, una combinación entre laguna anaeróbica seguida de laguna aeróbica, nos parece lo más adecuado, posteriormente, este efluente debidamente tratado, puede ser utilizado para riego, por lo que se estaría además aprovechando los mismos.

b) Plan de uso sustentable del recurso hídrico para riego

Objetivo General: Contribuir a mejorar el riego para la agricultura, mediante el aprovechamiento intensivo y sostenible de las tierras y el incremento de la eficiencia en el uso del agua.

Generalidades

Para la planificación de un uso sustentable del recurso hídrico para el riego se requiere que se piense en forma integral y se definan acciones locales y sectoriales.

El plan de acción debe consistir en varias medidas que deben ser adoptadas por quienes corresponda, para reducir el agotamiento del acuífero.

Se deben tomar, en primer lugar, medidas institucionales, es fundamental establecer un marco institucional adecuado para la planificación y el manejo del sector hídrico, se debe contar con una legislación de aguas destinada a controlar la extracción no regulada, como es acá en el caso de la agricultura, que debería ser aplicada rigurosamente.

Medidas físicas y técnicas, la innovación tecnológica es necesaria pero no suficiente para la realización de buenas prácticas de riego, este debe ser un esfuerzo conjunto con los agricultores, cuya cooperación es esencial al momento de una adecuada planificación, ya que en último término, serán ellos los que decidirán, en cuanto lo sea conveniente tanto económica como productivamente, la forma de riego.

También es imprescindible la toma de medidas financieras, muchos sistemas de riego necesitan una inversión sustancial para su terminación, modernización o ampliación. Sin embargo, creemos que puede ser más importante mejorar los aspectos institucionales del sistema o la política ambiental, que rehabilitar las estructuras físicas de riego.

Por último, la educación y capacitación son puntos esenciales, ya sea sobre el funcionamiento de la infraestructura de riego, de las consecuencias del mal manejo del recurso hídrico, entre otros.

Un paso previo a la realización de cualquier medida o estrategia de riego que se quisiera llevar a cabo, es la realización de diagnósticos (o evaluaciones) hídricos.

Antes de formular nuevos proyectos hay que determinar cuanta agua podrá destinarse al riego, tomando en cuenta el balance del agua proyectado para cada cuenca.

El diagnóstico también debe estimar la capacidad de asimilación de residuos de los sistemas hídricos, tomado en cuenta las cantidades probables de desperdicios que se descargan en el agua limpia, y los costos económicos y riesgos para la salud pública determinados por el agua de baja calidad.

En nuestra zona de estudio, luego de haber realizado los balances hídricos correspondientes y calculado la demanda de agua por parte de las diferentes actividades que se desarrollan en la región, ya sean las de explotación por OSSE, las de las actividades agrícolas-ganaderas e industriales, surge de la tabla N°11 que aún queda una reserva disponible de 5.781.143 m³/año.

Sólo después de esta evaluación se puede analizar si el riego adicional es viable técnica, económica e institucionalmente, y así determinar las medidas que se deben llevar a cabo.

Plan de acción:

El siguiente **Plan de Riego** que presentaremos consta de tres puntos clave sobre los que se darán algunos lineamientos, estos son: el marco institucional, la tecnificación e infraestructuras de riego y la capacitación e investigación.

El Objetivo General consiste en contribuir a mejorar el riego para la agricultura, mediante el aprovechamiento intensivo y sostenible de las tierras y el incremento de la eficiencia en el uso del agua.

En lo referente al Marco Institucional vinculado a la Gestión del Riego:

➤ Delimitar claramente ámbitos de competencia, funciones y responsabilidades, reconociendo: un Organismo Nacional de los Recursos Hídricos, responsable de normar y controlar el aprovechamiento sostenible del agua, una Autoridad Local del sector Riego, responsable de promover supervisar y monitorear el aprovechamiento eficiente del agua de riego.

➤ Esta misma autoridad deberá garantizar la adecuada administración, operación y mantenimiento de la infraestructura de riego, en el área de su competencia.

En lo referente a la tecnificación e infraestructuras de riego:

- Reconocer a los usuarios de agua de riego como responsables de la administración y operación y mantenimiento de la infraestructura de riego y drenaje.
- Fomentar la difusión y adopción de cambios tecnológicos sostenibles.
- Promover mejorar las características técnicas de la infraestructura y la eficiencia de aplicación del agua de riego;
- Promover proyectos para la rehabilitación o mejora de la infraestructura de captación, conducción y obras complementarias de riego; se deberán establecer fondos para subsidiar parcialmente la ejecución de los proyectos.

En cuanto a la Investigación y Capacitación en Riego

- Capacitar y difundir paquetes tecnológicos integrados de riego, brindando asistencia técnica a agricultores.
- Capacitar a los usuarios en la administración y aprovechamiento eficiente y eficaz del agua de riego, así como la adecuada operación y mantenimiento de la infraestructura de riego y drenaje bajo su responsabilidad.
- Investigar y validar tecnologías que combinen altos rendimientos con uso de tecnología.
- Implementar programas de investigación y difusión con la participación de los sectores público, privado, universidades y usuarios.
- Elaborar planes integrales de riego y drenaje, priorizando su implementación en las zonas con mayores problemas de manejo de los recursos agua y suelo.

Otras estrategias que ayudarían a una adecuada gestión del Recurso hídrico en la agricultura podrían ser:

- Desincentivar los cultivos de alto consumo de agua, por ejemplo utilizando tarifa de agua.
- Establecer estándares de calidad de las aguas de riego y de las aguas residuales que el riego produce e implementar una red de monitoreo y evaluación para medir y controlar la contaminación de las aguas.

c) Plan sustentable de residuos agroganaderos

Objetivo General: Implementar un plan de gestión ambiental de residuos agroganaderos.

Generalidades

La generación de residuos es uno de los problemas ambientales más importantes de la sociedad, debido a que todo proceso de consumo y toda actividad humana genera residuos. En la actividad agropecuaria generalmente los residuos no tienen un adecuado tratamiento debido a que no existe legislación específica sobre el tema. Al haber ausencia de legislación y órganos de control, los agricultores no responden de forma correcta para realizar un adecuado tratamiento de residuos agropecuarios. Es por eso que la autoridad competente debe legislar y controlar el tratamiento que se les hace a los residuos agropecuarios y debe proponer medidas que minimicen los impactos negativos que estos residuos puedan provocar sobre el ambiente.

Se deben elaborar políticas y estrategias ambientales con el fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población.

Plan de acción:

- Se debe minimizar la producción de residuos agropecuarios, mejorando las estructuras de cultivo, lo que permite producir en mayor cantidad, con mejor calidad, con menos hectáreas y con menos producción de residuos.
- Se debe utilizar materiales con una vida media de uso lo mayor posible, para evitar el rápido desecho de los materiales. Los materiales usados en todo el proceso productivo, desde la germinación de la planta, hasta la comercialización final, (bandejas de semilleros, cajas de comercialización), deben ser también reutilizables el mayor número de veces.
- El agricultor debe seleccionar y separar los distintos residuos. Para que esto sea posible, es necesario adecuar los campos con espacios libres para que la separación sea efectiva, previendo la instalación de contenedores. La selección posterior de los residuos, al igual que en los residuos urbanos, resulta mucho más problemática y costosa.
- Se debe contar con un servicio de recogida de residuos sistemático. Se debe tener un servicio con horarios y fechas de recogida estrictos y efectivos.

-
- La empresa, consorcio o junta de agricultores, que tenga a su cargo la recogida y tratamiento de los residuos, debe ser constituida, explotada y dirigida por los propios agricultores, aunque, en principio, pueda ser puesta en marcha por alguna Institución Pública y posteriormente transferida a los agricultores. De esta forma el agricultor tomaría más interés y se responsabilizaría de su buen rendimiento, sobre todo del económico, medioambiental y sanitario. Sería recomendable, para evitar el dominio de unos pocos en estas agrupaciones, que su composición fuese democrática.
 - Se debe fomentar la creación de plantas de reciclaje de residuos agroganaderos. La planta debe reciclar todo el plástico que se utiliza en los cultivos. También es necesaria la creación de plantas que se hagan cargo de la eliminación de los residuos vegetales, ya sea a través de su compostaje o para la fabricación de piensos.
 - Se debe estudiar la viabilidad de construir una planta de biogás, basándose en los residuos vegetales. Este gas podría ser utilizado como combustible ya sea en los invernaderos o para la obtención de energía.
 - Es fundamental la información y la educación de la población para cumplir con el sistema de gestión ambiental de residuos agroganaderos. Las campañas debén de conducir las iniciativas de los agricultores a buen término, con la información y financiación suficientes. No se trata de hacer campañas publicitarias, sino campañas permanentes y específicas en el tema de los residuos con el seguimiento adecuado.
 - Sería importante que este tema no se politizase y que se alcanzase un acuerdo en torno al mismo asumido por todos los partidos políticos y que permita tomar las medidas necesarias para solucionar el problema de los residuos de manera decidida y eficaz.
 - En el momento en que el plan de recogida de residuos, higiene rural, ordenanzas, etc., se apruebe es necesario llevarlo a la práctica controlando y penalizando a los infractores. En este sentido la policía municipal y otras instituciones involucradas en el tema deben de jugar un papel fundamental.

d) Plan de uso sustentable de agroquímicos

Objetivo General: Lograr y promover el uso y manejo racional de agroquímicos mediante la elaboración de un Código de Buenas Prácticas Agrícolas.

Generalidades

En la actualidad el empleo de agroquímicos para mantener la sanidad de los cultivos es una de las herramientas más eficaces y utilizadas, como base de la protección fitosanitaria. Los imperativos legales, sociales y morales de nuestra sociedad deben obligar a usar éste tipo de productos de una forma racional y empleando todas las medidas de seguridad necesarias dado el peligro potencial de estos para la salud de las personas y el medio ambiente.

El grado de formación y concienciación acerca de los riesgos y peligros en el uso de estos productos es cada día mayor. Sin embargo, existen prácticas de riesgo con estos productos que se han convertido en habituales y muchos empresarios y empleados asumen dichos riesgos como algo propio e inevitable de esta actividad. Es por ello, que todos los esfuerzos deben encaminarse a modificar dichos comportamientos mediante campañas de formación e información sobre los riesgos y adopción de técnicas y métodos de trabajo con el objetivo y la premisa del mantenimiento de la seguridad y la salud en el trabajo y dirigidas a todo el colectivo implicado.

Por lo tanto, se debe establecer como premisa prioritaria la consolidación de una verdadera cultura preventiva en relación a este tipo de productos, y para ello nos guiaremos de herramientas tales como es la elaboración de una serie de instrucciones que a modo de medidas de seguridad constituyan un verdadero código de buenas prácticas durante el uso de agroquímicos, que significará una eliminación total o al menos la disminución de riesgos potenciales para la salud y el medio ambiente (Gerencia Ambiental, 2004).

Plan de acción

Un verdadero Código de Buenas Prácticas Agrícolas para el uso y manipulación de agroquímicos, debe elaborarse a partir de las siguientes premisas generales de control:

Formación e información:

Toda persona debe realizar cursos de capacitación para realizar tratamientos con agroquímicos. Esto obliga a la persona que manipule agroquímicos a estar en posesión de la correspondiente acreditación, la cual certifica que se poseen una serie de conocimientos tanto teóricos como prácticos para evitar los riesgos derivados de sus empleos. Queda claro

que ninguna persona debe manipular y usar agroquímicos si no dispone de la necesaria calificación y formación.

El empresario tiene la responsabilidad de que sus trabajadores reciban la información y formación adecuada para el uso de agroquímicos.

Además del cumplimiento de la legislación vigente al respecto, se debe fomentar por parte de todos los agentes implicados, la denominada cultura de la prevención. Esto se consigue con una adecuada formación e información, permitiendo:

- ✓ Actitud de protección frente al riesgo por exposición a agroquímicos.
- ✓ Conocimientos de posibles efectos nocivos para la salud como consecuencia de la exposición a agroquímicos.
- ✓ Conocimiento de las medidas de protección, seguridad e higiene adecuadas.
- ✓ Conocimiento de instrucciones básicas de manejo de equipos de aplicación de agroquímicos.
- ✓ Formación en materia de primeros auxilios.

Transporte de agroquímicos:

El establecimiento debe estar autorizado por la autoridad competente para usar y almacenar agroquímicos. El transporte debe realizarse bajo las siguientes condiciones:

- ✓ No pueden transportarse conjuntamente agroquímicos con piensos, alimentos y/o animales.
- ✓ Para realizar el transporte, se deberá contar con la documentación en regla exigida por la Dirección General de Tráfico en materia de transporte de productos peligrosos o tóxicos.
- ✓ Los agroquímicos deben estar en sus respectivos envases originales, cerrados herméticamente y debidamente etiquetados.
- ✓ La carga debe estar sujeta e inmovilizada para evitar movimientos y golpes que provoquen roturas y derrames, para ello se pueden inmovilizar los envases de agroquímicos en cajas o contenedores para evitar derrames en caso de roturas.
- ✓ Es necesario llevar un listado o inventario de los agroquímicos transportados y su clasificación toxicológica.
- ✓ El vehículo de transporte deberá portar material absorbente y extintores contra incendios para ser utilizados en caso de accidente.

Almacenamiento de agroquímicos:

Las reglas básicas para el almacenamiento seguro responden a criterios relativos a las condiciones constructivas y de emplazamiento de los locales de almacenamiento, medidas de seguridad de éstos y las propias condiciones de almacenamiento de los productos.

Condiciones constructivas y de emplazamiento de los locales de almacenamiento:

- ✓ Evitar que locales se sitúen en zonas de riesgo de inundación y procurar el alejamiento del almacén de los cursos de agua.
- ✓ Situar el local de almacenamiento fuera de zonas urbanas, habitadas y granjas.
- ✓ Los materiales de construcción del local deben ser ignífugos (hormigón, acero, hierro, suelo de cemento, etc.)
- ✓ El local deberá disponer de una red de desagüe con fosa impermeabilizada y nunca conectada a la red de alcantarillado público o cursos de agua.
- ✓ En el caso de no disponer de ventilación natural adecuada disponer de equipos de ventilación forzada necesarios.
- ✓ Nunca se debe almacenar este tipo de productos en viviendas particulares.

Medidas de seguridad

- ✓ Disponer de medida de protección contra incendios, cumpliendo con la normativa en vigor al respecto.
- ✓ Dotar al local de la iluminación idónea. La instalación eléctrica debe ser la adecuada al riesgo que representa el almacenamiento de estos productos.
- ✓ Disponer de salidas de emergencia y una adecuada señalización.
- ✓ Disponer de un listado con números de teléfono de urgencias y del Instituto Nacional de Toxicología en sitios estratégicos del local.
- ✓ Contar con un plan de emergencias y evacuación del almacén según la legislación vigente y revisado por el Servicio de Prevención de Riesgos.
- ✓ Disponer de toda la documentación y licencia oportunas para el local y tipo de agroquímicos allí almacenados, de igual modo, disponer de Fichas de Seguridad y documentación específica, así como facilitar su uso y consulta para cada producto.
- ✓ Si es posible, mantener los productos guardados bajo llave.

Aplicación de agroquímicos:**Antes de la aplicación**

- ✓ Realizar tratamientos sólo si son estrictamente necesarios (consultar al especialista) con los agroquímicos y en el momento adecuado, esto asegura la eficacia del tratamiento y evita volver a repetirlo, con lo cual también disminuyen los riesgos para el trabajador y el medio ambiente.
- ✓ Se debe leer la etiqueta y respetar escrupulosamente sus indicaciones.
- ✓ Evitar la presencia de personas o animales en la zona de tratamiento durante y después del tratamiento.
- ✓ No aplicarlo sin la adecuada protección personal.

Aplicación propiamente dicha

- ✓ Realizar el tratamiento acompañado, nunca solo.
- ✓ Se debe realizar una distribución uniforme del producto por toda el área tratada.
- ✓ Extremar las precauciones en ambientes cerrados, especialmente en invernaderos sometidos a altas temperaturas , donde se debe asegurar un adecuada ventilación y el uso de equipos de protección personal, especialmente protectores respiratorios y prendas para proteger la piel.
- ✓ Se hace necesaria una buena organización del trabajo, consistente entre otras medidas en una rotación del personal aplicador, evitando así que un trabajo pase largos períodos de tiempo realizando trabajos de aplicación. Nunca superar más de 8 horas de exposición a agroquímicos por jornada laboral.

Después de la aplicación

- ✓ Cambiarse de ropa en el trabajo, no hacerlo en el domicilio particular, para no llevar el contaminante a la casa.
- ✓ Limpiar convenientemente los equipos de protección personal y dejar secar después de cada tratamiento.
- ✓ Nunca abandonar en el campo envases de agroquímicos.
- ✓ Si sobra producto no tirarlo directamente al campo o a alguna red de agua. Existen dos posibilidades: una es guardar los sobrantes del tratamiento en envases originales y herméticos. Rotular el nombre del agroquímicos, plazo de seguridad, dosis, fecha, y demás información de interés. Otra es considerarlo y tratarlo como un residuo tóxico y peligroso conforme a la legislación presente.

Señalización de las áreas locales o espacios tratados:

Se trata de una medida de precaución y seguridad a aplicar por parte de los responsables de los tratamientos debiendo por parte, colocar antes del tratamiento y en lugares bien visibles señalizaciones, a modo de carteles, que indiquen la realización de los tratamientos con agroquímicos, y la presencia de estos en la zona, así como la prohibición de entrar en ella, durante el tiempo que permanezca el agroquímicos o al menos durante un plazo de reentrada prudencial en función de tipo de agroquímicos y dosis aplicada.

Eliminación de envases de agroquímicos:

Estos envases deben ser considerados como residuos tóxicos y peligrosos, por lo que queda claro que no pueden ser tratados como residuos sólidos urbanos, o lo que es peor abandono, quema o enterramiento. Queda claro que se necesita de una adecuada gestión y eliminación de los envases de agroquímicos para disminuir los riesgos existentes para la persona y el medio ambiente.

- ✓ Los envases de agroquímicos, sobrantes y aguas de lavado de los equipos de tratamiento deben ser considerados como residuos tóxicos y peligrosos, debiendo ser tratados por un gestor autorizado de residuos tóxicos y peligrosos. En cualquier caso, la etiqueta debe indicar instrucciones claras para una eliminación segura del agroquímico y su envase.
- ✓ Está prohibido eliminarlos o abandonarlos de forma incontrolada (quemarlos, abandonarlos en el campo, verter en vertederos incontrolados o vertederos de residuos sólido urbanos, enterrarlos, etc.).
- ✓ Durante la manipulación de envases de agroquímicos usar los necesarios equipos de protección personal.
- ✓ En ningún caso utilizar los envases de agroquímicos para otros fines.
- ✓ Para conseguir un mayor rendimiento del agroquímicos y ofrecer mayor protección para el trabajador se recomienda realizar un triple lavado del envase que asegure una mayor eliminación o lavado del agroquímicos de dicho envase (Gerencia Ambiental, 2004).

Conclusiones y Recomendaciones

Una cuenca hidrográfica es un sistema natural complejo en el que todos sus componentes (naturales, físicos, socioeconómicos, etc), están ordenados e interactúan entre sí, y en el que cualquier modificación o alteración de alguno de ellos afecta al resto de los componentes, los que evolucionarán procurando reestablecer las condiciones iniciales previas al cambio. Asimismo, como todo sistema natural, sus límites están definidos por factores que no están distorsionados ni modificados por los criterios técnicos políticos, con los cuales generalmente se definen las jurisdicciones administrativas.

Por lo expuesto se consideró adecuado adoptar el concepto de cuenca hidrográfica como unidad de referencia para la planificación.

Con los mismos argumentos en cuanto al funcionamiento, hemos considerado necesario analizar las cuencas en su integridad tanto físico como espacial.

La planificación elaborada para el caso concreto de los Arroyos Seco y El Casal, puede ser extrapolable a cualquier otra cuenca hidrográfica de características similares.

Analizado en su conjunto el actual estado de las cuencas estudiadas podemos concluir que para una adecuada planificación de cuencas es necesario contar con:

En primer lugar, políticas de estado y acciones integradas en las que se promueva y facilite la participación de todos los actores involucrados.

En estas acciones sin ningún lugar a dudas el Estado debe ser el actor de mayor responsabilidad, ya que no sólo debe convocar a todos los sectores relacionados (universidades, organismos, cámaras empresarias, etc.) sino además, y muy especialmente capacitando y brindando toda la información necesaria para lograr una participación eficiente y amplia de todos los actores.

Al mismo tiempo, el Estado debe crear los órganos de control encargados de hacer cumplir la legislación, proponer políticas ambientales, para poder llegar a un uso óptimo de los recursos naturales.

Por último, una condición indispensable es la continuidad en el tiempo de la aplicación de estas políticas de estado, que deben ser globales y abarcativas.

No obstante, no estamos ajenas a la dificultad que conlleva poner en práctica los planes de gestión elaborados. Debido a que estamos frente a una realidad en la que predomina la falta de institucionalidad política y la falta de coordinación a nivel municipal, provincial y nacional.

Asimismo, vale mencionar que para aquellas cuencas que trascienden los límites jurisdiccionales se hace difícil lograr un consenso entre las diferentes jurisdicciones en el

manejo de la cuenca y se tiende a realizar una gestión fragmentada de la misma. Es por esto que recomendamos poner en práctica la conformación del Comité de Cuencas, en el cual deben estar representados los diferentes actores involucrados y se debe apuntar a buscar soluciones viables a las problemáticas existentes, que posibiliten no solo compatibilizar los intereses sectoriales entre sí y con las posibilidades naturales.

Sintetizando, por la complejidad y alcance de las problemáticas ambientales, queda claro que las soluciones sustentables y realistas solo podrán encontrarse si se trabaja en forma solidaria, coordinada e integrada.

Bibliografía

Lista de trabajos citados en el texto

1. Allevato, H. y D. Pórfido. 2002. Manejo Ambiental de Envases Residuales de Agroquímicos. Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos.
2. Banco Mundial. 1995. La Contaminación Ambiental en la Argentina: Temas y Opciones para su Gestión.
3. Bó, M.J., J. Martínez Arca, J.L., del Río. 2003. El uso de Sistemas de Información Geográfica en el análisis comparado de planes de ordenamiento territorial. Área Batán-Chapadmalal, Partido de General Pueyrredón, Argentina. Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, U.N.M.D.P.
4. Bocanegra, E.M. y E. Custodio. 1994. Utilización de acuíferos costeros para abastecimiento. Dos casos de estudio: Mar del Plata (Prov. de Buenos Aires, Argentina) y Barcelona (Cataluña, España). Ingeniería del agua. Vol. 1 N. 4: págs. 49-78.
5. Bocanegra, E.M.. 1997. Salinización de acuíferos costeros por sobreexplotación, resultados de la gestión en el acuífero de Mar del Plata, Argentina. Agua: Uso y Manejo Sustentable. Seminario Internacional. Asociación de Universidades. Grupo Montevideo. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
6. Burgos, J.J. y A.L. Vidal. 1951. Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornthwaite. Rev. Meteoros, Nº 1(1): 3-32. Buenos Aires.
7. Cabria, F.. 2003. Carpeta de Génesis, Clasificación y Cartografía de suelos, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería Agrónoma. Prof. Titular Ing. Fabian Cabria.
8. Cáceres, D.M.. 2003. Catálogo de tecnologías para pequeños productores agropecuarios. Dirección de Desarrollo agropecuario.
9. Canevari P., D. Blanco y E. Bucher. 1999. Los beneficios de los Humedales en la Argentina. Amenazas y Propuestas de soluciones. Wetlands International. Fondo para las Américas.
10. Chiduak, M. y M.R. Muráis. 2003. Componente de Gestión Ambiental en la agroindustria, competitividad y sustentabilidad. Coordinación general: oficina de la Cepal-ONU en Buenos Aires.

-
11. Cionchi, J.L. e I. Redin. 2004. La Contaminación del Agua subterránea producida por las deficiencias constructivas en las perforaciones. OSSE. Informe Inédito, Mar del Plata.
 12. Cionchi, J.L., L.A. Mérida e I. Redín. 2000. La explotación racional de los recursos hídricos subterráneos en el Partido de General Pueyrredón (Buenos Aires-Argentina) El Caso de Obras Sanitarias Mar del Plata S.E. Obras Sanitarias Mar del Plata S.E. Mar del Plata, 41 págs.
 13. Cionchi, J.L.. 1993. Estimación de las reservas de aguas subterráneas disponibles en el Partido de General Pueyrredón (Provincia de Buenos Aires). Obras Sanitarias S.E. Mar del Plata, Informe OSSE – RH. 1/93. Informe Inédito, Mar del Plata, 15 págs.
 14. Cionchi, J.L.. 1995. Mapa de pendientes y clases de pendientes. Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredón. Universidad Nacional de Mar del Plata. 111 págs.
 15. Cionchi, J.L.. 2004. Carpeta de Agua Subterránea, Universidad FASTA. Facultad de Ingeniería. Prof. Titular Dr. José Luis Cionchi.
 16. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 1994. Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La Gestión integrada de Cuencas. España.
 17. Costa, J.L. y V. Aparicio. 2000. Determinación del deterioro de suelos con bajo PSI mediante propiedades físicas y químicas. Unidad Integrada Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias. UNMDP-EEA INTA, Balcarce, Buenos Aires.
 18. Custodio, E y Llamas, R. 1983. Hidrología subterránea. Omega. Barcelona. 2 Vols.
 19. Custodio, E.. 1994. Gestión y protección de acuíferos. En Seminario Hispano-Argentino sobre Temas Actuales de Hidrología Subterránea, Actas: 225-244. Mar del Plata.
 20. Custodio, E.. 1997. Explotación racional de las aguas subterráneas. I Congreso Nacional de Hidrogeología. Actas: 1-33. Bahía Blanca.
 21. del Castillo de Laborde, L.. 1997. La gestión del recurso agua en la Cuenca del Plata. Agua: Uso y Manejo Sustentable. Seminario Internacional. Asociación de Universidades. Grupo Montevideo. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
 22. del Río J.L., H.E. Massone y J.L. Cionchi. 1995. Mapa geomorfológico. Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredón. Universidad Nacional de Mar del Plata. 111 págs.
 23. Documento de discusión para la Conferencia Electrónica de FAO-ETC/RUAF sobre la Agricultura Urbana y Peri-urbana. 2000. La Agricultura Urbana y Peri-urbana, Salud y Medio Ambiente Urbano.

24. FAO. 1985. Organización de Las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación Guidelines: land evaluation for irrigated agricultura. FAO Soils Bulletin 55. Rome.
25. FAO. 1997. Organización de Las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación. Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de suelos Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Roma.
26. FAO. 2002. Organización de Las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación. Agua y Cultivos, logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Roma.
27. Favere, V. 1999. Conservar el suelo: una responsabilidad que nos involucra a todos. Informe inédito INTA, Balcarce. Buenos Aires. 2 págs.
28. Fernández, R.. 1996. Habitar Mar del Plata. Problemática de Vivienda, Tierra y Desarrollo Urbano de Mar del Plata. Diagnóstico y Propuesta.
29. Gerencia Ambiental. 2004. Gerencia Ambiental. Publicación sobre tecnologías y normativas ambientales. Año 11- N° 110. República Argentina.
30. Gonzáles, N. y M.A. Hernández. 1997. La contaminación de aguas subterráneas por nitratos en áreas periurbanas. Caso ejemplo en cuencas próximas a la ciudad de La Plata, Argentina. Agua: Uso y Manejo Sustentable. Seminario Internacional. Asociación de Universidades. Grupo Montevideo. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
31. Hernández, M.A y N. Gonzáles. 1997. El conocimiento del acuífero Botacatu. Un objetivo para el MERCOSUR en el manejo sustentable del agua subterránea para usos múltiples. Agua: Uso y Manejo Sustentable. Seminario Internacional. Asociación de Universidades. Grupo Montevideo. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
32. Herrero, M.A., G. Sardi, A. Orlando, V. Maldonado, L. Carbó, M. Flores y J.J. Ormazábal. 1997. Protagonistas del desarrollo sustentable: El agua en el sector agropecuario, caracterización de la pradera pampeana. Agua: Uso y Manejo Sustentable. Seminario Internacional. Asociación de Universidades. Grupo Montevideo. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
33. Iacobucci, P.. 2000. PROSAP, Programa Provincial de desarrollo Agropecuario de la Provincia de Buenos Aires, Informe Final. Buenos Aires.
34. Irurtia, C.B. y R. Mon. 2002. Infiltración de la Lluvia y Erosión Hídrica en Suelos Bajo Riego Complementario. Centro de Investigación de Recursos Naturales. Instituto de Suelos. Informe inédito INTA, Castelar. Buenos Aires.

-
35. Iscamen. 2000. Uso racional de agroquímicos. Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza. Mendoza.
 36. ITSEMAP Ambiental. 2000. Manual de Contaminación Ambiental. Fundación MAPFRE. Ed. MAPFRE, S.A., Madrid, 706 págs.
 37. Jara Ramírez, J. y A. Valenzuela Avilés. 1998. Desarrollo de Sistemas de Riego en el Secano interior y Costero. Capacitación y Difusión de tecnologías de Riego. Chillán.
 38. Kruse, E.. 1986. Aspectos geohidrológicos de la región sudoriental de Tandilla. Cuencas de los Aos. Vivotatá, las Brusquitas y el Durazno. Asociación Geológica Argentina, Revista XLI (3-4): 367-374. Buenos Aires.
 39. Llop, A.. 2002. La demanda de agua de riego en condiciones de salinidad. Apartado 5_2.
 40. Malcuori, E.. 2003. Proyecto de Manejo de Efluentes en Predios Lecheros.
 41. Malvares Miguez, M. y L. Navarro. 1995. Mapa de servicios e infraestructura. Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredón. Universidad Nacional de Mar del Plata. 111 págs
 42. Martínez M.M., L.E. Vega, A.I. Vasallo y A. Malicia. 1995. Mapa de inventario fauna. Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredón. Universidad Nacional de Mar del Plata. 111 págs.
 43. Martínez, D.E y H.E. Massone. 1997. Problemática de acuíferos con recarga en áreas suburbanas. Aspectos de la contaminación en el acuífero de Mar del Plata. Agua: Uso y Manejo Sustentable. Seminario Internacional. Asociación de Universidades. Grupo Montevideo. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
 44. Michelena, R. y C. Irurtia. 2002. Índices para conocer el estado de degradación y la salud de los suelos. Centro de Investigación de Recursos Naturales. Instituto de Suelos. Informe inédito INTA, Castelar. Buenos Aires.
 45. Michelena, R.. Como controlar la erosión hídrica para que no destruya los suelos. Centro de Investigación de Recursos Naturales. Instituto de Suelos. Informe inédito INTA, Castelar. Buenos Aires.
 46. Múrria, C. y N. Prat. 2001. Los primeros pasos para la gestión integral de una Cuenca hidrográfica. Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona.
 47. Nevel B. y R. Wrigth. 1999. Ciencias Ambientales. Editorial Prentice Hall.

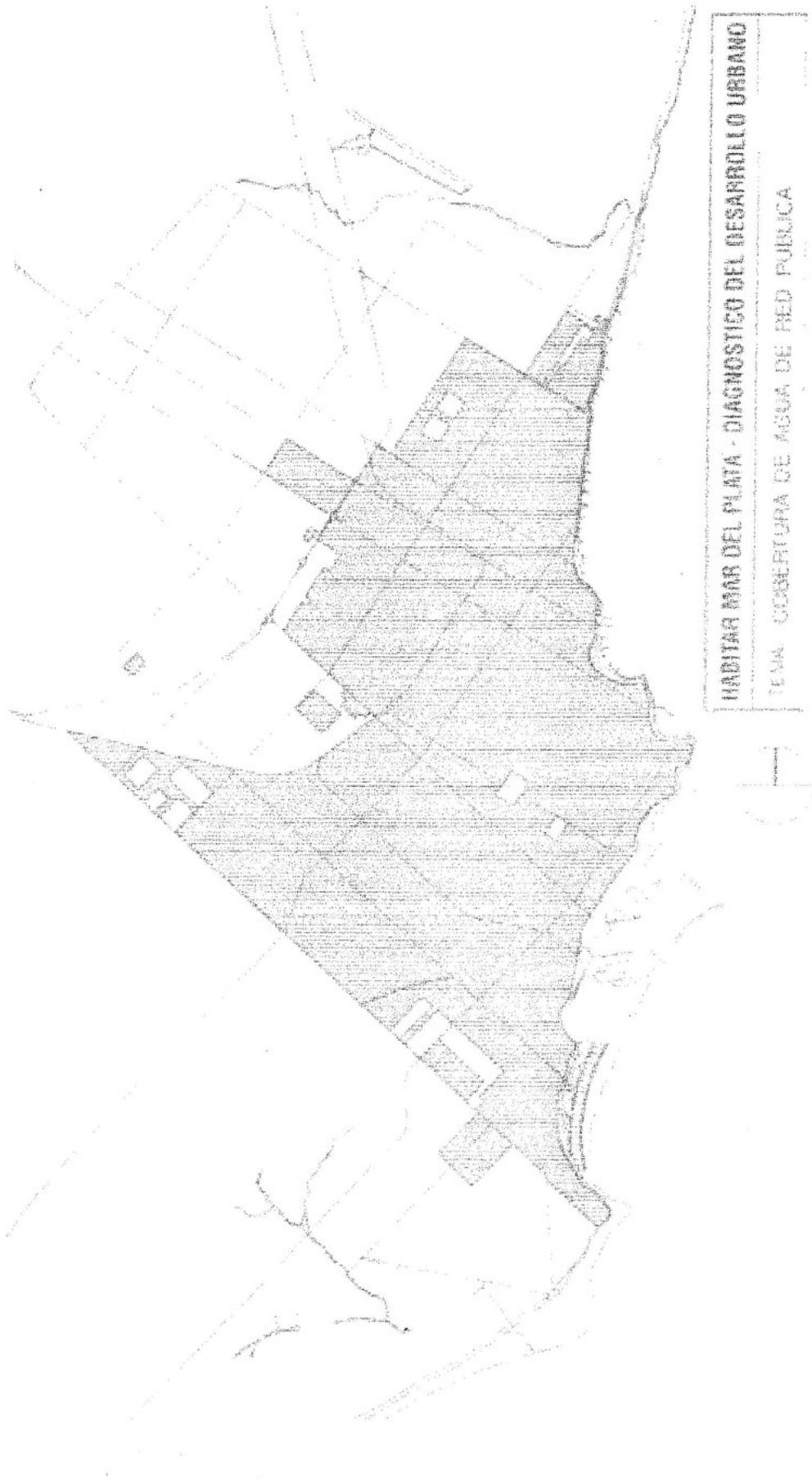
-
48. Niborski, M.. 2000. El exceso de sales y sodio en los suelos de las regiones áridas y semiáridas. Cátedra de manejo y conservación de suelos. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 19 págs.
 49. Osterrieth, M.L. y F. Cabria. 1995. Mapa de capacidad de uso de suelos. Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredón. Universidad Nacional de Mar del Plata. 111 págs.
 50. Perdomo, C.H., O.N. Casanova y V.S. Ciganda. 2001. Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el Litoral Sudoeste del Uruguay. Revista Agrociencia. Vol V, Nº 1.
 51. Porras, M., J. Nieto y P. López Guerrero. 1985. Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España.
 52. Prando, R.R.. 1996. Manual Gestión de la Calidad Ambiental. Editorial Piedra Santa S.A., El Salvador.
 53. Rada Riveros, D.. 2000. Gestión integral de cuencas ¿por qué una gestión integral de cuencas con énfasis en el rol y la participación ciudadana. Dirección General de Clasificación de Tierras y Cuencas. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Cochabamba.
 54. Ramírez, J.J. y A. Valenzuela Avilés. 1998. Necesidades de agua de los cultivos. Desarrollo de Sistemas de Riego en el Secano Interior y Costero. Componente Nacional: Capacitación y Difusión de Tecnologías de Riego. Chillán.
 55. Revista CREA. 2003. Año XXXV Número 275- Septiembre 2003.
 56. SAGPyA. 1999. Impacto ambiental del riego complementario.
 57. Sagua, M. y A. Olszewski, 1995. Distribución y dinámica poblacional. Carta Ambiental del Partido de General Pueyrredón. Universidad Nacional de Mar del Plata. 111 págs.
 58. Sala, J.M., M. Hernández, N. González, E. Kruse y A. Rojo. 1979-1980. Investigación geohidrológica aplicada en el área de Mar del Plata. Convenio O.S.N.-Univ. Nac. De La Plata. Informe inédito. La Plata, 4 fascículos.
 59. Sección B del Plan de Acción de Mar del Plata. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua. 1977. Eficiencia en la utilización del agua.
 60. Seoanez Calvo, M.. 1996. Ingeniería del Medio Ambiente aplicada al medio natural continental. Coedición Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
 61. Suero, E.E., J. N. Santa Cruz, A. Silva Busso, A. I. Della Maggiora, A. I. Irigoyen y J. M. Gardiol. 2000. Caracterización de los recursos naturales en sistemas bajo riego del sudeste bonaerense. RIA, 30 (1): 71-90. INTA. Argentina.
 62. Thornton, J.. 1993. Incineración de residuos peligrosos. Impactos en la agricultura Campaña de Tóxicos de Greenpeace. Segunda Edición. Buenos Aires.

63. Kirk P. Rodgers. Unidad Técnica del Gobierno de Argentina y el Gobierno de Bolivia. Departamento de Desarrollo Regional de la OEA. Periodo 1970-1973. Alta Cuenca del Río Bermejo. Estudio de los Recursos Hídricos.
64. Urrutia Pérez, R., O. Parra Barrientos y A. Acuña Carmona. 2003. Los recursos hídricos, Una perspectiva global e integral. Proyecto INET + GTZ. Colección Educar para el Ambiente.
65. Urrutia Pérez, R., O. Parra Barrientos y A. Acuña Carmona. 2003. Conceptos básicos sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Proyecto INET + GTZ. Colección Educar para el Ambiente.
66. Vivot, E.P., H.R. Barbagelata, M del C. Cruañes y M.A. Plouchouk. 1997. Calidad de aguas Subterráneas rurales en Entre Rios. Agua: Uso y Manejo Sustentable. Seminario Internacional. Asociación de Universidades. Grupo Montevideo. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
67. WCED. 1987. Our common future. World Commission on Environment and Development. Oxford Univ. Press. Oxford. Gran Bretaña.
68. Zomolosky, A.. 2001. Experiencias en la recuperación de suelos salinizados. Publicación técnica núm. 31- E.E.A INTA. Gral. Villegas. Argentina.

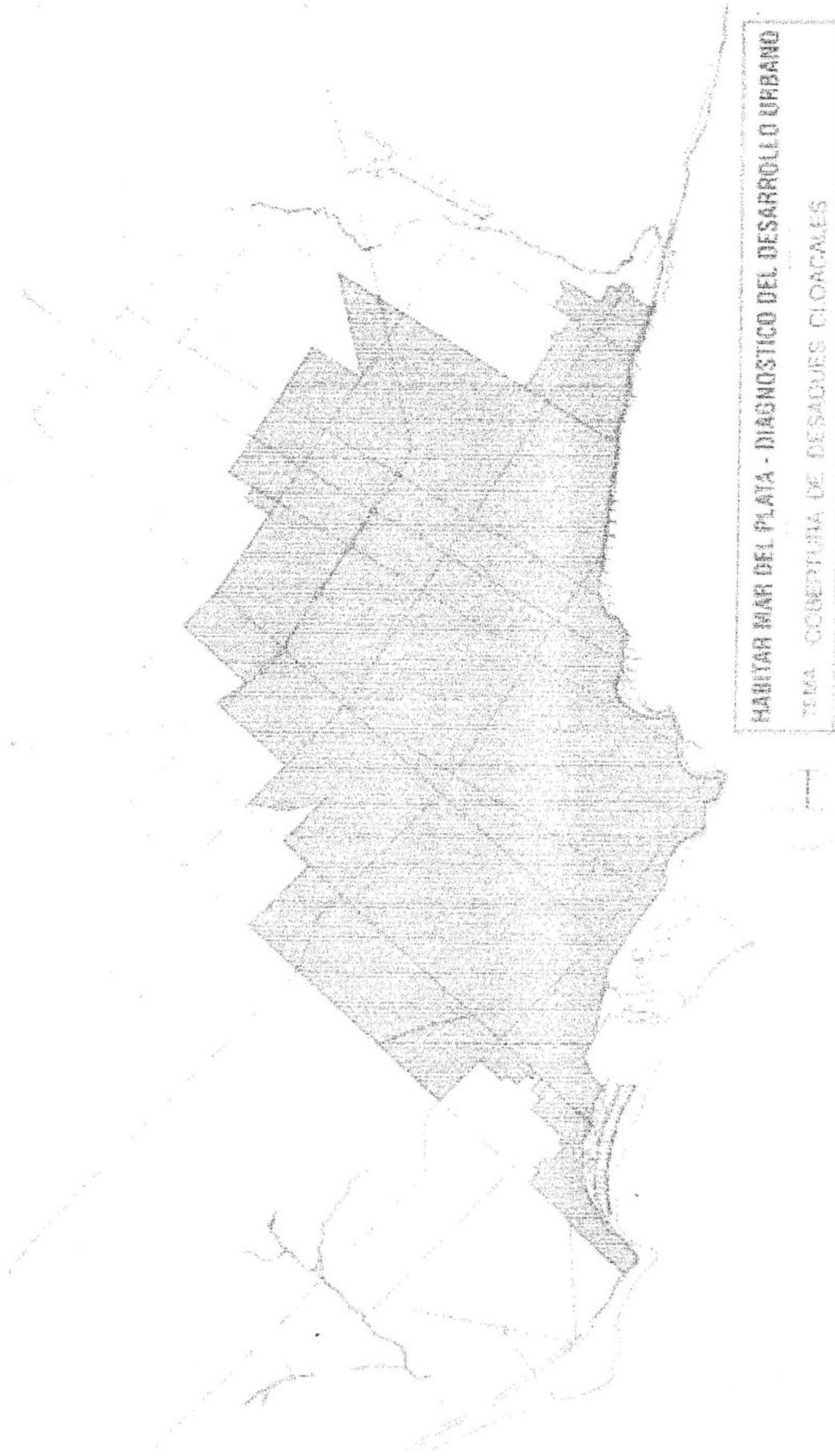
ANEXOS

ANEXO N°2

Mapa N°1: Cobertura de agua de red pública



Mapa N°2: Cobertura de desagües cloacales



ANEXO N°3

PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS DE MAR DEL PLATA Y MAR DEL PLATA AERO

A) Precipitaciones

PERIODOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB	AÑO
1961-1970	102	72	110	46	64	64	57	94	54	72	70	88	893
1971-1980	88	78	112	98	77	60	64	44	61	88	75	114	959
1981-1990	111	68	99	76	80	41	56	55	54	90	82	110	921
1991-2000	109	112	86	110	54	80	47	45	49	86	80	83	941
1961-2000	102	82	102	82	69	61	56	60	55	84	77	99	928

B) Temperaturas

PERIODOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB	AÑO
1961-1970	19,7	19,6	17,4	14,2	11,3	8,6	8,2	8,8	10,4	12,6	15,9	18,3	13,8
1971-1980	20,3	19,9	18,4	14,8	11,6	8,6	8,5	9,0	10,8	13,4	15,6	18,7	14,1
1981-1990	20,9	20,4	18,1	14,7	11,0	8,3	7,7	8,9	10,5	13,3	16,2	18,6	14,3
1991-2000	20,0	19,0	18,3	14,7	11,5	8,6	7,3	8,9	10,4	13,0	15,6	18,5	13,8

PRECIPITACIONES ESTACION BALCARCE - EERA. (en mm.)

Latitud: 37°45' - Longitud: 58°18' - Elevación: msnm

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1928	9	91	60	251	89	35	76	6	9	53	42	25	745
1929	77	134	55	73	88	22	21	21	72	68	58	43	733
1930	95	108	93	95	68	39	69	58	72	4	102	121	923
1931	127	32	92	112	14	57	43	74	24	105	63	21	762
1932	80	114	169	31	55	40	67	106	17	159	104	52	993
1933	87	115	99	161	70	50	29	9	95	120	41	205	1079
1934	55	35	113	41	12	39	81	23	50	118	204	71	842
1935	24	68	15	33	100	23	56	54	17	38	36	60	522
1936	156	31	71	52	42	78	35	25	69	87	35	78	759
1937	15	46	92	4	26	24	39	39	76	46	108	44	558
1938	27	104	85	52	197	77	58	6	33	48	49	76	812
1939	123	139	168	38	44	55	8	64	18	216	17	23	913
1940	64	48	30	31	239	305	49	16	69	140	60	140	1191
1941	42	105	43	24	118	28	25	34	13	63	97	91	683
1942	29	85	144	32	45	14	86	132	42	69	15	24	717
1943	25	35	96	18	57	113	9	14	49	90	130	141	777
1944	45	84	98	97	81	49	29	21	72	75	69	83	803
1945	42	99	110	74	27	35	27	116	91	49	70	39	778
1946	54	66	201	182	78	133	35	39	170	96	113	241	1407
1947	36	179	126	68	52	68	146	12	38	16	37	32	809
1948	135	22	135	64	70	50	112	21	75	39	26	54	802
1949	28	127	101	144	20	42	55	47	29	47	65	67	772
1950	17	117	44	60	41	5	51	33	143	94	82	72	757
1951	79	103	30	32	24	40	16	26	62	94	213	84	801
1952	79	27	98	27	70	84	125	112	72	61	44	84	882
1953	57	205	86	69	32	15	53	77	102	25	82	88	891
1954	64	22	62	95	57	101	118	3	65	68	38	57	750
1955	53	140	70	48	103	18	144	100	61	28	19	76	859
1956	192	9	181	121	18	40	43	76	54	37	33	56	860
1957	44	52	57	82	356	26	44	19	3	84	33	115	914
1958	58	89	167	32	117	57	89	74	97	16	174	80	1049
1959	136	12	149	29	33	71	25	7	28	74	118	96	779
1960	58	69	180	25	48	40	63	36	132	72	53	52	828
1961	178	88	129	22	26	16	53	138	20	110	36	70	887
1962	72	63	117	70	16	0	11	124	72	78	122	48	791
1963	58	58	127	9	38	95	186	95	60	77	85	105	991
1964	77	64	150	11	85	24	4	112	57	4	45	46	678
1965	79	74	15	61	52	79	36	117	23	42	28	91	697
1966	58	94	43	136	50	104	60	30	0	21	131	222	949
1967	37	45	93	65	32	51	48	6	67	183	107	27	758
1968	57	145	124	7	9	44	9	120	0	96	29	168	806
1969	114	95	117	52	110	67	100	0	93	112	88	68	1015
1970	109	64	172	51	34	29	26	23	99	46	58	66	776
1971	139	66	85	91	79	38	81	57	74	77	39	80	904
1972	80	18	52	57	89	51	58	72	117	101	64	283	1042
1973	80	90	64	83	24	91	57	10	13	100	70	148	830
1974	155	110	30	58	45	60	59	21	45	61	56	89	788
1975	33	194	200	94	92	49	26	19	47	60	62	80	956
1976	51	147	55	48	32	3	73	69	52	244	61	147	982
1977	105	89	185	17	60	30	72	21	23	201	167	73	1043
1978	95	95	113	30	71	66	110	59	98	78	68	101	983
1979	47	45	35	99	82	34	6	53	53	48	50	70	620
1980	118	122	115	379	67	77	66	14	10	55	78	130	1230
1981	200	90	38	65	81	68	3	9	15	99	49	161	878
1982	58	41	100	36	68	62	97	21	99	138	51	142	911
1983	175	12	75	89	114	5	21	146	58	137	43	151	1025
1984	124	168	52	100	125	35	84	38	46	75	113	45	1004
1985	163	16	37	108	35	20	40	5	98	67	229	148	965
1986	92	61	89	129	27	35	3	50	73	93	163	42	855
1987	68	66	78	26	169	13	119	36	32	143	37	173	959
1988	127	57	133	38	6	3	13	113	85	89	61	172	895
1989	64	76	50	6	47	46	52	67	35	33	38	146	660
1990	165	65	122	69	118	6	25	19	39	95	152	135	1008
1991	130	90	75	58	38	165	36	26	74	169	72	82	1012
1992	131	183	93	31	95	79	39	76	52	72	101	39	990
1993	96	24	15	143	147	140	15	3	24	41	142	91	882
1994	189	64	125	58	35	51	72	14	38	122	48	180	995
1995	101	46	57	71	2	9	0	32	5	94	172	48	636
1996	95	83	50	87	33	45	44	81	46	176	89	116	945
1997	100	119	56	57	46	86	58	59	46	88	109	86	909
1998	124	50	24	332	44	10	8	11	99	16	43	33	793
1999	45	10	95	41	52	18	137	39	74	66	50	56	681
2000	122	224	164	48	42	82	15	52	61	97	35	83	1024
2001	119	119	106	48	69	66	26	118	103	156	198	128	1256

Temperaturas Estacion Balcarce eera-smn

Latitud: 37°45' - Longitud: 58°18' - Elevación: msnm

ANO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB	PROM
1931	21,2	21,9	18,2	13,1	9,2	6,6	6,8	8,7	9,6	15,0	14,9	19,1	13,7
1932	22,1	20,1	18,4	15,5	10,1	8,5	10,7	8,6	12,2	14,2	18,8	19,0	14,9
1933	20,4	20,0	17,1	15,1	13,0	7,8	6,7	9,9	10,8	14,1	16,5	18,0	14,1
1934	22,4	18,9	18,0	12,1	10,5	8,1	7,8	8,8	9,4	13,6	15,5	18,3	13,6
1935	19,7	19,4	18,9	12,6	12,4	7,8	6,8	8,5	8,9	10,7	17,6	18,8	13,5
1936	19,0	18,9	17,1	14,1	10,3	8,3	9,4	7,7	9,2	12,2	14,8	18,6	13,3
1937	19,4	21,9	16,6	13,3	10,0	9,6	6,3	7,9	9,4	11,8	16,3	18,0	13,4
1938	19,1	19,8	17,2	13,3	11,9	7,7	7,1	7,2	11,5	14,2	15,1	18,9	13,6
1939	21,5	19,4	16,7	12,4	10,2	8,9	8,6	10,0	10,1	13,8	15,0	16,4	13,6
1940	21,2	20,4	17,5	14,0	11,7	10,4	9,7	8,2	11,1	11,3	16,6	18,5	14,2
1941	18,5	17,9	14,9	13,1	9,8	8,6	8,8	9,7	8,7	13,3	15,7	17,8	13,1
1942	21,8	20,2	16,4	13,2	8,8	6,7	5,5	8,5	10,0	12,6	17,0	20,7	13,5
1943	20,6	22,0	18,3	14,1	11,5	8,9	10,1	6,6	11,0	14,6	15,2	19,2	14,3
1944	19,4	20,3	17,2	13,5	11,0	8,4	7,8	8,1	12,5	14,2	16,2	19,8	14,0
1945	21,4	19,1	18,5	15,7	10,9	7,7	6,8	9,3	11,2	14,6	16,8	19,2	14,3
1946	20,0	20,2	17,0	14,6	10,8	7,5	7,2	8,7	10,0	13,7	16,2	18,2	13,7
1947	19,2	20,1	17,1	13,6	10,8	9,8	7,1	7,4	10,3	16,0	17,6	19,0	14,0
1948	20,0	20,2	16,4	13,8	11,1	9,1	7,0	6,1	11,7	12,9	16,7	21,5	13,9
1949	22,1	20,1	16,7	17,4	11,5	8,4	7,3	7,2	10,0	12,1	17,8	18,9	14,1
1950	19,7	21,3	18,6	14,8	12,6	8,7	8,3	9,0	9,0	12,7	15,5	18,2	14,0
1951	20,5	17,2	16,1	12,8	11,6	10,3	8,8	10,3	10,0	12,6	16,3	18,1	13,7
1952	20,7	21,7	18,6	13,7	11,3	7,2	8,3	8,2	10,5	13,6	17,1	17,5	14,0
1953	21,0	21,1	17,9	13,3	11,0	7,9	5,3	9,4	11,2	12,6	16,7	19,1	13,9
1954	20,2	21,2	19,4	14,0	9,6	7,4	6,3	8,5	9,0	13,4	16,4	18,7	13,7
1955	22,6	19,6	16,3	13,7	10,2	6,4	5,2	7,5	8,9	11,5	18,7	19,7	13,4
1956	20,6	20,3	19,5	12,9	7,9	8,5	8,8	9,5	10,7	14,5	19,5	21,2	14,5
1957	24,8	18,2	22,0	14,2	14,6	7,8	7,2	8,9	11,4	14,8	17,0	20,4	15,1
1958	23,2	19,2	18,6	14,9	11,4	9,4	12,7	8,7	13,1	16,0	16,8	19,3	15,3
1959	21,0	23,4	17,5	12,3	11,2	8,5	9,2	8,9	11,8	14,0	16,6	19,4	14,5
1960	24,0	24,7	19,6	16,8	11,4	8,9	7,8	9,0	11,1	14,5	17,9	21,6	15,6
1961	21,5	20,3	18,1	13,0	13,0	8,5	8,0	10,0	10,8	14,5	18,3	21,7	14,8
1962	21,4	19,6	19,7	14,1	11,1	9,6	6,7	9,7	11,1	14,5	18,8	19,8	14,7
1963	22,0	22,3	16,6	15,5	11,4	9,5	9,1	8,1	11,1	12,7	16,9	18,2	14,5
1964	21,1	19,1	15,8	14,2	11,2	6,2	7,7	8,8	10,9	12,9	15,1	18,0	13,4
1965	21,2	20,7	17,4	14,4	9,8	11,7	7,1	9,5	12,5	15,5	18,8	18,5	14,8
1966	21,9	16,0	18,4	15,7	12,4	10,3	8,2	8,6	10,5	12,9	17,1	18,5	14,2
1967	21,9	19,6	18,4	14,7	11,2	8,1	8,0	7,6	9,7	12,9	17,2	20,3	14,1
1968	20,8	20,3	18,2	11,6	11,6	9,3	9,7	9,9	11,0	13,7	16,5	19,2	14,3
1969	21,3	21,1	18,8	16,0	12,3	9,6	8,5	9,5	12,1	13,1	15,6	19,7	14,8
1970	19,1	20,4	17,4	15,0	10,0	7,2	7,8	8,3	11,8	12,4	14,1	17,8	13,4
1971	18,3	17,8	17,9	12,2	9,6	8,9	8,5	9,5	12,1	13,0	16,8	18,7	13,4
1972	21,1	19,0	16,6	15,3	11,4	8,7	7,1	8,0	10,7	12,0	14,9	18,6	13,6
1973	19,3	19,3	18,9	13,6	9,3	8,2	6,6	7,2	9,6	12,6	13,6	18,1	13,0
1974	19,0	17,3	18,0	14,0	11,6	7,0	8,1	8,0	8,1	11,7	14,4	17,5	12,9
1975	18,6	19,6	15,8	13,8	11,7	9,6	5,9	7,1	10,6	12,6	14,3	18,4	13,2
1976	19,2	19,7	14,0	12,2	10,7	6,5	7,4	8,0	9,9	11,6	14,1	16,4	12,5
1977	20,5	18,6	16,0	14,9	8,6	8,3	6,8	8,3	11,6	14,2	16,2	18,3	13,5
1978	19,2	19,4	17,1	13,9	10,3	7,8	8,9	7,5	10,8	13,1	15,2	18,4	13,5
1979	20,8	20,3	17,2	13,9	10,0	8,1	9,2	9,2	9,1	12,4	14,7	18,4	13,6
1980	20,4	19,5	20,5	14,9	12,1	7,5	7,0	8,9	10,3	13,2	14,9	19,4	14,1
1981	18,9	20,1	16,2	14,1	13,3	7,3	7,4	8,9	10,4	13,1	16,2	18,7	13,7
1982	20,6	19,3	19,4	15,9	12,4	7,4	7,1	8,6	10,9	12,9	14,4	19,8	14,1
1983	21,8	19,3	17,4	13,9	10,9	5,7	5,9	8,1	9,5	13,3	16,1	18,9	13,4
1984	21,0	20,5	17,0	13,9	10,0	6,0	6,3	7,6	10,7	14,9	15,6	15,0	13,2
1985	19,4	19,7	18,2	14,2	11,1	9,6	8,8	8,8	11,0	12,8	15,7	18,1	14,0
1986	20,2	19,2	15,9	14,2	10,0	8,4	7,8	7,9	11,4	12,4	15,1	17,6	13,3
1987	20,1	22,0	17,7	14,7	8,7	9,0	8,7	9,1	12,9	12,0	15,9	16,4	13,9
1988	19,5	18,8	18,6	12,2	8,9	7,8	6,4	8,5	9,5	11,3	16,4	19,5	13,1
1989	21,5	20,2	17,9	15,1	11,7	9,1	7,5	10,5	9,5	12,7	16,9	21,5	14,5
1990	20,4	19,9	16,9	13,5	10,2	7,1	7,5	9,4	9,5	14,7	16,4	17,7	13,6
1991	20,7	18,8	17,7	14,6	12,9	7,4	7,2	10,0	11,8	12,7	16,6	18,8	14,1
1992	20,6	20,9	19,8	14,8	11,0	9,2	6,0	9,3	11,0	13,6	14,2	19,0	14,1
1993	21,0	20,8	20,4	15,3	11,0	8,6	6,2	9,6	10,1	1,4	15,5	18,3	13,2
1994	20,0	19,7	18,7	14,4	12,2	9,2	7,4	8,9	11,4	12,5	17,5	20,9	14,4
1995	19,8	19,1	17,2	15,0	11,7	7,5	7,1	8,7	11,4	13,4	16,9	19,8	14,0
1996	20,7	19,2	19,7	14,4	12,1	7,4	7,1	10,9	10,9	14,2	17,0	19,0	14,4
1997	22,3	18,6	18,0	15,6	13,7	9,5	9,1	9,8	9,7	13,2	15,7	17,1	14,4
1998	19,7	18,2	18,1	15,5	12,0	9,1	10,4	9,5	10,4	14,9	17,2	19,7	14,6
1999	20,0	20,7	18,6	13,3	10,9	7,9	8,1	10,0	11,2	13,8	16,6	20,1	14,3
2000	22,7	20,7	17,5	14,6	10,7	9,5	6,4	7,9	9,8	12,5	15,0	18,6	13,8
2001	21,9	21,0	18,7	14,0	11,0	8,9	6,9	10,8	10,6	14,6	15,5	18,8	14,4

PRECIPITACIONES ESTANCIA LA PREGRINA (en mm.)

Nº	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB	TOTALES
60	13,5	57,5	125	36	74	25	44	24	67	75	35	21	597
61	247	67	112	55	38	0	41	130	58	91	36	55	930
62	132	69	111	70	25	0	20	150	76	67	115	49	884
63	65	71	189	11	61	118	190	110	54	87	80	86	1122
64	132	65	115	101	0	38	7	168	68	18	97	102	911
65	71	109	2	29	61	99	159	150	19	33	27	56	815
66	39	81	38	129,5	36	124	42	38	0	15	149	177,5	869
67	24,5	48	83	36,5	64	46,5	50	2	51	199	48,5	12	665
68	74	38	123	3	3	32	7	125	0	93	22,5	128	649
69	82,5	79	106	46	255	98	142,5	0	45	111	59,5	51	1076
70	208,5	49,5	185	47	53	52	37,5	17	87	28,5	47	37,5	850
71	168,5	46,5	39	124	97	47	65	58	65	69	37,5	46,5	863
72	76,5	24,5	74,5	51	118	46,5	51	114	138,5	96	45	199	1035
73	78	74	96	53	31	82,5	67,5	0	5	92,5	43,5	127	750
74	172,5	131	39,5	40,5	37,5	70	39,5	18	33	28	54	82,5	746
75	27,5	165	231,5	74,5	103,5	38	26,5	24	39,5	76	60,5	49,5	916
76	69,5	111	48	33	21	0	71	66	48,5	188	83	119	858
77	132	109	132	87	14	17,5	56,5	17,5	15,5	175	147,5	62	966
78	58,5	64	86	26	39	64	116,5	49,5	98	42	24	62	730
79	37	34	35	22	55	46	2	50	15	23	55	51	425
80	104	55	169	364,5	82	65	85	13	0	34	55,5	43	1070
81	210	57	25	55	102	44	0	11	12	63	45	162	786
82	66	25	67	23	49	84	92	21	89	103	52	131	802
83	117	33	68	79	99	5	25	179	59	94	10	177	945
84	124	183	52	133	137	48	117	43	55	75	102	50	1119
85	169	26	12	67	25	20	42	5	68	77	183	122	816
86	57	56	114	162	10	35	16	44	82	83	125	63	847
87	36	78	147	16	76	7	104	56	35	87	64	154	860
88	90	37	114	38	0	0	17	114	60	69	62	131	732
89	57	42	20	11	67	14	51	100	26	10	16	173	587
90	194	44	179	166	126	46	32	10	23	112	151	92	1175
91	137	61	40	37	75	182	38	41	74	168	65	67	985
92	70	215	122	39	103	182	23	80	59	33	102	28	1056
93	124	22	4	133	126	132	10	3	2	53	130	51	790
94	120	55	115	86	27	58	106	7	54	155	13	111	907
95	94	40	88	102	4	0	0	35	6	76	145	26	616
96	49	104	81	75	25	40	74	79	35	175	74	135	946
97	106	127	49	66	63	80	89	63	53	82	128	170	1076
98	107	39	13	408	9	21	16	10	66	4	55	65	813
99	99	34	97	55	59	20	136	42	70	42	39	42	735
100	108	279	152	58	33	92	5	51	54	104	35	83	1054
101	89	122	118,5	17	64	67	22,5	153	80,5	190,5	202,5	91	1218

ANEXO N°4

Tabla N°3: Características de los registros Hidrometeorológicos

Estación	Ubicación	Precipitaciones		Temperatura		Fuente de Información
		Periodo	Tipo de Info.	Periodo	Tipo de Info.	
Mar del Plata- Mar del Plata Aero	Lat. 37°56` S Long. 57°35` O Elev. 24 msnm	1961-2000	Modular Mensual 40 años	1961-2000	Modular Mensual 40 años	Obras Sanitarias S.E.
Balcarce-EERA	Lat. 37°45` S Long. 58°18` O Elev. 112 msnm	1931-2000	Modular Mensual 70 años	1931-2000	Modular Mensual 70 años	Obras Sanitarias S.E.
		1960-2001	Modular Mensual 40 años	1960-2001	Modular Mensual 40 años	
Ea. La Peregrina		1960-2001	Modular Mensual 40 años			Obras Sanitarias S.E.

Tabla N°4: Cuadro Comparativo de valores Pluviométricos

Estación	Período Registro	Modulo Anual	Mes + Lluvioso	Mes + Seco	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Periodo Lluvioso	Periodo Seco
Mar del Plata- Mar del Plata AERO	1961-2000	928 mm	Ene 102 mm 11%	Sep 55 mm 6%	215 mm 23,2%	283 mm 30,5%	253 mm 27,3%	177 mm 19%	Ene-Feb-Mar 286 mm 30,82%	Ago-Sep 115 mm 12,4%
Balcarce-EERA	1961-2000	894 mm	Dic 106 mm 11,86%	Jun 49,5 mm 5,53%	226,5 mm 25,33%	291 mm 32,55%	224 mm 25,1%	151 mm 17,01%	Dic-Ene-Feb 291 mm 32,55%	Jun-Jul 100 mm 11,2%
Ea. La Peregrina	1960-2001	871 mm	Ene 101 mm 11,6%	Sep 48,7 mm 5,6%	206 mm 23,65%	267 mm 30,65%	229 mm 26,29%	168,88 mm 19,4%	Ene-Feb-Mar 269 mm 30,88%	Ago-Sep 107 mm 12%

Tabla N°6: Cuadros comparativos de variables pluviométricas

a) Mar del Plata - Mar del Plata Aero

variables	Períodos	
	1961-1980	1981-2000
Precipitación media Anual	926,0 mm	930,8 mm
Mes más lluvioso	Mar. 111,0 mm 11,9%	Ene. 109,6 mm 11,7%
Mes más seco	Sept. 57,5 mm 6,2%	Ago. 50,1 mm 6,0%
Período más lluvioso	Ene-marz. 281 mm	Dic-feb. 296 mm
Período más seco	Jul-sept. 187 mm	Jul-sept. 273 mm
Distribución estacional	Primavera 210 mm, 22,7%	Primavera 220,4 mm 23,7%
	Verano 271,0 mm, 29,3 %	Verano 296,1 mm 31,8%
	Otoño 253,5 mm, 27,4 %	Otoño 252,4 mm 27,1%
	Invierno 191,5 mm, 20,7%	Invierno 162,0 mm 17,4%

b) Balcarce

variables	Períodos	
	1961-1980	1981-2000
Precipitación media Anual	885,5 mm	900,5 mm
Mes más lluvioso	Dic. 105,5 mm 11,9%	Ene. 118,5 mm 13,1%
Mes más seco	Jun. 50,5 mm 5,7%	Jul. 44,0 mm 4,8%
Período más lluvioso	Ene-marz. 276 mm	Nov-ene. 314,5 mm
Período más seco	May-jul. 162 mm	Jun-agos. 137,6 mm
Distribución estacional	Primavera 212,5 mm 24,0%	Primavera 240,5 mm 26,7%
	Verano 281,0 mm 31,7%	Verano 300,5 mm 33,5%
	Otoño 227,0 mm 25,6%	Otoño 221,5 mm 24,6%
	Invierno 162,0 mm 17,4%	Invierno 137,0 mm 15,2%

c) Estancia La Peregrina

variables	Períodos	
	1961-1980	1981-2000
Precipitación media Anual	856,4 mm	882,4 mm
Mes más lluvioso	Mar. 100,7 mm 11,7%	Ene. 106,7 mm 12,0%
Mes más seco	Sept. 45,8 mm 5,3%	Sept. 49,1 mm 5,5%
Período más lluvioso		
Período más seco		
Distribución estacional	Primavera 188,5 mm 22,0%	Primavera 212,2 mm 24,0%
	Verano 254,3 mm 29,7%	Verano 286,2 mm 32,4%
	Otoño 230,6 mm 26,9%	Otoño 229,2 mm 26,0%
	Invierno 183,0 mm 21,4%	Invierno 154,9 mm 17,5%

Estaciones Mar del Plata - Mar del Plata AERO

a) Período 1961-1980

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,00	19,75	17,90	14,50	11,45	8,60	8,35	8,90	10,60	13,00	15,75	18,50	13,94
Índice calórico mensual	8,16	8,00	6,90	5,01	3,51	2,27	2,17	2,39	3,12	4,25	5,68	7,25	58,71
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	90,09	88,51	77,05	57,25	41,03	27,41	26,29	28,77	36,81	49,08	64,33	80,71	667,32
Evpt.Pot ajustada (mm)	112,62	92,93	82,44	53,24	35,70	21,93	22,35	26,75	36,81	55,95	76,55	102,51	719,77
Precipitación (mm)	95,00	75,00	111,00	72,00	70,50	62,00	60,50	69,00	57,50	80,00	72,50	101,00	928,00
Variación reserva (mm)	-17,62	-17,93	28,56	12,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,55	-1,51	
Alamac.agua útil (mm)	77,32	59,39	87,95	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,45	94,94	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	6,71	35,30	40,07	38,65	42,25	21,19	24,05	0,00	0,00	208,22
Relación de humedad	-0,16	-0,19	0,35	0,35	0,97	1,83	1,71	1,58	0,56	0,43	-0,05	-0,01	
Evapt. Real (mm)	112,62	92,93	82,44	53,24	35,70	21,93	22,35	26,75	36,81	55,95	76,55	102,51	719,77

b) Período 1981-2000

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,45	19,70	18,20	14,70	11,25	8,45	7,50	8,90	10,45	13,15	15,90	18,55	13,93
Índice calórico mensual	8,44	7,97	7,07	5,12	3,41	2,21	1,85	2,39	3,05	4,32	5,76	7,28	58,88
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	93,75	88,90	79,45	58,66	40,12	26,72	22,56	28,77	36,13	50,08	65,58	81,62	672,34
Evpt.Pot ajustada (mm)	117,18	93,35	85,01	54,56	34,91	21,38	19,18	26,75	36,13	57,09	78,04	103,66	727,23
Precipitación (mm)	109,55	89,95	92,40	92,90	67,05	60,45	51,45	50,05	51,65	88,05	80,70	96,60	930,80
Variación reserva (mm)	-7,18	-3,35	6,99	10,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,66	
Alamac.agua útil (mm)	86,16	82,81	89,80	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	93,34	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	28,24	32,09	38,62	31,82	23,25	15,87	30,91	2,96	0,00	203,76
Relación de humedad	-0,07	-0,04	0,09	0,70	0,92	1,83	1,68	0,87	0,43	0,54	0,03	-0,07	
Evapt. Real (mm)	117,18	93,35	85,01	54,56	34,91	21,38	19,18	26,75	36,13	57,09	78,04	103,66	727,23

c) Período 1961-2000

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,20	19,70	18,10	14,60	11,40	8,50	7,90	8,90	10,50	13,10	15,80	18,50	13,93
Índice calórico mensual	8,28	7,97	7,01	5,07	3,48	2,23	2,00	2,39	3,07	4,30	5,71	7,25	58,77
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	91,94	88,74	78,70	58,05	40,89	26,98	24,33	28,80	36,40	49,79	64,92	81,18	670,73
Evpt.Pot ajustada (mm)	114,93	93,17	84,21	53,99	35,58	21,59	20,68	26,78	36,40	56,76	77,26	103,10	724,44
Precipitación (mm)	102,00	82,00	102,00	82,00	69,00	61,00	56,00	60,00	55,00	84,00	77,00	99,00	929,00
Variación reserva (mm)	-12,93	-11,17	17,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,26	-4,10	
Alamac.agua útil (mm)	82,71	71,54	89,33	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,74	95,64	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	17,34	33,42	39,41	35,32	33,22	18,60	27,24	0,00	0,00	204,56
Relación de humedad	-0,11	-0,12	0,21	0,52	0,94	1,83	1,71	1,24	0,51	0,48	0,00	-0,04	
Evapt. Real (mm)	114,93	93,17	84,21	53,99	35,58	21,59	20,68	26,78	36,40	56,76	77,26	103,10	724,44

Estación Balcarse EERA-INTA

a) Período 1961-1980

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,40	19,50	17,55	14,15	10,95	8,40	7,85	8,80	10,75	13,05	15,85	18,70	13,81
Índice calórico mensual	8,41	7,85	6,69	4,83	3,28	2,19	1,98	2,27	3,19	4,27	5,74	7,37	58,07
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	92,91	87,22	75,26	55,67	38,88	26,83	24,40	27,73	37,89	49,71	65,26	82,26	664,02
Evpt.Pot ajustada (mm)	116,14	91,59	80,53	51,78	33,83	21,46	20,74	25,79	37,89	56,67	77,66	104,46	718,53
Precipitación (mm)	87,00	88,50	101,00	71,50	54,50	50,50	57,00	57,50	51,00	89,50	72,00	105,50	885,50
Variación reserva (mm)	-29,14	-3,09	20,47	16,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,66	1,04	
Alamac.agua útil (mm)	66,24	63,15	83,62	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	94,34	95,38	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	3,34	20,67	29,04	36,26	31,71	13,11	32,83	0,00	0,00	166,96
Relación de humedad	-0,25	-0,03	0,25	0,38	0,61	1,35	1,75	1,23	0,35	0,58	-0,07	0,01	
Evapt. Real (mm)	116,14	91,59	80,53	51,78	33,83	21,46	20,74	25,79	37,89	56,67	77,66	104,46	718,53

b) Período 1981-2000

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,55	19,79	18,05	14,46	11,27	8,14	7,42	9,10	10,64	12,62	16,05	18,73	13,90
Índice calórico mensual	8,50	8,02	6,98	4,99	3,42	2,09	1,82	2,48	3,14	4,06	5,84	7,38	58,72
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	94,19	89,30	78,39	57,29	40,26	25,38	22,28	29,75	37,10	47,23	66,38	82,60	670,17
Evpt.Pot ajustada (mm)	117,74	93,77	83,88	53,28	35,03	20,30	18,94	27,66	37,10	53,84	78,99	104,91	725,45
Precipitación (mm)	118,49	77,19	76,30	79,53	65,99	48,86	43,96	44,80	54,82	95,38	89,70	106,32	901,33
Variación reserva (mm)	0,00	-16,58	-7,58	26,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Alamac.agua útil (mm)	100,00	83,42	75,85	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,75	0,00	0,00	2,09	30,96	28,56	25,02	17,13	17,71	41,54	10,71	1,41	175,87
Relación de humedad	0,01	-0,18	-0,09	0,49	0,88	1,41	1,32	0,62	0,48	0,77	0,14	0,01	
Evapt. Real (mm)	117,74	93,77	83,88	53,28	35,03	20,30	18,94	27,66	37,10	53,84	78,99	104,91	725,45

c) Período 1961-2000

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,49	19,64	17,79	14,30	11,12	8,26	7,62	8,84	10,68	12,85	15,96	18,71	13,85
Índice calórico mensual	8,46	7,94	6,83	4,91	3,35	2,14	1,89	2,37	3,15	4,17	5,80	7,37	58,39
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	93,96	88,52	77,01	56,60	39,68	26,09	23,28	28,73	37,48	48,64	66,07	82,67	668,72
Evpt.Pot ajustada (mm)	117,45	92,95	82,40	52,64	34,52	20,87	19,79	26,72	37,48	55,45	78,62	104,99	723,87
Precipitación (mm)	102,72	82,70	88,64	75,72	60,27	49,61	50,49	51,36	52,97	92,49	80,90	105,92	893,77
Variación reserva (mm)	-14,72	-10,25	6,24	23,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Alamac.agua útil (mm)	85,28	75,02	81,27	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	4,34	25,75	28,74	30,70	24,64	15,50	37,04	2,28	0,93	169,90
Relación de humedad	-0,13	-0,11	0,08	0,44	0,75	1,38	1,55	0,92	0,41	0,67	0,03	0,01	
Evapt. Real (mm)	117,45	92,95	82,40	52,64	34,52	20,87	19,79	26,72	37,48	55,45	78,62	104,99	723,87

d) Período 1931-2000

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,67	19,93	17,79	14,17	11,03	8,29	7,73	8,71	10,59	13,13	16,24	18,86	13,93
Índice calórico mensual	8,57	8,11	6,83	4,84	3,31	2,15	1,93	2,32	3,11	4,31	5,95	7,46	58,92
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	94,92	90,14	76,72	55,56	38,94	25,97	23,52	27,86	36,76	49,86	67,42	83,35	671,02
Evpt.Pot ajustada (mm)	118,65	94,64	82,09	51,67	33,88	20,78	19,99	25,91	36,76	56,85	80,22	105,86	727,30
Precipitación (mm)	87,71	81,29	95,00	69,86	66,57	53,71	53,86	49,43	57,00	85,43	78,00	94,71	872,57
Variación reserva (mm)	-30,94	-13,35	12,91	18,19	26,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,22	-11,15	
Alamac.agua útil (mm)	55,69	42,33	55,24	73,43	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,78	86,63	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	6,12	32,93	33,87	23,52	20,24	28,58	0,00	0,00	145,26
Relación de humedad	-0,26	-0,14	0,16	0,35	0,96	1,59	1,69	0,91	0,55	0,50	-0,03	-0,11	
Evapt. Real (mm)	118,65	94,64	82,09	51,67	33,88	20,78	19,99	25,91	36,76	56,85	80,22	105,86	727,30

Estancia La Peregrina

a) Período 1961-1980

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,22	19,62	17,72	14,32	11,21	8,49	8,08	8,74	10,66	13,04		18,60	13,88
Índice calórico mensual	8,29	7,92	6,79	4,92	3,39	2,23	2,07	2,33	3,15	4,27	5,72	7,31	58,38
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	92,20	88,41	76,57	56,72	40,13	27,13	25,31	28,27	37,38	49,67	65,21	81,97	668,98
Evpt.Pot ajustada (mm)	115,25	92,83	81,93	52,75	34,92	21,70	21,51	26,29	37,38	56,63	77,60	104,10	722,90
Precipitación (mm)	99,98	74,53	100,73	70,18	59,70	54,20	63,83	65,00	45,80	78,30	64,35	79,78	856,35
Variación reserva (mm)	-15,28	-18,31	18,80	17,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-24,33	
Alamac.agua útil (mm)	60,40	42,09	60,88	78,31	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	75,67	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	32,50	42,31	38,71	8,42	21,67	-13,25	0,00	133,45
Relación de humedad	-0,13	-0,20	0,23	0,33	0,71	1,50	1,97	1,47	0,23	0,38	-0,17	-0,23	
Evapt. Real (mm)	115,25	92,83	81,93	52,75	34,92	21,70	21,51	26,29	37,38	56,63	77,60	104,10	722,90

b) Período 1981-2000

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,50	19,74	18,12	14,58	11,26	8,29	7,46	9,00	10,54	12,88	15,97	18,64	13,92
Índice calórico mensual	8,47	8,00	7,03	5,05	3,42	2,15	1,83	2,43	3,09	4,19	5,80	7,33	58,80
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	93,85	88,99	78,83	57,92	40,17	26,04	22,42	29,24	36,60	48,61	65,91	82,02	670,60
Evpt.Pot ajustada (mm)	117,32	93,44	84,35	53,87	34,95	20,83	19,05	27,20	36,60	55,41	78,44	104,17	725,62
Precipitación (mm)	106,70	77,85	77,95	90,45	60,75	55,50	49,65	49,70	49,10	83,25	79,80	101,65	882,35
Variación reserva (mm)	-10,62	-15,59	-6,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,52	
Alamac.agua útil (mm)	86,87	71,27	64,88	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,48	
Déficit de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	1,46	25,80	34,67	30,60	22,50	12,50	27,84	1,36	0,00	156,74
Relación de humedad	-0,09	-0,17	-0,08	0,68	0,74	1,66	1,61	0,83	0,34	0,50	0,02	-0,02	
Evapt. Real (mm)	117,32	93,44	84,35	53,87	34,95	20,83	19,05	27,20	36,60	55,41	78,44	104,17	725,62

c) Período 1961-2000

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Temperaturas medias °C	20,34	19,67	17,95	14,45	11,26	8,38	7,76	8,87	10,59	12,97	15,88	18,61	13,92
Índice calórico mensual	8,37	7,95	6,92	4,99	3,42	2,19	1,94	2,38	3,11	4,24	5,75	7,31	58,58
Evpt.Pot s/ajustar (mm)	92,95	88,63	77,86	57,33	40,28	26,53	23,80	28,77	36,94	49,22	65,50	81,92	669,72
Evpt.Pot ajustada (mm)	116,19	93,06	83,31	53,31	35,05	21,23	20,23	26,75	36,94	56,11	77,94	104,04	724,15
Precipitación (mm)	103,34	76,19	89,34	80,31	60,23	54,85	56,74	57,35	47,45	80,78	72,08	90,71	869,35
Variación reserva (mm)	-12,85	-16,87	6,03	27,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,87	-13,33	
Alamac.agua útil (mm)	67,95	51,08	57,11	84,11	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	94,13	80,80	
Déficit de agua (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Exceso de agua (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	9,29	33,62	36,51	30,60	10,51	24,67	0,00	0,00	145,20
Relación de humedad	-0,11	-0,18	0,07	0,51	0,72	1,58	1,80	1,14	0,28	0,44	-0,08	-0,13	
Evapt. Real (mm)	116,19	93,06	83,31	53,31	35,05	21,23	20,23	26,75	36,94	56,11	77,94	104,04	724,15

Tabla N°8: Evapotranspiración y excesos globales según los Métodos de Thornthwaite y Turc.

Localidad	Período	Precipitación Media (mm/año)	Thornthwaite		Turc	
			Evapot. Media (mm/año)	Excesos (mm/año)	Evapot. Media (mm/año)	Excesos (mm/año)
Mar del Plata MDO-Aero	1961-1980	928,0	719,77	208,23	540,99	387,01
	1981-2000	930,8	727,23	203,57	541,38	389,42
	1961-2000	929,4	724,44	204,56	541,07	387,93
Balcarce	1961-1980	885,5	718,53	166,97	531,23	354,27
	1981-2000	901,3	725,45	175,87	535,52	365,81
	1961-2000	893,4	723,87	169,90	533,44	360,33
	1931-2000	872,6	727,30	145,26	530,33	342,24
Estancia La Peregrina	1961-1980	856,4	722,90	133,45	526,58	329,82
	1981-2000	882,4	725,62	156,74	531,86	350,54
	1961-2000	869,4	724,15	145,20	529,49	339,86

Tabla N°9: Excesos de agua para la Recarga del Acuífero según los Métodos de Thornthwaite y Turc.

Localidad	Período	Precipitación Media (mm/año)	Esguerrimiento Fluval (mm/año)	Excesos para recarga (mm/año)	
				Thornthwaite	Turc
Mar del Plata MDO-Aero	1961-1980	928,0	9	199,22	378
	1981-2000	930,8	9	194,76	380,62
	1961-2000	929,4	9	195,56	378,93
Balcarce	1961-1980	885,5	9	157,96	345,27
	1981-2000	901,3	9	166,87	356,81
	1961-2000	893,4	9	160,90	351,33
	1931-2000	872,6	9	136,26	333,24
Estancia La Peregrina	1961-1980	856,4	9	124,45	320,82
	1981-2000	882,4	9	147,74	341,54
	1961-2000	869,4	9	136,20	330,86

ANEXO N°5

Figura N°4: Mapa de Productores

MAPA DEL PARTIDO DE GRAL. FUEYRREDON

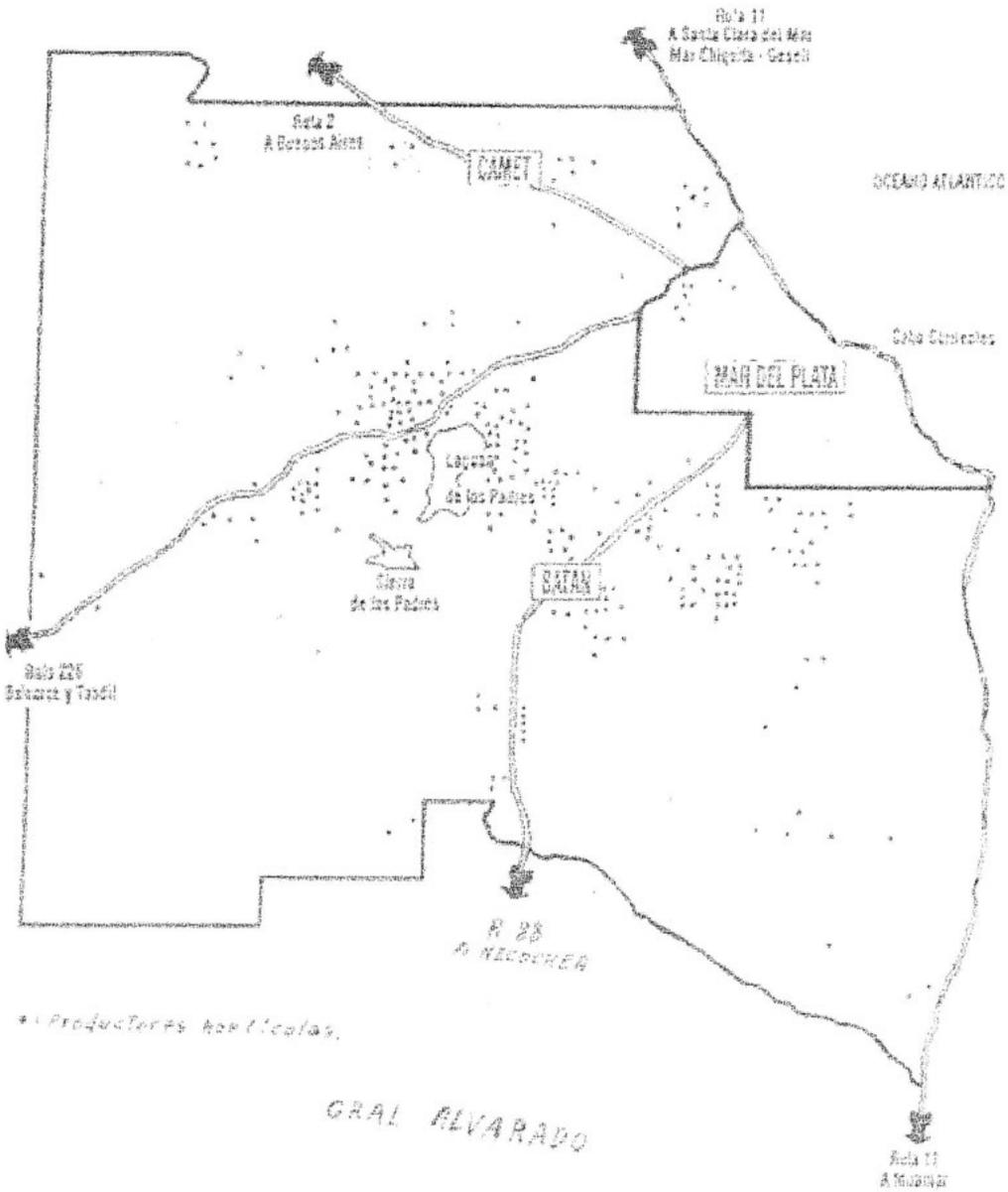


Tabla N°11: Estimación de Reservas Hídricas

Estimación de la Reserva Hídrica subterránea de las Cuencas Hidrográficas Seco-El Casal

Infiltración 130 mm/año/unidad de superficie

Riego 200 mm/año/unidad de superficie - 30 mm/año/unidad de superficie que infiltran = 170 mm/año/unidad de superficie

Km2	Área de Recarga		Actividad hortícola y afines		Explotación OSSE		Actividad Industrial		Reservas disponibles		
	m3/año	m3/día	Km2	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día
152,7	19851000	54386	20,0	3400000	9315	13639857	37369	84000	230	2727143	7472

Estimación de la Reserva Hídrica subterránea de las Cuencas Hidrográficas Seco-El Casal

Infiltración 150 mm/año/unidad de superficie

Riego 200 mm/año/unidad de superficie - 30 mm/año/unidad de superficie que infiltran = 170 mm/año/unidad de superficie

Km2	Área de Recarga		Actividad hortícola y afines		Explotación OSSE		Actividad Industrial		Reservas disponibles		
	m3/año	m3/día	Km2	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día
152,7	22905000	62753	20,0	3400000	9315	13639857	37369	84000	230	5781143	15839

Estimación de la Reserva Hídrica subterránea de la Cuencas Hidrográficas Seco-El Casal

Infiltración 190 mm/año/unidad de superficie

Riego 200 mm/año/unidad de superficie - 30 mm/año/unidad de superficie que infiltran = 170 mm/año/unidad de superficie

Km2	Área de Recarga		Actividad hortícola y afines		Explotación OSSE		Actividad Industrial		Reservas disponibles		
	m3/año	m3/día	Km2	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día	m3/año	m3/día
152,7	29013000	79488	20,0	3400000	9315	13639857	37369	84000	230	11889143	32573

ANEXO N°7

Figura N°5: DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS PARA RIEGO SEGUN EL PROCEDIMIENTO DEL U.S. Salinity Laboratory Staff.

