



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

Estudio Ecohidrológico

de la Cuenca Urbana de La Cava de Villa Itatí
Quilmes. Provincia de Buenos Aires. República Argentina



Ing. Enrique Angheben

TESIS DE MAESTRÍA

en Evaluación Ambiental de Sistemas Hidrológicos
(Mención Ecohidrología)

Diciembre 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES y MUSEO

**Estudio Ecohidrológico de la Cuenca
Urbana de La Cava de Villa Itatí.
Quilmes, Provincia de Buenos Aires**

Tesis de Maestría presentada por Enrique ANGHEBEN
ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional
de La Plata para optar por el Grado Académico de

**MAGÍSTER EN EVALUACIÓN AMBIENTAL DE
SISTEMAS HIDROLÓGICOS
(MENCIÓN ECOHIDROLOGÍA)**

Director de Tesis: Dr. SARANDÓN, Ramiro

Co-Director de Tesis: Lic. GONZÁLEZ, Nilda

La Plata, Diciembre de 2012

I.- DEDICATORIAS

*A las mujeres de mi vida:
Mis hijas Cielo, Rosario y Paz,
Mi esposa María Elena,
Mi mamá Lizzie,
y a María Rosa, en su memoria.*

*A la Asociación de Cartoneros de Villa Itatí
y los habitantes de La Cava de Villa Itatí, por abrirme generosamente la puerta de sus casas
y permitirme compartir sus vidas, proyectos, anhelos y sufrimientos.*

II.- AGRADECIMIENTOS

Sinceramente me es imposible mencionar a todos aquellos que me han ayudado a lo largo de la elaboración de esta tesis de maestría sin caer en injustos olvidos. A quienes, por ejemplo, me dieron una mano con las tareas de campo o ayudaron en la toma de muestras, su análisis e interpretación; a mis profesores y compañeros de maestría; a todo el Departamento de Hidráulica; a los que me han orientado y provisto de bibliografía, datos o antecedentes tanto públicos como privados; a todos los que pacientemente han respondido a una infinidad de preguntas; me escucharon; revisaron textos y cuentas; y a todos aquellos que me han ayudado a "pensar en voz alta" en los momentos de desconcierto o me alentaron a seguir adelante en los de desánimo.

Por ello, hago extensivo a todos mi profundo agradecimiento en las personas de mi Director y Co-Directora de tesis, Ramiro Sarandón y Nilda González (Chuchy), quienes me han guiado en esta tarea, por su dedicación y esfuerzo, pero sobre todo por el afecto y cordialidad brindado en mi acompañamiento.

III.- RESUMEN

Existe una relación intrínseca entre pobreza y escasez de agua segura, y en general, hablar de pobreza implica hablar de poblaciones o comunidades que viven bajo amenaza de riesgo hídrico. Esto se aprecia especialmente en el caso de urbanizaciones espontáneas y no planificadas, en donde se dan lugar situaciones diferentes, novedosas, complejas e imprevisibles. Por ello es interesante e importante el estudio del sistema hídrico en estas condiciones, para lo cual el enfoque ecohidrológico, que incluye explícitamente los aspectos ambientales, se hace más necesario aún que en aquellos casos de urbanizaciones planificadas e integrales.

En este sentido, el área de estudio correspondiente al asentamiento urbano denominado Villa Itatí y, en particular al sector de “La Cava”, ubicados en el partido de Quilmes, provincia de Buenos Aires, conforma un ejemplo de sistema hidrológico disturbado al cual la intervención antrópica modificó sustancialmente.

El trabajo de Tesis desarrollado ha permitido elaborar un balance hidrológico bajo régimen no permanente, cuantificar el agua presente en La Cava, identificar sus orígenes y calcular sus porcentajes de incidencia y, a partir de los análisis de calidad del agua realizados, caracterizar el recurso en función de sus propiedades fisicoquímicas. Una vez cuantificada y caracterizada, el tratamiento de los aspectos hídricos ambientales se realizó a partir de los conceptos estratégicos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, y la utilización de las herramientas que provee el diagnóstico y la gestión ambiental.

Como conclusión de este análisis se puede señalar que nos encontramos ante un área poblacional vulnerable la cual, por las características resultantes de la intervención antrópica del medio natural y la presencia de amenazas socio-naturales, antrópico-contaminantes y antrópico-tecnológicas, presenta altos niveles de riesgo.

El agua de la laguna y de la capa freática se encuentra altamente contaminada por presencia de organismos patógenos, con posibilidades ciertas de entrar en contacto con los habitantes de La Cava. Por ello, y ante la carencia de agua segura y saneamiento, el riesgo a contraer enfermedades de vector hídrico es muy elevado.

El balance hidrológico determinó que el bombeo diario compensa la suma de los ingresos por agua importada y afluencia subterránea. Esto significa que en la actualidad se extrae diariamente del sistema prácticamente un volumen de agua semejante al generado por la misma población que habita La Cava; asimismo que, actualmente el cuerpo lagunar posee una capacidad para retener o amortiguar los efectos de una precipitación diaria sin que se produzcan inundaciones que obliguen la evacuación de las viviendas del orden de los cinco años de recurrencia. Magnitud ésta que define su grado de riesgo ante una amenaza de tipo natural.

El presente estado de vulnerabilidad social de La Cava de Villa Itatí se ha ido construyendo a lo largo del tiempo a partir de las decisiones tomadas por los actores de la misma sociedad. Por ello, el riesgo resultante de la combinación de las amenazas analizadas, con los tipos de vulnerabilidad económica, política, cultural, etc. que involucran a esos actores sociales, deriva de la ausencia de una gestión del territorio en cuanto a su planificación y ordenamiento, y a la falta de formación, articulación y coordinación de las instituciones del Estado para atender a las poblaciones vulnerables.

La actividad llevada a cabo por los “carreros” e integrantes de la Asociación de Cartoneros de Villa Itatí pone de manifiesto la desigual exposición que tienen los sectores pobres a los riesgos ambientales, sumado a que con las tareas de reciclado que llevan adelante están produciendo un beneficio ambiental de suma importancia, no muchas veces reconocido por la comunidad.

IV.- ABSTRACT

There exists an inherent relationship between poverty and safe water shortage: often, to speak of poverty equals speaking about villages or communities under threat of hydrological risk at the same time. This can be said to be especially so in the case of spontaneous and unplanned urban settlements, it is there where different, new, complex and unpredictable situations take place. That is why to study a hydrological system under such conditions becomes both interesting and relevant. An ecohydrological approach which explicitly includes environmental aspects becomes all the more necessary to approach cases of planned and integral urban settlements.

In this sense, the area under study corresponds to the urban settlement called *Villa Itatí*, more specifically, a zone within commonly known as *La Cava*, located in the jurisdiction of Quilmes, province of Buenos Aires, Argentina. This area constitutes a disturbed hydrological system which anthropic intervention modified substantially.

Thus, research carried out there has enabled us to elaborate a hydrological balance under non permanent regime, to quantify the amount of water at *La Cava* as well as to identify its sources and to estimate percentages and incidence; also, from the quality analysis performed, to characterize the resource as to its physicochemical properties. Once quantified and characterized, the treatment of environmental hydrological aspects followed, based on the strategic concepts of threat, vulnerability, and risk as well as on the tools provided by environmental diagnosis and management.

As a result of the analysis, we conclude that this constitutes a vulnerable populated area which, because of the anthropic intervention of the natural environment and the presence of socio-natural, anthropic-pollutant and anthropic-technological threats, exhibits high levels of risk.

The water in the pond and that of the water table were found to be highly contaminated by pathogenic organisms which, in all likelihood shall enter into contact with the inhabitants *La Cava*. Consequently, because of safe water shortage and of sanitation, the risk deriving from hydrological vectors becomes too high.

The hydrological balance determined that daily pumping compensates the sum of incoming imported water and underground flow. That means that, currently, the volume of water extracted daily is almost equivalent to the water generated by the population living at *La Cava*. Likewise, the pond is able to retain or muffle the effects of daily rain without generating floods which would force the evacuation from their homes in a five-year recurrence term. Such magnitude defines the degree of risk when facing a natural threat.

The current conditions of social vulnerability at *La Cava* in *Villa Itatí* have been in the making for a long time, mainly because of decisions adopted by actors within the very same community. That is why the risk resulting from the threats with other vulnerabilities –i.e. economic, political, cultural, etc. and which involve the actors mentioned before, derives from the lack of a territorial management in terms of planning and ordering, and also to the lack training, articulation and coordination of State institutions in order to cater for populations more at risk.

The activity the "*carreros*" [literally, cart pullers] and members of the *Asociación de Cartoneros de Villa Itatí* [*Villa Itatí* 's Cardboard Gatherers' Association] unveils the unequal exposure of the poorer sectors to environmental risks; this, added to the recycling work being carried out, are contributing to major environmental benefits which go largely unacknowledged by the community.

V.- TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	12
1.1	PLANTEO DEL PROBLEMA	13
1.2	OBJETIVOS. ALCANCES DEL TRABAJO.....	15
1.3	ENFOQUE ECOHIDROLÓGICO.....	17
2	MATERIALES y MÉTODOS	18
2.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	18
2.1.1	Descripción General	18
2.1.2	Condiciones Urbanas y Ambientales del Partido de Quilmes	20
2.1.3	Condiciones Urbanas y Ambientales de Villa Itatí.....	32
2.2	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	43
2.2.1	Recopilación de Antecedentes	43
2.2.2	Balance Hidrológico. Concepto - Definición de Variables.....	44
2.2.3	Calidad del Agua	50
2.2.4	Diagnóstico Ambiental.....	52
3	RESULTADOS	57
3.1	CICLO DEL AGUA EN LA CAVA DE VILLA ITATÍ.....	57
3.1.1	Aspectos Hidrológicos - Fisiográficos	57
3.1.2	Precipitación	60
3.1.3	Escurrimiento Superficial.....	62
3.1.4	Agua Importada	67
3.1.5	Escurrimiento Subterráneo	74
3.1.6	Evapotranspiración - Infiltración	80
3.1.7	Bombeo.....	83
3.1.8	Contaminantes.....	92
3.2	BALANCE HIDROLÓGICO.....	97
3.3	CARACTERÍSTICAS y CALIDAD DEL RECURSO	106
4	DISCUSIÓN.....	114
4.1	BALANCE HIDROLÓGICO – CALIDAD DEL AGUA. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	116
4.1.1	Balance Hidrológico	116
4.1.2	Calidad del Agua	118
4.2	PROBLEMÁTICA HÍDRICA EN ÁREAS MARGINALES DE GRANDES CENTROS URBANOS.....	121
4.2.1	Agua Potable y Saneamiento	123

4.2.2	Inundaciones.....	125
4.2.3	Residuos sólidos	127
4.2.4	Ordenamiento Territorial.....	128
4.3	ANÁLISIS DESDE EL ENFOQUE ECOHIDROLÓGICO y AMBIENTAL	130
4.3.1	Amenaza.....	130
4.3.2	Vulnerabilidad	132
4.3.3	Riesgo	134
5	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	137
6	BIBLIOGRAFÍA.....	142
7	ADENDA – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	146
7.1	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS ESTIMADOS.....	146
8	ANEXO I – BALANCE HIDROLÓGICO	150
9	ANEXO II – ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	166

VI.- ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Población del AMBA. Fuente: INDEC, 2010.	18
Tabla 2.2: Población de Quilmes y 24 partidos del Gran Buenos Aires. Fuente: INDEC, 2010.....	19
Tabla 2.3: Población Total del partido de Quilmes. Fuente: INDEC, 2010	21
Tabla 2.4: Distribución de la Población en el partido de Quilmes	22
Tabla 2.5: Características de las Viviendas en el partido de Quilmes. Fuente: INDEC, 2010	22
Tabla 2.6: Distribución de población en Villa Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010	36
Tabla 2.7: Características de los hogares. Censo Social Quilmes, 2010.....	37
Tabla 2.8: Población pobre en Villa Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010	37
Tabla 2.9: Grupos AMC del Método del SCS	46
Tabla 2.10: Análisis Bacteriológicos realizados a las muestras de campo.....	51
Tabla 2.11: Análisis Físicoquímicos realizados a las muestras de campo.....	51
Tabla 3.1: Precipitación mensual Enero – Diciembre 2011 Estación Aeroparque Bs. As. SMN.....	61
Tabla 3.2: Números de curva CN. Fuente: Chow et al. (1994).....	66
Tabla 3.3: Áreas, porcentajes y CN adoptado según cobertura del suelo.....	67
Tabla 3.4: Valores de CN, ajustados según condición de humedad antecedente	67
Tabla 3.5: Retención Potencial Máxima según condición de humedad antecedente	67
Tabla 3.6: Consumos y pérdidas en la red (World Bank, 1996). Fuente: Tucci, 2006	74
Tabla 3.7: Registro de las campañas de medición de niveles freáticos	77
Tabla 3.8: Etp acumulada por mes	81
Tabla 3.9: Radiación extraterrestre para 35º latitud Sur en [MJul/m ² /día] y [mm/día]	82
Tabla 3.10: Tiempos y caudales de bombeo mensuales	90
Tabla 3.11: Resultados análisis químicos Muestras N° 1 y N° 2.....	95
Tabla 3.12: Resultados análisis químicos Muestras N° 3 y N° 4.....	96
Tabla 3.13: Balance hidrológico. Ingresos mensuales.....	98
Tabla 3.14: Balance hidrológico. Egresos mensuales	98
Tabla 3.15: Balance hidrológico. Comparación Ingresos – Egresos Totales	99
Tabla 3.16: Relación Altura - Volumen	102
Tabla 3.17: Balance Hidrológico. Ingresos. Porcentajes de incidencia.....	104
Tabla 3.18: Balance Hidrológico. Egresos. Porcentajes de incidencia	105
Tabla 4.1: Balance Hidrológico. Ingresos y Egresos. Porcentajes de incidencia.....	116
Tabla 4.2: Valores de las constantes de ajuste.....	117
Tabla 4.3: Porcentaje de Población Urbana. Fuente: CEPAL, 2002 en Tucci, 2006.....	121

VII.- ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1: Configuración física del Sistema Geohidrológico local.....	27
Cuadro 2.2: Condiciones de las viviendas. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010.....	37
Cuadro 2.3: Uso del sistema de salud pública en V. Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010	38
Cuadro 2.4: Datos de escolaridad en Villa Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes. 2010.....	38
Cuadro 2.5: Tasa de desempleo en Villa Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010	39
Cuadro 3.1: Valores de transmisividad del Pampeano.....	79
Cuadro 3.2: Descripción de los equipos de bombeo.....	88
Cuadro 3.3: Planilla de Control de Bombeo. Ejemplo	89
Cuadro 3.4: Tiempos y Volúmenes resultantes del control de bombeo.....	90
Cuadro 3.5: Itinerario de muestras tomadas para análisis de agua.....	92
Cuadro 3.6: Valores de los parámetros resultantes del balance hidrológico.....	102
Cuadro 3.7: Análisis bacteriológico. Comparación con Resolución ADA N° 336/03	108
Cuadro 3.8: Análisis bacteriológico. Comparación con CAA Art. 982.....	109
Cuadro 3.9: Presencia de metales pesados	109
Cuadro 3.10: Sustancias Inorgánicas. Comparación con Ley 11.820 y CAA.....	110
Cuadro 3.11: S. Inorgánicas. Comparación con Resolución ADA N° 336/03	112
Cuadro 4.1: Intensidad y precipitación para D= 24hs, según recurrencia.....	118
Cuadro 4.2: Porcentaje de población urbana. Fuente: Informe País, 2007.....	122
Cuadro 4.3: Hogares con cobertura de agua potable y saneamiento. Año 2010.....	124
Cuadro 4.4: Precipitación Año 2001. Estación Aeroparque Bs. As. SMN	134

VIII.- ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Localidades del partido de Quilmes.....	21
Figura 2.2: Red de drenaje	27
Figura 2.3: Regiones Hidrogeológicas de la provincia de Buenos Aires	28
Figura 2.4: Detalle Región Noreste	29
Figura 2.5: Ubicación de Villa Itatí en el partido de Quilmes.....	35
Figura 2.6: Ubicación de Villa Itatí en la cuenca del arroyo Santo Domingo.....	36
Figura 2.7: Ubicación de La Cava en Villa Itatí.....	40
Figura 3.1: Planimetría acotada de Villa Itatí.....	58
Figura 3.2: Villa Itatí. Mapa topográfico. Equidistancia 1,00 m	58
Figura 3.3: Sector de La Cava. Mapa topográfico. Equidistancia exterior 1,00 m	59
Figura 3.4: Límite de cuenca. Sentidos de escurrimiento	59

IX.- ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1: Precipitación mensual Enero – Diciembre 2011. E. Aeroparque Bs. As. SMN	61
Gráfico 3.2: Precipitación Media Mensual 1911 – 2002. Estación Villa Ortúzar SMN.....	62
Gráfico 3.3: Precipitación Media Mensual 1990 – 2010. Estación Aeroparque Bs. As. SMN.....	62
Gráfico 3.4: Registro de las campañas de medición de niveles freáticos.....	78
Gráfico 3.5: Evolución diaria de la Etp calculada por Thornthwaite-Mather	81
Gráfico 3.6: Etp acumulada mensual obtenida por Thornthwaite-Mather.....	82
Gráfico 3.7: Comparación distribución de la Etp obtenida por Hargreaves y T-M.....	82
Gráfico 3.8: Etp acumulada mensual obtenida por Hargreaves y Thornthwaite-Mather.....	83
Gráfico 3.9: Total de horas de bombeo por mes	91
Gráfico 3.10: Tiempo medio diario de bombeo correspondiente a cada mes	91
Gráfico 3.11: Volumen mensual extraído por bombeo.....	91
Gráfico 3.12: Volumen extraído medio diario correspondiente a cada mes	92
Gráfico 3.13: Evolución diaria del balance hidrológico.....	98
Gráfico 3.14: Balance hidrológico. Comparación Ingresos – Egresos Totales	99
Gráfico 3.15: Comparación Precipitación efectiva - Bombeo	100
Gráfico 3.16: Evolución diaria del balance. Período septiembre - noviembre	100
Gráfico 3.17: Balance hidrológico. Comparación Ai + As – Bombeo.....	101
Gráfico 3.18: Área lagunar. Curva Altura – Volumen	103
Gráfico 3.19: Balance hidrológico. Ingresos. Porcentajes de incidencia	104
Gráfico 3.20: Balance hidrológico. Egresos. Porcentajes de incidencia.....	105
Gráfico 3.21: Diagrama de Piper.....	106
Gráfico 3.22: Diagrama de Schoeller - Berkloff	107
Gráfico 3.23: pH.....	110
Gráfico 3.24: Cloruros.....	111
Gráfico 3.25: Sulfatos.....	111
Gráfico 3.26: Sólidos Totales.....	111
Gráfico 3.27: Nitritos	111
Gráfico 3.28: Nitratos	112

X.- ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 2.1: Vista aérea de Villa Itatí	34
Foto 2.2: Laguna vegetada en la parte baja de La Cava.....	41
Foto 2.3: Laguna vegetada en la parte baja de La Cava.....	41
Foto 3.1: Barrio de viviendas sobre calle Ayacucho y calle perimetral de La Cava.....	63
Foto 3.2: Vista del barrio de viviendas desde la calle perimetral a La Cava.....	63
Foto 3.3: Calle de acceso a La Cava desde calle Ayacucho	64
Foto 3.4: Desnivel entre las casas y la banquina del Acceso Sudeste.....	64
Foto 3.5: Acceso a La Cava desde el Acceso Sudeste	65
Foto 3.6: Vista de las conexiones a la red de agua potable	69
Foto 3.7: Vista de las conexiones a la red de agua potable.....	69
Foto 3.8: Vista del desagüe domiciliario. Cuneta colectora entre viviendas	70
Foto 3.9: Vista de la cuneta/zanja que colecta los desagües domiciliarios.....	71
Foto 3.10: Parte posterior de una casa construida sobre el talud.....	72
Foto 3.11: Vista de una descarga cloacal directa a la laguna	72
Foto 3.12: Vista de una descarga cloacal directa a la laguna	73
Foto 3.13: Ejemplo de todos los usos del agua en La Cava	73
Foto 3.14: Estación de bombeo, año 2001.....	84
Foto 3.15: Estación de bombeo, año 2001.....	84
Foto 3.16: Inundación año 2001.....	85
Foto 3.17: Inundación año 2001.....	85
Foto 3.18: Estación de bombeo, año 2007.....	87
Foto 3.19: Reja de protección acceso a cámara. Estación de bombeo, año 2007	87
Foto 3.20: Tablero eléctrico, izaje de electrobombas, Estación de bombeo, año 2007	88
Foto 3.21: Extracción de muestras en PO-1. Marzo/Abril 2011	93
Foto 3.22: Extracción de muestras en PO-1. Marzo/Abril 2011	93
Foto 3.22: Extracción de muestras en salida de bombeo. Marzo/Abril 2011.....	93
Foto 3.23: Extracción de muestras en salida de bombeo. Marzo/Abril 2011.....	94
Foto 3.24: Muestras extraídas en PO-1. Agosto 2011	94
Foto 3.25: Extracción de muestras en salida de bombeo. Agosto 2011	94

1 INTRODUCCIÓN

El acceso al agua segura, al saneamiento y a la prevención de inundaciones, sobre todo para núcleos poblacionales de bajos recursos y de alto grado de vulnerabilidad, es un tema de relevante importancia en la actualidad, en el que se manifiesta como nunca antes, la desigualdad entre aquellos que lo tienen garantizado y quienes aún no, sea cual fuere el origen de esta carencia.

La cuestión adquiere singular trascendencia si se considera que se trata del derecho incumplido del hombre al agua segura, desde el punto de vista de una justicia global.

Por tratarse de una tesis de Maestría en Evaluación Ambiental de Sistemas Hidrológicos (Ecohidrología), se ha propuesto abordar un tema que abarque tanto aspectos hidrológicos superficiales y subterráneos, como de análisis y gestión del ambiente asociado. Asimismo se ha pretendido con su elección, generar información que ayude a comprender el funcionamiento de un sistema hidrológico en particular y beneficiar directa o indirectamente a una comunidad.

En este sentido "La Cava de Villa Itatí", en el partido de Quilmes - provincia de Buenos Aires, conforma un ejemplo de sistema hidrológico disturbado. Originalmente existía otro, constituido por el terreno natural, su régimen hídrico superficial y subterráneo y el ambiente natural continente, al cual la intervención antrópica modificó sustancialmente, transformándolo en otro completamente distinto.

Es intención también mostrar que la formación recibida durante el curso de la Maestría permite abordar los problemas desde una visión cognitiva, que no sólo tenga en cuenta las ciencias duras y la búsqueda de soluciones mediante obras de infraestructura, sino ver el problema desde otras aristas, como son las ambientales, e incluso con los recaudos correspondientes, las socioculturales, todo ello en pos del objetivo que siempre debe ser el de aportar en el camino de la búsqueda de la mejor solución al problema.

La selección del tema propuesto se basa en la experiencia que posee el tesista en el acompañamiento de la formación y crecimiento de la Asociación de Cartoneros de Villa Itatí, y su trabajo junto a los vecinos del barrio, en procurar soluciones a las frecuentes situaciones de anegamiento y riesgo ambiental. Este acompañamiento le ha permitido interiorizarse sobre la problemática hídrica-urbana de un sector de la villa, y tomar conocimiento "in situ" de sus consecuencias.

1.1 PLANTEO DEL PROBLEMA

Existe una relación intrínseca entre pobreza y escasez de agua segura, y en general, hablar de pobreza implica hablar de poblaciones o comunidades que viven bajo amenaza de riesgo hídrico.

El proceso de transformación de áreas naturales en urbanas implica la modificación del ciclo hidrológico de un modo definido y previsible (agua potable, cloacas, acequias o desagües, superficies impermeables, etc.), que incorpora ese aspecto al modelo de desarrollo de la infraestructura (camino, agua, gas, cloacas, electricidad), de servicios (recolección de residuos sólidos urbanos, salud, educación, seguridad), así como el parcelamiento y la misma ubicación geográfica de esos nuevos barrios en sectores altos y bien drenados.

En el caso de urbanizaciones espontáneas y no planificadas esto no se cumple, dando lugar a situaciones diferentes, novedosas, complejas e imprevisibles. Por esto es interesante e importante el estudio del sistema hídrico en estas condiciones, para lo cual el enfoque ecohidrológico, que incluye explícitamente los aspectos ambientales, se hace más necesario aún que en aquellos casos de urbanizaciones planificadas e integrales.

El ciclo del agua en ambientes antropizados marginales posee características particulares, que determinan que los habitantes de estas urbanizaciones espontáneas y precarias se encuentren expuestos a problemas ambientales del tipo:

- Déficit en el acceso al agua potable o segura, en la cantidad y calidad necesaria para cumplir con las condiciones básicas de alimentación, higiene y uso doméstico.
- Condiciones de alto riesgo sanitario debido a la ausencia de infraestructura sanitaria y colectoras de aguas residuales y efluentes cloacales.
- Obtención de agua para uso doméstico de fuentes no seguras o potables, o de sistemas de distribución precarios y clandestinos.
- Deterioro de la calidad de los cursos de agua superficiales y/o del recurso hídrico subterráneo, como consecuencia de la falta de servicios cloacales y el vuelco de efluentes, sin tratamiento, directamente a los cuerpos de agua receptores.
- Inundación y/o anegamiento de viviendas y "espacios verdes", por insuficiencia o inexistencia de obras de infraestructura pluvial, o por el ascenso del nivel freático, como resultado de la ubicación en zonas bajas o deprimidas.

La consecuencia de la expansión urbana sin considerar la perspectiva ambiental, conlleva al deterioro de las fuentes y la reducción en la calidad del suministro de agua segura

para la población. *"Este proceso necesita distintas acciones preventivas de planeamiento urbano y ambiental, que objetiven la minimización de los impactos y proporcionen un desarrollo sustentable"* (Tucci, 2006).

En Argentina, hasta no hace muchos años atrás, para un importante sector de la población, sobre todo aquella que habitaba en centros urbanos con buena relación con el recurso hídrico (provisión de agua potable, existencia de red cloacal y protección natural o artificial contra inundaciones/anegamientos), la percepción de deterioro y la contaminación ambiental estaba desligada de las acciones de la vida cotidiana.

Es así que se consideraba a los recursos naturales en general, y al uso del agua en particular, como ilimitados, sin mostrar ningún interés o preocupación por su uso racional. En esta misma línea entonces, los problemas ambientales, estaban concebidos como eventos puntuales y causados por un factor externo a la propia acción de los individuos.

Por el contrario, en las comunidades pobres a las que nos referimos en este trabajo, se tiene una impresión diferente, puesto que los problemas de tipo sanitario que surgen como resultado del deficiente acceso al agua potable y a la red cloacal, a la presencia de aguas servidas junto a las viviendas, a las inundaciones o anegamientos frecuentes y a la convivencia con la basura en la vía pública, forman parte de su vida cotidiana.

Este planteo se encuentra en sintonía con dos documentos fundamentales, el primero de ellos es el Informe sobre Desarrollo Humano 2006 (PNUD, 2006), el cual comienza diciendo *"La crisis mundial de la escasez del agua nace de la desigualdad, la pobreza y el poder, no de la disponibilidad física"*, y el segundo corresponde a Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (NU, 2000), Objetivo 7 - Meta 7C - Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente: *"Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de la población mundial sin acceso sostenible a agua potable segura y saneamiento básico"*, que lo ubica dentro de un contexto mundial sobre la desigualdad en la distribución del recurso, el saneamiento y la protección ante inundaciones de las poblaciones, en particular las más desprotegidas.

Cabe señalar que en general la materia se encuentra desarrollada, en extenso y desde puntos de vista muy interesantes, en publicaciones provenientes de las ciencias sociales, medio ambientales e incluso económicas, pero en mucha menor medida en las relacionadas con la ingeniería, observándose en general en las primeras algunos conceptos confusos respecto de lo estrictamente hídrico - hidrológico, lo que anima aún más a abordar la cuestión desde la visión ecohidrológica, con una fuerte impronta de la ingeniería hidráulica, complementada por el enfoque ambiental que incluye elementos del medio natural y social.

1.2 OBJETIVOS. ALCANCES DEL TRABAJO

El objetivo general del trabajo es realizar un estudio ecohidrológico de una cuenca urbana marginal no planificada, correspondiente a La Cava de Villa Itatí (partido de Quilmes, provincia de Buenos Aires, República Argentina).

Los objetivos específicos incluyen elaborar un balance hidrológico bajo régimen no permanente, que permita cuantificar el agua presente en La Cava, identificarla respecto de sus orígenes y calcular los porcentajes de incidencia de cada uno de ellos. Asimismo se propone realizar análisis de la calidad del agua (características fisicoquímicas y biológicas), que permitan formularlo como una expresión de masas, lo que tendría una importante connotación ecohidrológica.

Una vez cuantificada y caracterizada el agua de La Cava, y a partir de la utilización de las herramientas que provee el diagnóstico y la gestión ambiental, poder plantear recomendaciones a ser consideradas en futuras acciones de planificación urbana en este sector en particular, ya sea en el uso del recurso o en la adecuación de La Cava misma.

Como objetivos secundarios se establecieron:

- Realizar un diagnóstico ambiental con eje en el análisis de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo hídrico presente en el área de estudio.
- Determinar el modelo conceptual de funcionamiento del sistema hídrico, el cual apoyado en la toma de datos "in situ", el propio balance y la recopilación de antecedentes, pueda ser utilizado en la elaboración de mapas de riesgo hídrico.
- En la medida de lo posible, demostrar con el balance de volúmenes que el porcentaje extraído cotidianamente por el bombeo que realiza la Asociación de Cartoneros es relevante, y tiene incidencia en el mantenimiento del acuífero freático en niveles no perjudiciales para los barrios vecinos y la propia Cava.
- Generar conocimiento sobre la relación de la problemática hídrica - urbano - ambiental en asentamientos precarios inundables. Plantear una metodología de estudio y análisis que permita el abordaje de casos similares.
- Contextualizar el caso de La Cava de Villa Itatí, de manera de establecer que su realidad en relación al agua y la pobreza no es propia de esa comunidad en particular, sino que se replica tanto a nivel nacional como internacional.

La paulatina interiorización en los distintos aspectos que forman parte del problema expuesto, sobre todo aquellos referentes al medio ambiente urbano, ayudó a comprender la

extensión y cantidad de aristas que éste posee, y la imposibilidad, dada su complejidad, de intentar tenerlas en cuenta a todas ellas en el desarrollo del presente trabajo.

Por ello, si bien se tiene conciencia que existe otra serie de aspectos que están íntimamente relacionados con la cuestión del agua, como son las enfermedades de vector hídrico, la higiene, la alimentación y otros componentes característicos de la problemática de la pobreza urbana, como vivienda, educación, droga, etc., el estudio realizado se centra en el análisis desde el punto de vista hidrológico en su relación con el entorno urbano en que se encuentra.

El tratamiento de los aspectos hídricos ambientales se realizará a partir de los "*conceptos estratégicos para la gestión ambiental urbana: Amenaza, vulnerabilidad y riesgo*" (Merlinsky, 2006), intentando poner en evidencia como se manifiestan en los habitantes de Villa Itatí en general y La Cava en particular.

1.3 ENFOQUE ECOHIDROLÓGICO

El trabajo de Tesis desarrollado se enmarca en lo que podría denominarse *ecohidrología urbana*, que intenta observar desde la óptica hídrica - ambiental, una cuenca disturbada, de características singulares, con una componente hidrológica relevante y una población expuesta a un importante grado de vulnerabilidad y riesgo.

En su formulación inicial, se define a la Ecohidrología como "... *El concepto científico que promueve la integración de la hidrología y la ecología y el control de aquellos procesos para mejorar la capacidad de absorción y asimilación de los ecosistemas...*" (Zalewsky, 2001). Pero en este caso, y dentro de esta concepción ecohidrológica urbana, concurren al marco teórico los instrumentos propios de la gestión ambiental urbana, en el contexto de una población vulnerable desde el punto de vista sanitario y de la calidad ambiental, y un elemento trascendental cual es el agua, que se manifiesta en recurso para consumo, eliminación de líquidos cloacales y resguardo de inundaciones y/o anegamientos.

El agua, como parte de este "ecosistema urbano", es un factor que interactúa intensamente y en forma cotidiana, con la sociedad. El agua es la experiencia ambiental más cercana que tiene intuitivamente una comunidad, siendo la protagonista principal en la interacción entre la sociedad y la naturaleza. Por lo tanto, "*el objetivo de poner al recurso como derecho humano y a la vez respetar el derecho al ambiente requiere una articulación del conocimiento que proviene de diferentes ciencias con sus correspondientes instrumentos metodológicos interdisciplinarios.*" (Sejenovich, 2008).

Es en base a estos aspectos, todos ellos presentes en el ambiente urbano de Villa Itatí, y particularmente en el sector de La Cava, que se considera conveniente estudiar al tema desde un enfoque diferente al tradicionalmente propuesto, esto sería, tratarlo sólo como un problema de saneamiento hídrico.

En este sentido, el abordaje del problema desde una perspectiva ecohidrológica es la herramienta adecuada para su análisis, y la identificación de las medidas estructurales y no estructurales, que permitan tener en cuenta todos los factores y procesos involucrados en un ambiente urbano de estas características.

2 MATERIALES y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1 Descripción General

El área de estudio corresponde al asentamiento urbano denominado Villa Itatí, ubicado en el partido de Quilmes, provincia de Buenos Aires, lindando con el partido de Avellaneda y contiguo al Acceso Sudeste a la ciudad de Buenos Aires.

Geográficamente se centra en coordenadas 34°42'30 de latitud Sur y 58°18'20 de longitud Oeste, correspondiente a la Carta 3557-13-1 "Lanús", del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La cuenca hidrográfica a la que pertenece es la del arroyo Santo Domingo, el cual tiene como destinatario final el Río de la Plata. Comprende el sector meridional del conurbano bonaerense, incluyendo principalmente los partidos de Avellaneda, Quilmes, Florencio Varela y Almirante Brown, y cubre una superficie aproximada de 153 km².

El contexto regional donde se encuentra ubicada La Cava de Villa Itatí es el propio partido de Quilmes, perteneciente al Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

El AMBA, o Conurbano Bonaerense según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), está integrada por 24 partidos provinciales más la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Catorce de éstos se encuentran totalmente urbanizados, como son Avellaneda, Quilmes, General San Martín, Hurlingham, Ituzaingó, José C. Paz, Lanús, Lomas de Zamora, Malvinas Argentinas, Morón, San Miguel, Tres de Febrero, San Isidro y Vicente López, y los diez restantes se encuentran no totalmente urbanizados, ellos son Berazategui, Florencio Varela, La Matanza, Ezeiza, Esteban Echeverría, Almirante Brown, Merlo, Moreno, San Fernando y Tigre.

En el AMBA viven cerca de 13 millones de personas en una superficie del orden de los 3.800 km².

Tabla 2.1: Población del AMBA. Fuente: INDEC, 2010.

Población en el AMBA		
Censo Año	Población	Incremento
1970	8.435.840 hab.	---
1980	9.969.826 hab.	15,4%
1991	11.297.987 hab.	11,8%
2001	12.046.799 hab.	6,6%
2010	12.806.866 hab.	5,9%

El AMBA representa actualmente 39,1% de la población total de la Argentina y el partido de Quilmes el 1,5%.

Dentro de los 24 partidos bonaerenses incluidos, el de Quilmes representa el 5,9% de su población.

Tabla 2.2: Población de Quilmes y 24 partidos del Gran Buenos Aires. Fuente: INDEC, 2010.

Partido	Población	Varones	Mujeres	Índice de masculinidad
24 partidos del Gran Bs. As.	9.916.715 hab.	4.816.344	5.100.371	94,4
Quilmes	582.943 hab.	281.928	301.015	93,7

En ambos contextos, ya sea en las áreas con gran desarrollo urbano, como las aún no totalmente urbanizadas o periurbanas, se verifica una importante presión antrópica sobre los recursos naturales, en particular sobre los hídricos (cambios en la geometría de las cuencas), las zonas rurales y las áreas verdes remanentes.

La urbanización del AMBA presenta una forma de tipo "tentacular" o radial en correspondencia con las principales vías de acceso, tanto ferroviario como vehicular, que convergen a la zona portuaria y al área central de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Este tipo de disposición radial se impuso por sobre la natural del terreno, "soslayando las restricciones que imponían las cuencas hídricas perpendiculares al Río de la Plata" (UNQ, 2006).

Las cuencas hídricas más importantes corresponden a los ríos Luján, Reconquista y Matanza-Riachuelo, por cuyos sistemas se desarrolla la mayor parte del drenaje regional. Hacia el sur del AMBA, donde se encuentra el Partido de Quilmes, importan las de los arroyos Sarandí, Santo Domingo y Jiménez, de descarga directa al Río de la Plata.

En importantes tramos de su trazado original, estos cursos se encuentran modificados, convertidos en conductos entubados o canalizaciones artificiales, conformando las conducciones principales del entramado de la red urbana de desagües pluviales.

Los servicios de saneamiento (abastecimiento de agua potable y desagües cloacales) en los municipios del Área Metropolitana presentan una diversidad de entes prestadores, tanto públicos como privados, así como extensas zonas no cubiertas por redes en las áreas más periféricas de la conurbación.

Entre los prestadores más importantes se encuentra la Empresa Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA) de nivel nacional, y Aguas Bonaerenses S.A. (ABSA) de jurisdicción provincial, ambas de orden público.

En lo que respecta al suministro de agua, el Censo 2010 (INDEC, 2010) indica que el 91,3% de la población cuenta con instalaciones de agua dentro de la vivienda, un 7,7% por fuera pero dentro del terreno donde habita, y el 1% restante por fuera incluso del terreno. El mismo Censo establece que el 79,8% de los hogares con acceso al agua cuenta con conexión a la red pública, destacándose que las jurisdicciones en mejor situación eran la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (99,6%) y los partidos aledaños; el 18,2% lo hace mediante perforación con bomba a motor y el 2,0% restante accede mediante perforación con bomba manual, pozo, canillas públicas, etc. Es claro que la forma de disponibilidad del recurso se correlaciona con las condiciones más o menos deficitarias de la vivienda, en particular en zonas de asentamientos irregulares o villas de emergencia.

Respecto al servicio de desagües cloacales, el Censo revela que el 57,3% posee descarga a una red pública de recolección, tratamiento y eliminación de efluentes cloacales (la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 98,2%), un 23,3% de la población utiliza para la evacuación de excretas el sistema de cámara séptica y pozo ciego (con descarga al subsuelo), el 17,4% usa el mismo sistema de descarga a pozo ciego pero sin cámara séptica, quedando un 0,2% que descarga los desechos cloacales directamente en pozos o excavaciones y un 1,7% de hogares que no poseen ni baño ni letrina.

En cuanto a la disponibilidad de instalaciones sanitarias, un 88,9% de la población cuenta con instalación de inodoros con descarga de agua, un 9,4% utiliza inodoro sin descarga de agua (botón, cadena o mochila) y el 1,7% restante, como se mencionó no posee baño.

La producción promedio anual de agua superficial representa el 96% de la necesaria para abastecer al AMBA, de los cuales 2/3 corresponde a la Planta San Martín y un tercio a la Planta Belgrano. La producción promedio anual de agua subterránea representa el 4% del aporte total y es producido por las baterías de pozos distribuidos en diferentes partidos del conurbano.

La descarga final de los desagües cloacales se realiza al Río de la Plata, a través del Emisario Berazategui. Los tres conductos que conforman la cloaca máxima cruzan el Riachuelo y llegan a la Estación Elevadora de Wilde, y desde allí son impulsados hasta dicho Emisario que los conduce dentro del Río una distancia de 2,5 km y tienen un pretratamiento de rejillas.

2.1.2 Condiciones Urbanas y Ambientales del Partido de Quilmes

El partido de Quilmes posee su centro en coordenadas geográficas 34°43' de latitud Sur y 58°15' de longitud Oeste. Limita hacia el noreste con el Río de la Plata; hacia el Sudeste y Sur con los partidos de Berazategui y Florencio Varela respectivamente; hacia el Oeste y Suroeste con Lomas de Zamora y Alte. Brown y hacia el noroeste con Lanús y Avellaneda.

La superficie total es de 125 km², (94 km² según catastro) y su cabecera, la ciudad de Quilmes, está ubicada a 17 km de la Capital Federal.

El Partido se encuentra dividido en 9 localidades, Quilmes Este, Quilmes Oeste, Bernal Este, Bernal Oeste, Don Bosco (donde se encuentra Villa Itatí), Ezpeleta Este, Ezpeleta Oeste, San Francisco Solano y La Florida, distribuidas según se muestra en la siguiente figura:

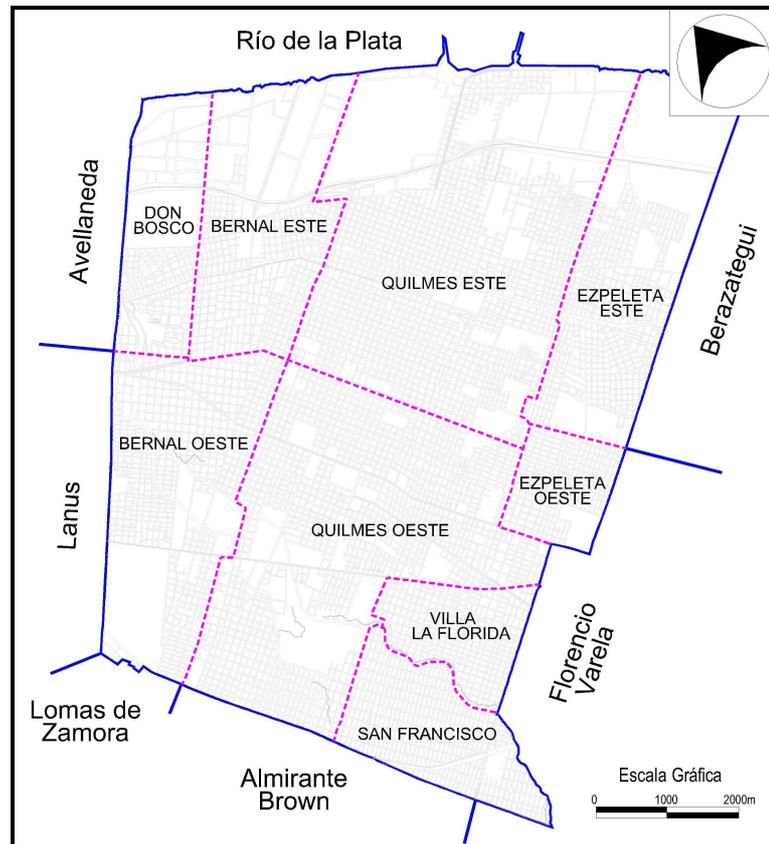


Figura 2.1: Localidades del partido de Quilmes

Su población total, según el último censo realizado por el INDEC (2010), es de 582.943 habitantes, la cual ha tenido una variación respecto de los anteriores, según se observa en la Tabla 2.3:

Tabla 2.3: Población Total del partido de Quilmes. Fuente: INDEC, 2010

Población en Quilmes			
Censo	Población	Incremento	Densidad
[año]	[hab.]	[%]	[hab/km ²]
1970	355.265	---	2.842
1980	446.587	20,4	3.573
1991	511.234	12,6	4.090
2001	518.788	1,5	4.150
2010	582.943	11,0	4.664

La distribución según cada localidad se muestra a continuación:

Tabla 2.4: Distribución de la Población en el partido de Quilmes

Localidad	Porcentaje de población sobre el total
Quilmes Oeste	23 %
Quilmes Este	22 %
Bernal Oeste	15 %
San Francisco Solano	10 %
Ezpeleta Este	9 %
Bernal Este	6 %
La Florida	6 %
Ezpeleta Oeste	5 %
Don Bosco	4 %

Según el mismo Censo la distribución de acuerdo a las características edilicias de las viviendas, es la siguiente:

Tabla 2.5: Características de las Viviendas en el partido de Quilmes. Fuente: INDEC, 2010

Tipo	Tipo de vivienda							
	Casa	Rancho	Casilla	Dpto.	Pieza/s en inquilinato	Pieza/s en hotel o pensión	Local no construido para habitación	Vivienda móvil
Viviendas	140.172	1.072	5.229	16.214	669	102	246	13
Hogares	151.891	1.197	5.742	17.009	863	136	258	14
Población	509.412	4.599	21.760	41.147	2.136	304	565	38

Conforme al Censo Social realizado en el Municipio en el año 2010, unas 101.028 personas viven en zonas de villas de emergencia, asentamientos o viviendas en áreas precarias, es decir, el 18,4% de la población de Quilmes se encuentra en situación de vulnerabilidad social.

La distribución de la población en dicha situación se caracteriza por una estructura etaria más joven respecto a la media del Municipio. Se explica por una mayor participación de los niños, niñas y adolescentes al interior de la población en esa situación alcanzando el 45.1%, mientras que esta proporción se reduce al 32,7% en el Municipio (Censo Social, 2010).

A partir de estos datos, se puede estimar que la población con Niveles Básicos Insatisfechos (NBI)¹ alcanza aproximadamente al 14%.

¹ Hogares que presenten al menos una de las siguientes privaciones: que tuvieran más de tres personas por cuarto; vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo); que no

Uso del suelo

El partido de Quilmes se encuentra en un 77% amanzanado, quedando la superficie restante ocupada por predios de grandes dimensiones, el relleno sanitario de la Coordinación Ecología Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) y algunos sectores de tierras vacantes. Del área amanzanada es posible reconocer zonas de tipo comercial y de servicios, residenciales exclusivas y residenciales mixtas (UNQ, 2006).

Las áreas no amanzanadas de mayor relevancia las constituyen el sector ubicado al Este del partido, entre la barranca y la costa del Río de la Plata, y el área próxima a los arroyos San Francisco y La Piedras. Ambas zonas son de cotas bajas e inundables, sin embargo, existen en la actualidad proyectos de desarrollo urbanístico en estas áreas, uno de ellos denominado Nueva Costa del Plata de carácter privado y otro de carácter municipal en el marco del Plan Estratégico Quilmes, a cargo de la Unidad Ejecutora del Proyecto de la Ribera, creada a tal fin.

En la zona costera se ubica el mencionado relleno sanitario (CEAMSE) y varias cavas, ambos ámbitos de gran impacto ambiental, así como también predios deportivos, y áreas parcialmente amanzanadas ocupadas por núcleos de población de bajo nivel socioeconómico.

Algo similar ocurre en la otra zona, donde se localizan fundamentalmente actividades industriales, pero en la cual también se han producido asentamientos precarios en terrenos inundables, y degradados desde el punto de vista ambiental por falta de servicios y generación de basurales.

Agua y saneamiento

Quilmes posee según el Censo 2010 (INDEC 2010) un 98,7% de sus hogares con cobertura de red de distribución de agua potable, y un 59,4% con servicio de saneamiento cloacal, provistos ambos por la empresa Agua y Saneamientos Argentinos (AySA). El mismo Censo menciona que el 92,5% de los hogares dispone de agua con cañería instalada dentro de la vivienda, el 7,5% con cañería fuera de la vivienda.

Respecto al servicio de desagües cloacales, el mismo relevamiento establece que del 40,6% de los hogares que no posee servicio cloacal el 12,8% cuenta con inodoro con descarga a cámara séptica y pozo ciego, el 24,9% descarga a pozo ciego sin cámara, el 0,5% a hoyo o excavación y el 2,3% restante no posee baño. Respecto a las características de los baños, el

tuvieran ningún tipo de retrete; que tuvieran algún niño en edad escolar que no asistiera a la escuela; que tuvieran cuatro o más personas por miembro ocupado y, además, cuyo jefe no haya completado tercer grado de escolaridad primaria.

86,3% de los hogares cuenta con inodoro con descarga de agua (botón, depósito o mochila) y el restante 13,7% tiene inodoro sin descarga de agua o directamente no lo posee.

Red de desagües Pluviales – Áreas Inundables

La sucesiva ocupación del territorio por la acción antrópica de la urbanización, alteró el drenaje natural de las cuencas de los arroyos Santo Domingo (San Francisco - Las Piedras) y Jiménez, además de provocar la impermeabilización del suelo, con el consiguiente incremento del escurrimiento superficial.

El partido posee una red de desagües pluviales más o menos desarrollada, que consiste fundamentalmente en el entubamiento y/o canalización de los cursos de agua naturales. Este sistema principal se complementa con un conjunto de conducciones menores que drenan barrios más alejados, llegando incluso a conducciones en zanja en aquellas zonas de asentamientos más precarios o calles sin pavimentar. El desagüe natural de la red pluvial son los mencionados arroyos, y finalmente por éstos, al Río de la Plata.

Este sistema de drenaje urbano se encuentra ubicado en una zona muy poblada y de importante desarrollo industrial, recibiendo además de los aportes pluviales, efluentes domiciliarios, cloacales e industriales, por lo cual el agua conducida posee niveles altos de contaminación (PROMEBA, 2002). La falta de conservación y mantenimiento, sobre todo de las canalizaciones, contribuye a esta contaminación y a la degradación del entorno.

El área costera se ve periódicamente expuesta a inundaciones, no debida a precipitaciones pluviales, sino como consecuencia de los incrementos de los niveles del Río de la Plata provocados por fuertes y persistentes vientos del sudeste (sudestadas). Cuando éstas últimas se combinan con precipitaciones intensas las áreas involucradas son muy superiores, debido a que se limita la capacidad de desagüe de los sistemas de drenaje urbano.

Puede advertirse que gran parte de los problemas hídricos provienen de la geomorfología local, ya que la escasa pendiente origina un escurrimiento superficial muy dificultoso, con escasas posibilidades de atenuación natural de problemas de contaminación. Ocurre otro tanto con el escurrimiento subterráneo.

2.1.2.1 Clima

En línea general podemos mencionar que el clima en la región es del tipo templado - húmedo (Auge, 2004), con una temperatura media anual del orden de los 17 °C (1901/1990). Las menores temperaturas se manifiestan en el mes de julio, con una media mensual del orden de los 10 °C, y las máximas en enero, alcanzando una media de 23,9 °C.

Las temperaturas máximas se presentan en el período octubre – abril, pudiendo llegar a más de 35 °C en el mes de enero (en el año 1999 se registró un máximo de 39,9 °C en el mes de diciembre). Las temperaturas mínimas se desarrollan en los meses de mayo a septiembre, pudiendo descender incluso a varios grados por debajo del cero (en junio de 2002 se registro una mínima de -5,3 °C).

La cercanía con el Río de la Plata determina que éste actúe como factor moderador de la amplitud térmica, y en el aumento de la humedad relativa del ambiente, la cual es máxima en los meses de invierno, originando estados de nieblas o neblinas.

La precipitación media anual supera los 1.100 mm (1957/2000), siendo el periodo más lluvioso entre octubre y marzo, donde se acumula alrededor del 60% de la precipitación anual. Los meses menos lluviosos coinciden con los invernales, junio a agosto.

Asimismo, usualmente durante los meses de abril a octubre, se presentan tormentas costeras de tipo sudestada, caracterizadas por lluvias y lloviznas combinadas con persistentes vientos de dirección sudeste. Los episodios de helada y granizo son de muy baja ocurrencia.

Los vientos predominantes proceden principalmente del sector N-E, originados como consecuencia de la presencia del centro anticiclónico del atlántico Sur. Son del tipo cálido y húmedo, en particular los provenientes del Norte son cálidos en verano, mientras que los del Sur y Oeste son relativamente frescos.

La velocidad varía entre las distintas estaciones. En general, las mayores se observan durante el verano y las mínimas en invierno.

Existen fenómenos regionales relacionados con los vientos (PROMEBA, 2002) impactan principalmente sobre el Río de la Plata y tienen consecuencias en la región, estos son, el Pampero como se denomina al viento que proviene del sector S – SO con rachas máximas del orden de los 130 km/h (primero soplan vientos del Norte durante varios días, por lo que la temperatura y la humedad se elevan, la presión cae lentamente y las condiciones se tornan inestables) y la Sudestada, caracterizada por vientos de entre 90 a 130 km/h, provenientes del sector Sudeste, que actúan en sentido longitudinal al río, los cuales de persistir durante un par de días provocan un aumento del nivel del agua y del oleaje.

2.1.2.2 Recursos Hídricos

Superficiales

El Río de la Plata es receptor natural de los cursos que atraviesan el territorio. La dirección del escurrimiento regional es de sur-suroeste a nor-noreste (SO-NE), siendo los afluentes más importantes el arroyo Jiménez y el Santo Domingo, este último formado por la confluencia de los arroyos San Francisco y Las Piedras.

El San Francisco recorre los partidos de Almirante Brown y Quilmes, posee una longitud de cauce de alrededor de 13 km, una cuenca del orden de los 27 km² y una pendiente promedio de 1,8 por mil, entre sus nacientes (cercanas a la localidad de Glew) y la zona conocida como Cañada de Gaete (zona de bañados), y de 0,2 por mil entre este último punto y el encuentro con el A° Las Piedras.

Nace el arroyo Las Piedras en los partidos de Almirante Brown y Florencio Varela, primero recorre este último y luego ingresa al de Quilmes. El área total de la cuenca es de 123 km², la longitud del curso principal de aproximadamente 20 km, y su pendiente promedio 1,25 por mil, entre las nacientes y la Cañada de Gaete y 0,12 por mil, entre ésta y la unión con el A° San Francisco.

El arroyo Santo Domingo, que como se mencionó surge a partir de los dos anteriores, recorre los partidos de Quilmes y Avellaneda en una longitud cercana a los 7 km, hasta desembocar en el Río de la Plata. A partir del límite entre ambos el curso se encuentra entubado hasta aproximadamente la estación Villa Domínico del Ferrocarril General Roca (F.C.G.R.), donde desagua en el canal Santo Domingo, el cual conduce el escurrimiento hasta el Río de la Plata. La superficie de la cuenca es del orden de los 210 km² y su pendiente media del 1,0 por mil. Además de la propia cuenca, existe un trasvase del arroyo Las Perdices, perteneciente a la cuenca del Sarandí, que aporta también al Santo Domingo.

En la localidad de Bosques nace el arroyo Jiménez, el cual recién en el partido de Berazategui recibe un afluente proveniente de la localidad de Florencio Varela, haciéndose el escurrimiento permanente. Ya en el partido de Quilmes y a la altura de la localidad de Ezpeleta, se bifurca en el cauce natural y el canal Aliviador Jiménez. Posee una cuenca de aproximadamente 80 km² y pendiente media del 2,0 por mil.

El sistema se completa con canales que permiten drenar la zona de bañados comprendida entre las cuencas de los arroyos Santo Domingo y Jiménez (alrededor de 35 km²) la cual no presenta un drenaje bien definido hacia el nivel de base, debido a su escasa pendiente local.

En la Figura 2.2 se muestra la red de drenaje descrita anteriormente.

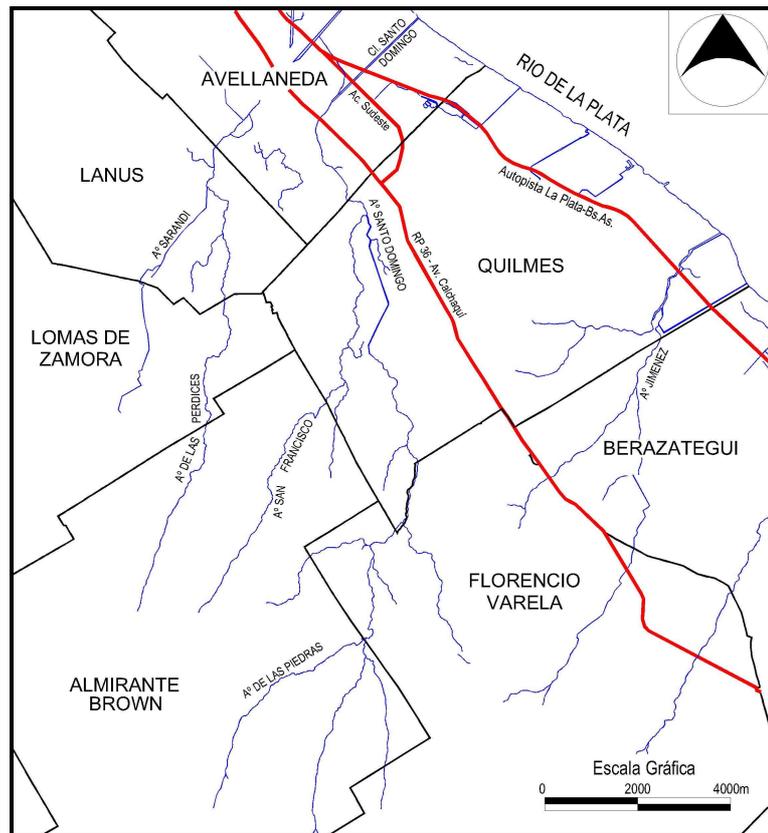


Figura 2.2: Red de drenaje

Subterráneos

De acuerdo con Auge (2003) el área de estudio queda comprendida dentro de la región hidrogeológica Noreste (NE) de la provincia de Buenos Aires, posee una extensión de 31.900 km² (González, 2005) y sus límites son: al NO la provincia de Santa Fe, al NE y SE los ríos Paraná y de la Plata y al SO la divisoria entre las cuencas de los ríos Salado y Samborombón (ver Figuras 2.3 y 2.4).

El cuadro siguiente sintetiza la configuración física del sistema geohidrológico local (González, 2005):

Cuadro 2.1: Configuración física del Sistema Geohidrológico local. Tomado de González (2005)

Unidad Geológica	Litología	Comportamiento Hidrolítico
Pospampeano + Pampeano	Limos, arenas limosas arcillosos. Conchillas	Zona No Saturada Acuífero (freático)
Pampeano	Limos loessoides, limos finamente arenosos, calcáreos	Acuífero (freático) Acuífero (semilibre)
Pampeano (inferior)	Limos arcillosos. Arcillas limosas	Acuitardo

Unidad Geológica	Litología	Comportamiento Hidrológico
F. Arenas Puelches	Arenas medianas a finas, ocasionalmente gruesas	Acuífero (semiconfinado)
Formación Paraná (superior) Formación Paraná (inferior)	Arcillas verdes, verdes-azuladas Arenas medianas a finas, marinas	Acuícludo Acuífero (confinado)
Formación Olivos (superior) Formación Olivos (inferior)	Arcillas rojizas Arenas medianas a gruesas, gravas basales	Acuícludo Acuífero (confinado)
Basamento Hidrogeológico	Basaltos Granitos y gneisses	Acuífugo

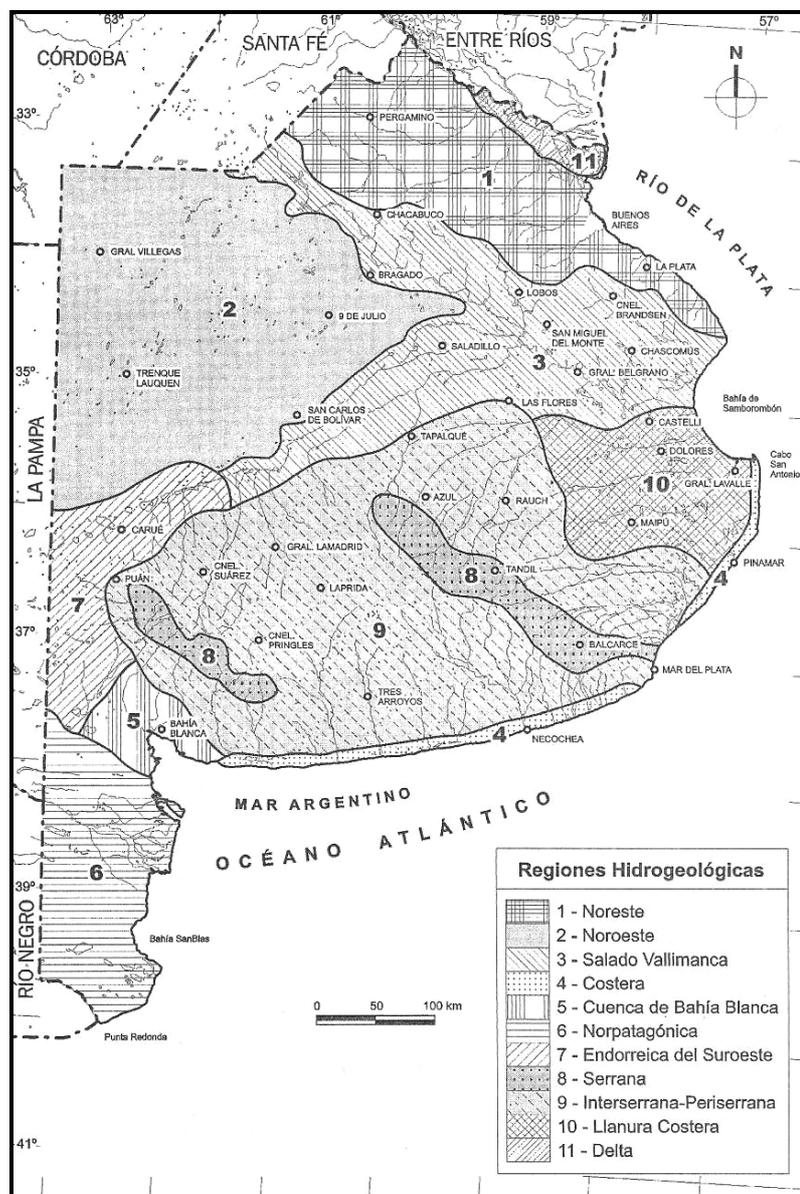


Figura 2.3: Regiones Hidrogeológicas de la provincia de Buenos Aires. Tomado de González (2005)

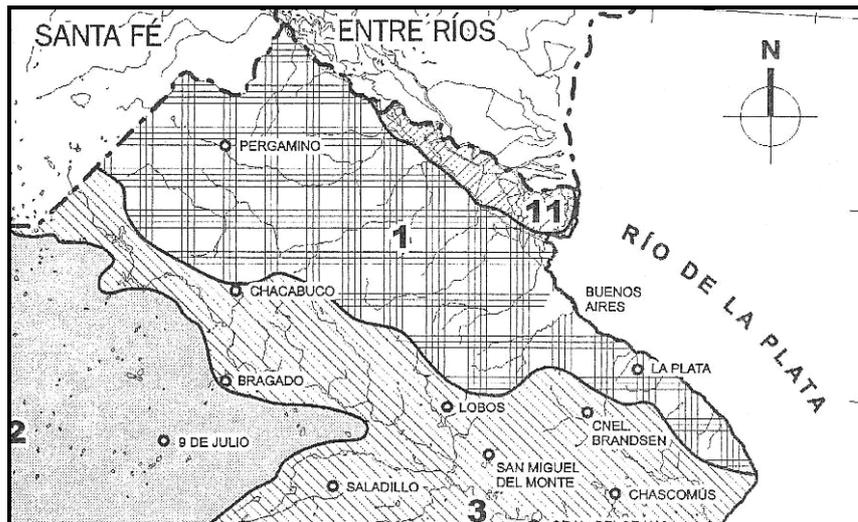


Figura 2.4: Detalle Región Noreste

La hidrogeología puede caracterizarse bajo un modelo conceptual compuesto por una secuencia de acuíferos superpuestos, en donde la interrelación entre las distintas unidades depende de la mayor o menor permeabilidad de los sedimentos que las separan.

Dicha secuencia está integrada por una Zona No-saturada (ZNS), un acuífero superior (freático), un acuífero intermedio (pampeano) y uno inferior semiconfinado, denominado Puelche.

La principal característica que relaciona al sistema es la recarga que se produce por el movimiento de filtración vertical descendente. El acuífero freático y el pampeano se alojan en sedimentos de la Formación Pampeano; el primero de características estrictamente libres y el segundo de carácter semi-libre (Sala y Auge, 1970; Hernández y Sala, 1972).

De acuerdo a sus propiedades hidrogeológicas, Sala y Auge (1969) identifican tres subacuíferos que desde la superficie a profundidad, nominan:

- Subacuífero Epipuelche
- Subacuífero Puelche
- Subacuífero Hipopuelche

Subacuífero Epipuelche

Se encuentra alojado en sedimentos Pampeanos y Postpampeanos. Regionalmente homogéneo, presenta un carácter anisotrópico heterogéneo local, más a causa de las variaciones de la permeabilidad que de la presencia de capas impermeables. Dichos sedimentos están integrados por limos arenosos, algo arcillosos, de color castaño, con intercalaciones calcáreas en forma de nódulos o estratiformes (tosca).

En la base del pampeano se localiza un acuitardo (limos arcillosos, arcilla limosa), coincidente en general con la Formación Ensenada o equivalente, que sirve de techo al acuífero Puelche (González, 2005).

Debido a su posición es el más relacionado con los factores antropogénicos, meteorológicos e hidrológicos superficiales y en consecuencia, es el más afectado por la contaminación y actúa como agente transmisor a las unidades inferiores (EASNE, 1972).

La recarga del acuífero freático y semi-libre Pampeano es autóctona directa, a expensas de excedentes hídricos que superan los 250 mm/año (González, 2005).

Considerando la homogeneidad regional del subacuífero y suponiendo líneas de flujo como tubos de diámetro infinitamente pequeño y uniforme, y un régimen permanente para tiempo despreciable, los caudales que llevan serán constantes en cada uno de ellos (EASNE, 1972).

Su porosidad puede ser estimada en el orden del 10% de acuerdo al tipo litológico dominante. La permeabilidad oscila entre 0,5 y 5 m/día. Considerando la baja pendiente de la capa freática, menor aún que la topográfica, y la porosidad y coeficiente de permeabilidad asumidos, el escurrimiento subterráneo se hace sumamente lento con velocidades efectivas máximas medias que apenas superarán los 50 cm/día (EASNE, 1972).

El acuífero freático y semilibre Pampeano ofrecen en general aguas de buena calidad, con baja salinidad entre 500 y 2.000 mg/l, excepto en la planicie aluvial del Río de la Plata y valles inferiores de los ríos y arroyos principales donde puede alcanzar los 10.000 mg/l (González, 2005).

Asimismo, en la zona de llanura son mayoritariamente bicarbonatadas sódicas, subordinándoseles las bicarbonatadas cálcico-magnésicas. En la Planicie Costera su característica es bicarbonatada - clorurada sódica.

Subacuífero Puelche

El acuífero Puelche yace en toda la región, extendiéndose hacia el Sur hasta más allá del río Salado (Auge et al., 2002) y penetrando en las provincias de Santa Fe, Entre Ríos y Córdoba. La intensa explotación introdujo una fuerte distorsión de la red equipotencial, evidenciada por la existencia de extensos conos de depresión de carácter regional emplazados en el área metropolitana (conurbano) y Gran La Plata. Estas hidroformas antrópicas forzaron un cambio en el sentido de flujo y en el comportamiento de parte de los ríos y arroyos del área, acompañado de intrusión salina desde la planicie aluvial del Río de la Plata y depleción del conjunto freático - semi-libre Pampeano (Auge et al., 2002; González, 2005).

Desde la década de los '80, el desuso de perforaciones de servicio y la importación de agua fluvial produjo la recuperación de los niveles piezométricos y consecuentemente de los freáticos, con efectos de anegamientos en construcciones subsuperficiales y sectores bajos (Hernández y González, 1997, 2000; González, 2005).

Se encuentra alojado en las arenas Puelches, por debajo del acuífero anterior. En uniformidad supera al epipuelche, y considerado regionalmente, es de tipo isotrópico homogéneo en sentido horizontal, mientras que en sentido vertical, presenta cierto grado de anisotropía, debido a la intercalación de lentes de distinta permeabilidad.

Su espesor varía en general entre 20 y 90 m (Auge et al., 2002), aunque en el área objeto de estudio estos límites se encuentran entre los 20 y 30 metros. En su parte inferior limita con un espesor de arcillas marinas verdes - azuladas, correspondientes a la sección superior de la Formación Paraná, de comportamiento acuicludo. (González, 2005)

La porosidad del acuífero puede ser considerada en el orden del 20%, con una permeabilidad promedio de 20 m/día. La transmisividad es relativamente uniforme en toda el área, con valores de 500 m²/día. Los gradientes medios disminuyen desde 2 m/km en el Noroeste hasta 0,8 m/km en el Sudeste, con valores de velocidad y velocidad efectiva de 2×10^{-2} y 1×10^{-2} m/día respectivamente, para el sector noreste (EASNE, 1972).

En el acuífero Puelche la recarga es autóctona indirecta por filtración vertical desde la unidad superior a través del acuitardo, en aquellas posiciones donde su nivel piezométrico resulta negativo (González, 2005). La descarga regional ocurre hacia las cuencas del Paraná, de la Plata y del Salado.

Generalmente sus aguas son de baja salinidad, no superan los 2.000 mg/l, y de tipo bicarbonatadas sódicas. Desmejoran hacia las zonas de descarga con más de 20.000 mg/l evolucionando a cloruradas sódicas (Auge et al., 2002)

Subacuífero Hipopuelche

Contenido en los sedimentos de las series Paraniana y Preparaniana, se posee poca información respecto a su conformación debido a la escasez de perforaciones que lo alumbran.

Está compuesto por arenas verdes a grisáceas, marinas, acuíferas, por debajo de las cuales se hallan arcillas pardo - rojizas continentales, muy plásticas acuicludas y pertenecientes a la Formación Olivos (González, 2005).

Un ensayo de bombeo realizado en Avellaneda, arrojó como resultado una transmisividad de 500 m²/día, y un coeficiente de almacenamiento de 1×10^{-4} , valores similares al Puelche (EASNE, 1972).

Los acuíferos Paraná y Olivos reconocen recarga alóctona, habiéndose demostrado la inexistencia de filtración vertical a través de las arcillas de la Formación Paraná (González, 2005).

2.1.3 Condiciones Urbanas y Ambientales de Villa Itatí

Las "villas miseria", o simplemente "villas" surgen en la Argentina fundamentalmente como consecuencia de la crisis del '30, donde se produce la migración de una importante masa de población desde el interior del país hacia las grandes ciudades (Rosario, Córdoba, Tucumán), muy especialmente hacia la ciudad de Buenos Aires (Capital Federal), atraída por las condiciones laborales más ventajosas que existían en el área metropolitana ("ciudad industrial"), debidas al aumento de la actividad fabril, a partir de la aplicación del modelo sustitución de importaciones, el cual requería abundante mano de obra. Esta migración interna estuvo a su vez favorecida por el trazado de las líneas de ferrocarriles del modelo agroexportador de los años 1880, del tipo radial y con centro en la ciudad de Buenos Aires.

El nombre "villa miseria" deriva de la novela del escritor argentino Bernardo Verbitsky "Villa Miseria también es América" (1957), y según la información recopilada, la primer villa miseria se llamó "Villa Esperanza", se ubicaba en la ciudad de Buenos Aires, y data de 1932. Las características actuales de este tipo de agrupamientos poblacionales, comienza en la década del '40 con la "Villa 31" de Retiro, y es para esa misma década que se estima la aparición de las primeras villas con asiento en el conurbano bonaerense.

Estos movimientos poblacionales son lentos, progresivos y en general tardan varias décadas en consumarse definitivamente, por lo que es difícil determinar una fecha precisa del inicio o creación de la villa y de su completamiento, y sólo es posible referirse a datos originados en la memoria colectiva de sus pobladores.

El caso de Villa Itatí no difiere de estas características, su origen se establece en la década de 1950 (UNQ, 2006), la población original, como se mencionó, provenía del interior del país, pero en este caso con presencia también de países limítrofes. Justamente el nombre de "Itatí" deriva de la fuerte devoción a la Virgen de Itatí que traían incorporada los que migraban desde el litoral.

La población de la villa aumentó simétricamente con la desocupación, consecuencia del cierre de fábricas e industrias de la zona (en su momento Berazategui, Quilmes, Bernal representaban uno de los fuertes polos industriales y fabriles, de mediana y alta concentración de mano de obra), las crisis económicas y los ajustes tanto locales como en otros países de la región.

En particular, los últimos incrementos en su población, de los cuales se pudo ser testigo, se produjeron en los años posteriores a la crisis económica del año 2001, como consecuencia de la combinación entre la desocupación y los fuertes aumentos en los alquileres, y más cercano, entre los años 2007 a 2009 por las ventajas económicas comparativas de la Argentina actual con otros países limítrofes, en particular Paraguay.

En 1968, el Ministerio de Bienestar Social implementó su “Plan de erradicación de las villas de emergencia de la Capital Federal y del Gran Buenos Aires”, la muestra del único intento de implementación de este Plan en Villa Itatí es el complejo habitacional (monoblocks) que se ubica sobre calle Ayacucho, compuesto por 250 departamentos de 60 m².

Dentro de la Villa Itatí funcionan las siguientes instituciones comunitarias:

- Centros de Alfabetización
- Capilla Nuestra Señora de Itatí. Pampa y Falucho
- ANAVI
- Asociación Civil Ángel Antonio
- Asociación Civil de Cartoneros de Villa Itatí
- Centro Comunitario La Casita de la Cava
- Comisión Padres de Guardería
- ETIS (Equipo de Trabajo e Investigación Social)
- Institución Salesiana Ntra. Sra. de Lujan. Parroquia San Juan Bosco
- Itatí Azul Unidos

Centros de Salud:

- Unidad Sanitaria Villa Azul
- Unidad Sanitaria Villa Itatí II
- Unidad Sanitaria El Progreso

Centros de Educación de gestión estatal (en inmediaciones de Villa Itatí)

- Jardín de Infantes N° 982 - N° 983 y N° 990
- Escuela Primaria N° 21 - N° 31 y N° 42
- Escuela Polimodal N° 1 y N° 12
- Escuela Secundaria Básica N° 9 - N° 52 y N° 84
- Centro de Adultos N° 722/08
- Escuela de Adultos N° 708
- Escuela Especial N° 507

Villa Itatí se encuentra, dentro del partido de Quilmes, en la localidad de Don Bosco. Este asentamiento abarca desde el Acceso Sudeste a la ciudad de Buenos Aires, hasta la calle Montevideo, y desde la calle Ayacucho hasta calle Levalle, con una superficie de 55,8 hectáreas.

Una vista aérea de Villa Itatí, puede verse en la Foto 2.1, en la cual también se han indicado sus límites, según los establece el Municipio.

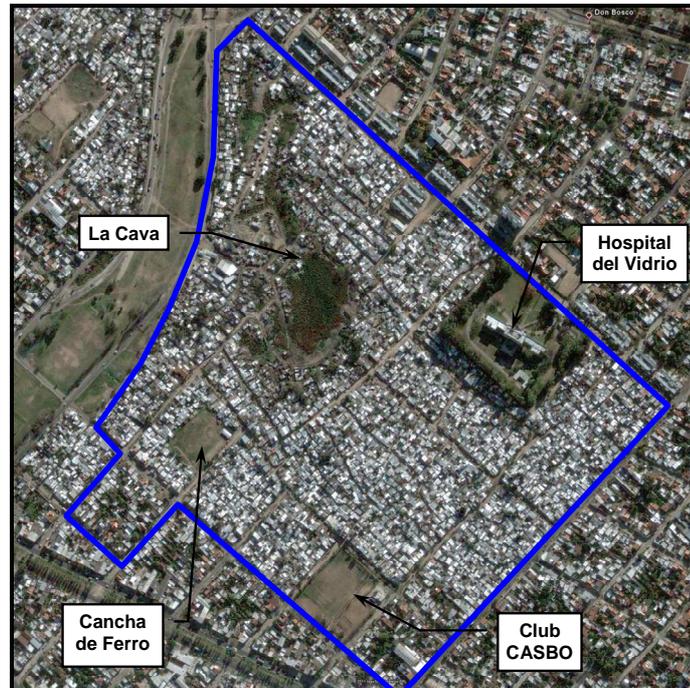


Foto 2.1: Vista aérea de Villa Itatí

Como puede observarse en la imagen, el área se encuentra casi en su totalidad urbanizada, destacándose como áreas verdes o abiertas, las correspondientes al sector denominado La Cava, el predio perteneciente al Hospital del Vidrio, ubicado frente a la calle Ayacucho, una manzana sin construir que hace las veces de plaza (en el barrio conocida como “cancha de Ferro”), ubicada entre las calles Pampa y Los Andes, y otro predio libre, cercano a la Av. Dardo Rocha, perteneciente al Club CASBO.

En la Figura 2.5 se muestra la ubicación del asentamiento dentro del partido de Quilmes.

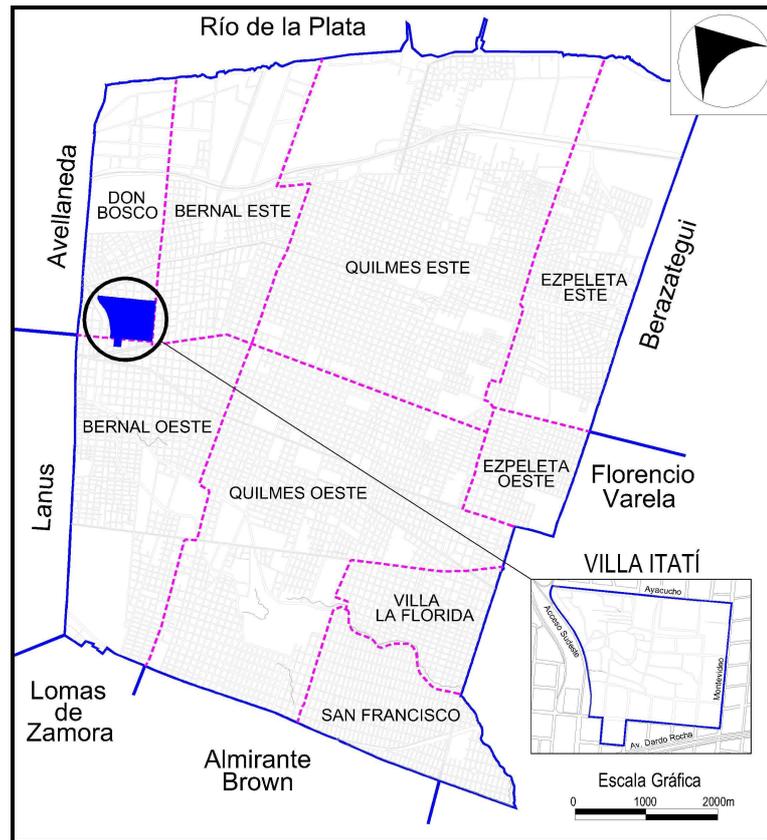


Figura 2.5: Ubicación de Villa Itatí en el partido de Quilmes

Desde el punto de vista del drenaje superficial, Villa Itatí pertenece a la cuenca del arroyo Santo Domingo, descrito en el Punto 2.1.2.2. En la Figura 2.6, se muestra la posición dentro de la cuenca.

Salvo en los límites externos de Villa Itatí, las calles internas son de forma irregular, típicas de estas zonas de asentamientos espontáneos y precarios, donde la urbanización no responde a parámetros parcelarios ordenados. Las calles y avenidas perimetrales poseen pavimento (en general de hormigón) y el resto son de tierra, de anchos variables, incluso muchas de ellas simplemente callejuelas o pasillos de uso sólo peatonal, ya que no permiten el tránsito vehicular.

El Municipio de Quilmes, a través de la Secretaría de Desarrollo Social, el Ministerio de Desarrollo Social de la Nación y el Consejo Nacional de Políticas Sociales de la Presidencia de la Nación, realizó entre junio de 2009 y marzo de 2010 el Censo Social Quilmes, cuyo principal objetivo fue el de identificar los hogares en situación de vulnerabilidad social y recabar información estratégica que permita elaborar un Plan de Inversión Plurianual enfocado a solucionar los principales problemas sociales de Quilmes, mejorar las decisiones de políticas públicas, aumentar la eficiencia y la inversión social en cada barrio. El relevamiento fue realizado por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y la Universidad Nacional de Lanús (UNLA), según el Censo Social (2010).

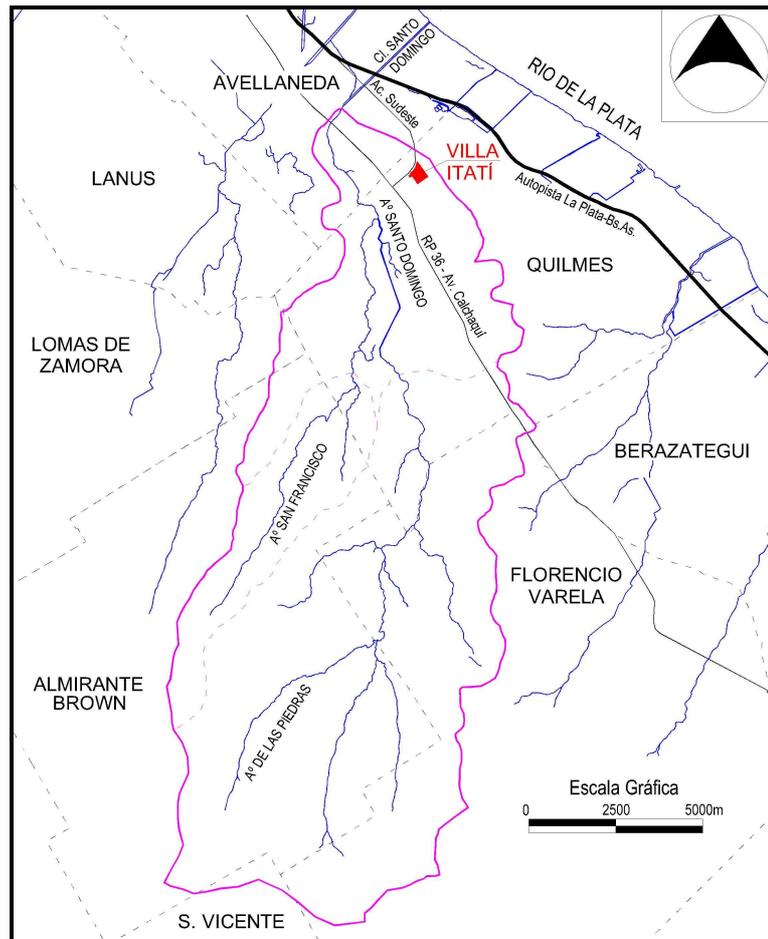


Figura 2.6: Ubicación de Villa Itatí en la cuenca del arroyo Santo Domingo

Para este censo se seleccionaron una treintena de zonas consideradas más vulnerables del Municipio, entre las cuales se encontraba Villa Itatí, y cuyos resultados más relevantes para el presente trabajo se resumen a continuación.

Población

La población censada en Villa Itatí alcanzó a 9.585 habitantes, la cual representa el 9,6% de la población vulnerable censada y el 1,65% de la población total del Municipio. Se distribuye de la siguiente manera.

Tabla 2.6: Distribución de población en Villa Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010

Varones	Mujeres	Años						
		0-4	5-9	10-14	15-24	25-44	45-64	+65
%	%	%	%	%	%	%	%	%
50,4	49,6	13,5	11,6	11,2	19,7	25,9	13,4	4,6

Hogares

La cantidad de hogares censados en Villa Itatí fue de 2.329, con las siguientes características:

Tabla 2.7: Características de los hogares. Censo Social Quilmes, 2010

Promedio de personas en el hogar	Promedio de menores de 18 en el hogar	Hogares sin menores	Hogares con solo adultos de 65 años
4,2	1,8	27,8%	4,7%

Como dato positivo encontramos que los hogares nucleares, esto es, aquellos en los que ambos cónyuges están presentes en la organización familiar son los predominantes, llegando al 70% de la población en situación de vulnerabilidad social.

Viviendas

Respecto a las condiciones de las viviendas, los resultados del Censo indicaron:

Cuadro 2.2: Condiciones de las viviendas. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010

Hogares en viviendas deficitarias (más de 7.000 habitantes)	84,3%
Hogares sin inodoro con descarga de agua (más de 4.500 hab.)	67,1%
Hogares sin acceso a agua de red pública	1,4%
Hogares con acceso a agua fuera de la vivienda	23,5%
Hogares con acceso a agua fuera del terreno	3,2%
Hogares con hacinamiento (más de 3 personas por cuarto)	16, 8%
Hogares sin acceso a cloaca (más de 6.400 hab.)	95,1%
Hogares no propietarios de la vivienda y terreno	93,6%
Hogares sin acceso a servicios de energía eléctrica	0,3%
Hogares sin acceso a gas de red	98,3%

Para poner en contexto estos valores, cabe mencionar que los barrios relevados que no disponían del desagüe a red cloacal afectaban a 20.891 viviendas. La incidencia de este indicador al interior de cada barrio, oscila entre el 85% y el 98% del total de viviendas.

Pobreza

*Tabla 2.8: Población pobre en Villa Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010.
 NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas*

Pobreza por Ingresos		Pobreza Estructural	
Población pobre	Hogares pobres	Población con NBI	Hogares con NBI
36,8%	29,3%	88,9%	87,5%

Cabe recordar que el NBI correspondiente a todo el Municipio de Quilmes es del 14%.

Según los datos de ingresos declarados, el 40% de la población en situación de vulnerabilidad social no cuenta con los suficientes para cubrir los requerimientos alimentarios básicos necesarios, el 13% de ellos se encontraba en la pobreza extrema (indigencia). El mismo censo aclara que al momento de ser realizado recién se estaba implementando la Asignación Universal por Hijo (AUH) por lo cual los datos de pobreza por ingreso presentados no contemplan el impacto de la AUH en los ingresos declarados.

Salud

Cuadro 2.3: Uso del sistema de salud pública en V. Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes, 2010

Población usuaria del sistema de salud público exclusivamente	70,6%
Menores de 18 usuarios del sistema de salud público exclusivamente	74,0%
Población mayor de 65 usuaria del sistema de salud público exclusivamente	30,5%
Población con alguna discapacidad permanente	5,7%

Los resultados correspondientes al total de los barrios censados, indicaron que dos tercios de la población en situación de vulnerabilidad social son potenciales usuarios del sistema público de salud, ya que manifiestan no disponer de cobertura de obra social o servicio medico prepago.

Educación

Cuadro 2.4: Datos de escolaridad en Villa Itatí. Fuente: Censo Social Quilmes. 2010

Tasa de escolaridad de niños de 6-14 años	97,1%
Asistencia con rezago al nivel primario	14,7%
Asistencia con rezago al nivel medio	36,2%
Adolescentes de 14 años que asisten a primaria	18,0%
Adolescentes que no asisten al nivel medio y no completaron el nivel	34,7%
Jóvenes de 20-24 años con menos de 12 años de escolaridad	71,9%

Según este relevamiento, los niveles de escolaridad de la población en situación de vulnerabilidad social en la escuela primaria, no distan de los valores medios provinciales.

Inserción Laboral

*Cuadro 2.5: Tasa de desempleo en Villa Itatí. Fuente:
Censo Social Quilmes, 2010*

Tasa de actividad	37,5%
Tasa de empleo	32,2%
Tasa de desempleo	13,9%
Tasa de actividad (jefe de hogar)	74,5%
Tasa de empleo (jefe de hogar)	66,3%
Tasa de desempleo (jefe de hogar)	11,0%
Jóvenes 15 a 18 que no estudian ni trabajan	22,5%
Jóvenes 19 a 24 que no estudian ni trabajan	42,1%

La tasa de desempleo, cercana al 14% en Villa Itatí, y la de desocupación de los jefes de Hogar, del 11%, se correlacionan con la del AMBA en general, con valores de 8,8% y 5,3% respectivamente.

2.1.3.1 La Cava de Villa Itatí

El sector denominado La Cava, está enclavado dentro de Villa Itatí y corresponde al área comprendida por las calles Ayacucho, Chaco, Falucho y el Acceso Sudeste, y su nombre deriva de la excavación realizada para la extracción de material de préstamo (comúnmente denominado "tosca" en el ámbito de la obra civil), destinado a la construcción del Acceso Sudeste a la Ciudad de Buenos Aires. "La Cava" es básicamente la urbanización de esa excavación y su periferia.

Las tierras de este sector del asentamiento pertenecerían a la Dirección Nacional de Vialidad, y en ella se instaló el obrador de la Empresa Constructora Sánchez Granel Ingeniería, que en el año 1971 comenzó con la construcción del acceso vial, inaugurado el 15 de diciembre de 1978.

En la siguiente Figura 2.7 se muestra la ubicación de La Cava respecto de Villa Itatí.

Esta zona comprende una superficie estimada de 15,8 hectáreas y se caracteriza por sus construcciones precarias ubicadas sobre los taludes (paredes) y fondo de la excavación, la falta de calles vehiculares, la circulación por pasillos tortuosos, zanjas abiertas y carencia de los servicios públicos básicos (agua potable, cloacas, gas, luz y recolección de residuos).

Por su propia característica (una excavación) confluyen en La Cava aguas de diferentes orígenes y calidades, las cuales al no ser captadas por los sistemas adecuados (red de desagües pluviales y cloacales), permanecen o escurren lentamente por superficie, generando como consecuencia que los habitantes convivan con un medio húmedo permanente y en grave situación sanitaria.



Figura 2.7: Ubicación de La Cava en Villa Itatí

En este sector en particular, son válidos todos los parámetros socio habitacionales descriptos en el punto anterior para Villa Itatí en general, sobre todo lo referente a la falta de red de desagües cloacales, precaria conexión a la red de agua potable, dentro y fuera de la vivienda, inexistencia de red de gas natural, tendido eléctrico totalmente inseguro y caótico y falta de un sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios ordenado. En La Cava se encuentran los mayores porcentajes de nivel de pobreza y vulnerabilidad asignables a Villa Itatí.

La parte baja está conformada por un cuerpo de agua tipo lagunar, que recibe efluentes superficiales (precipitación, aguas servidas domiciliarias, desagües pluviales) y subterráneos. En esta zona más baja se encuentra instalada una estación de bombeo que permite, en buena medida, mantener controlado el nivel de agua dentro de la misma. El bombeo se realiza hacia un conducto pluvial existente y la bomba es operada por la Asociación de Cartoneros, conjuntamente con la Municipalidad de Quilmes, quien está a cargo de su mantenimiento.

Como puede observarse en las Fotos 2.2 y 2.3, este cuerpo de agua constituye un humedal cubierto en su totalidad por vegetación palustre dominada por “Totoras” (género *Typha*), característica de este tipo de ambiente con importante presencia de nutrientes.



Foto 2.2: Laguna vegetada en la parte baja de La Cava



Foto 2.3: Laguna vegetada en la parte baja de La Cava

A partir de datos aportados por los vecinos, pudo conocerse que los primeros pobladores llegaron a la zona de Villa Itatí alrededor del año 1963, y hacia el año 1976 se comenzó a poblar lo que ellos denominan “abajo”, refiriéndose a la zona de la cava propiamente dicha.

En el año 1985, La Cava, registra su primera inundación importante, con origen en un período de fuertes precipitaciones, lo que derivó en la construcción y colocación del primer equipo de bombeo, actualmente reemplazado por la estación de bombeo mencionada que cumple un rol fundamental, bajo diferentes puntos de vista, por ello, en el Capítulo 3.1.7 se desarrollará más extensamente sobre el particular.

Una de las actividades económicamente más activa del sector es la recolección, fraccionamiento y venta de papel, cartón, vidrio, hierro, plástico, etc., la cual está en parte

canalizada y organizada por la Asociación de Cartoneros de Villa Itatí, cooperativa surgida hace 10 años por iniciativa de los "carreros" de La Cava, como alternativa al abuso en el precio individual de compra a que eran sujetos en los depósitos locales existentes.

Como es común en esta actividad, el producto del "cartoneo" se manipula, selecciona y clasifica en las casas, con intervención del grupo familiar y bajo ninguna pauta mínima de seguridad. En este sentido, la Asociación logró a lo largo de este tiempo, mejorar este aspecto, incorporando elementos y procedimientos más seguros para el cuidado en el manejo de los residuos sólidos.

Otra consecuencia de esta actividad es la generación de pequeños basurales que se extienden por distintos espacios libres o en la proximidad de las viviendas, lo cual ha llevado a trabajar junto con la Municipalidad, en la colocación de contenedores, pero por diversos motivos, el resultado no ha sido satisfactorio.

Todo esto hace que el contexto socioeconómico del área sea de un importante grado de pobreza (por ingreso y estructural), de precariedad habitacional, sanitaria, ambiental y de infraestructura.

2.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS

2.2.1 *Recopilación de Antecedentes*

Se realizó la recopilación de antecedentes cartográficos, planialtimétricos, topográficos y de fotografías aéreas e imágenes satelitales, con el objeto de poder conformar una documentación gráfica y una planialtimetría de base adecuada para la delimitación de cuencas de aporte superficial, el análisis de la conformación topográfica de la zona de estudio, y su evolución temporal.

En particular se procuró la siguiente información:

- Carta IGN 3557-13-1 "Lanús".
- Carta Topográfica "Wilde", M.O.P., Dirección de Geodesia, Provincia de Buenos Aires, 3557-13-1-III-C. Año 1973. Escala 1:5.000.
- Fotografía aérea Geodesia – Último vuelo Año 1998. Escala 1:20.000.
- Propuesta de Urbanización Barrio Itatí. Comisión de Tierras Fiscales Nacionales, Programa Arraigo, Ministerio de Desarrollo Social de la Nación, en formato digital.
- Relevamiento planialtimétrico OSN en formato digital.
- Imágenes actuales e históricas provistas por Google Earth.

Se seleccionaron y analizaron antecedentes hidrogeológicos, hidrológicos, hidráulicos, y de descripciones del sistema antrópico (infraestructura, ambiente urbano, socioeconómico y cultural, núcleos poblacionales, etc.), que permitieron caracterizar el área de estudio, y delinear el funcionamiento del sistema hidrológico subterráneo, superficial y medioambiental urbano, a nivel de modelo conceptual.

Los datos meteorológicos utilizados en el cálculo del balance hidrológico fueron obtenidos de registros, actuales y antecedentes, de precipitaciones diarias provenientes del Servicio Meteorológico Nacional, en particular de las estaciones Observatorio Villa Ortúzar y Aeroparque Buenos Aires.

Asimismo se consultó el sitio web www.clima.meteored.com, el cual proporciona información detallada del clima en diversos puntos del planeta, a partir de la publicación de datos meteorológicos provenientes de estaciones oficiales, entre los que se incluyen temperatura media, máxima y mínima diaria, velocidad del viento, presión atmosférica, precipitación total de 24 hs, además de ráfaga de viento, presencia de granizo, nieve y niebla.

Para el control del tiempo de funcionamiento de las bombas que regulan el nivel de agua en La Cava, se estableció un registro diario de encendido y apagado de las mismas, el cual estuvo

a cargo de miembros de la Asociación de Cartoneros de Villa Itatí, quienes también se encargan del mantenimiento de la estación de bombeo.

Complementariamente se realizó un análisis socio-ambiental de Villa Itatí y de La Cava misma, por medio de entrevistas y toma de contacto con personajes clave de la misma, entre ellos, el presidente de la Asociación de Cartoneros, responsables de la unidad sanitaria y comedor comunitario, docentes, referentes políticos, integrantes de las congregaciones religiosas que trabajan en la villa, etc.

Por otra parte, se cuenta para sí, y para el abordaje del análisis del problema, en lo que se refiere más a su alcance socio ambiental, con la experiencia adquirida a lo largo de estos diez años, en el acompañamiento de la formación y desarrollo de la mencionada Asociación de Cartoneros; la participación en su representación ante entes técnicos de gobierno, en diferentes circunstancias y problemáticas concretas del barrio; como así también el conocimiento vivencial, particularmente en el sector de La Cava, a partir del acercamiento mutuo con sus vecinos, referentes y fuerzas vivas.

Por último, se recopiló documentación técnica de informes, estudios y proyectos, realizados en el área por organismos públicos y privados, como ser, el "Censo Social Quilmes 2010" elaborado por el Municipio de Quilmes, el documento "Quilmes: Diagnóstico sobre las condiciones urbanas y ambientales" realizado por la Universidad Nacional de Quilmes en el año 2006 y el "Proyecto de drenajes y forestación de Villa Itatí", de la Consultora Hidra, año 1992.

2.2.2 Balance Hidrológico. Concepto - Definición de Variables

El balance hídrico, según lo establecen Custodio y Llamas (1983), no es más que la aplicación del principio de la conservación de la masa (ecuación de continuidad) a una cierta región definida por ciertas condiciones de contorno.

Para su realización, en este trabajo de Tesis, se utilizó un modelo bajo régimen no permanente, del tipo:

$$\text{Ingresos} - \text{Egresos} = +/- \text{Variación del Almacenaje}$$

Esto es, la diferencia entre el total de las entradas y el total de las salidas, en el período de tiempo considerado, debe ser igual a la variación en el almacenamiento en este caso expresado como volumen, dado que se puede considerar como constante el valor de densidad.

La ecuación general del balance hídrico para una región dada, en un cierto intervalo de tiempo, es de la forma:

$$P + A_{fsp} + A_{fsb} + A_i - E_{vt} - E_{fsp} - E_{fsb} - A_e = \pm \Delta S_{sp} \pm \Delta S_{sb}$$

Donde:

P : Precipitación

A_{fsp} : Afluencia superficial

A_{fsb} : Afluencia subterránea

A_i : Agua importada

E_{vt} : Evapotranspiración

E_{fsp} : Efluencia superficial

E_{fsb} : Efluencia subterránea

A_e : Agua exportada

ΔS_{sp} : Variación del almacenamiento superficial

ΔS_{sb} : Variación del almacenamiento subterráneo

Previo al análisis en particular de las metodologías propuestas para la evaluación de cada uno de los parámetros de la ecuación, es importante mencionar que las características propias del área de estudio, hacen muy dificultosa la toma de datos continuos o la implementación de elementos de medición, por lo cual se entiende que la mejor manera de llegar a interpretar el balance hídrico de la cuenca es el propuesto por Hernández (1993) cuando sostiene que *"La manera de aproximarse al mejor conocimiento del sistema es sin duda la que parte del camino de lo general a lo particular, pero recurriendo a la convergencia de evidencias. Es decir, utilizando múltiples indicadores diagnósticos de tal forma que cuanto más de ellos apunten a un juicio técnico, menor será el umbral de incertidumbre en la valoración. No existen por lo tanto conclusiones en sentido estricto, sino aproximaciones plausibilísticas que serán más certeras en cuanto la incertidumbre es menor."*

Para el caso particular de La Cava de Villa Itatí, el mismo conforma un sistema endorreico, formado por una cuenca urbana cerrada sin afluentes superficiales, en la cual todos los aportes tienen como destino final el espacio lagunar ubicado en la parte más baja, por lo que la ecuación general toma la forma:

$$Pe + A_{fsb} + A_i - E_{vt} - A_e = \pm \Delta S_{sp}$$

Conforme a la expresión resultante, los parámetros a definir en el balance fueron:

Precipitación Efectiva "Pe"

Para el cómputo del balance hídrico interesa la fracción de la precipitación total que es capaz de escurrir superficialmente y llegar a la laguna. Esta precipitación es la denominada efectiva "Pe" (en hidrología también "neta" o "exceso de precipitación"), expresada comúnmente en altura de lámina de agua [mm], la cual multiplicada por el área de la cuenca permite obtener el volumen efectivamente precipitado, en el tiempo considerado [m³/día]

La determinación de la precipitación efectiva o neta, se calculó mediante la aplicación del Método del CN o Número de la Curva, desarrollado por el Soil Conservation Service (S.C.S., actualmente NRSC, Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de los EEUU).

Dicha metodología calcula las precipitaciones efectivas, a partir de la clasificación del terreno según los tipos de suelos que lo componen, y su cobertura vegetal o usos específicos.

El S.C.S. ha generado una técnica para la determinación del Coeficiente CN o Número de la Curva, que define la capacidad del suelo de retener e infiltrar parte de la precipitación. El CN, es un valor adimensional variable entre 1 y 100, que se haya tabulado para cuatro tipos de suelo de distinta capacidad de infiltración, y para una gran variedad de usos agrícolas y urbanísticos, lo que modifica tal capacidad.

Los suelos del Grupo A, comprenden las arenas profundas, con muy poca arcilla y limo, o loes permeables. Los del Grupo B, los suelos arenosos poco profundos de deposición eólica y marga arenosa. Los del Grupo C, incluyen margas arcillosas, suelos con bajo contenido orgánico y altos contenidos de arcilla. Los suelos del Grupo D, se corresponden con arcillas expansivas y ciertos suelos salinos.

Obtenido el CN, se puede calcular la precipitación neta, mediante la expresión:

$$Pe = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

con

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

donde:

- P*: precipitación total [pulg]
- Pe*: precipitación efectiva o neta [pulg]
- S*: retención potencial máxima [pulg]
- CN*: número de curva [-]

El método permite también ajustar el valor del CN para distintas clases de humedad antecedente (grupos AMC), según las siguientes proporciones:

Tabla 2.9: Grupos AMC del Método del SCS

Grupo AMC	Lluvia antecedente total de 5 días en estación inactiva	Lluvia antecedente total de 5 días en estación activa
I	menor que 0,5" (12,7 mm)	menor que 1,4" (35,6 mm)
II	de 0,5" a 1,1" (27,9 mm)	de 1,4" a 2,1" (53,3 mm)
III	más de 1,1"	más de 2,1"

Las clases I y III se expresan en función de la clase II que representa una condición media de humedad:

$$CN(I) = \frac{4,2CN(II)}{10 - 0,058CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(II)}$$

Por último, para el cálculo descripto anteriormente es necesario contar con el dato diario de precipitación, el cual fue obtenido de los registros de la estación meteorológica Aeroparque Buenos Aires, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Es importante mencionar, que en este caso, la aplicación del método del SCS presenta una limitación metodológica, ya que fue desarrollado para eventos aislados de precipitación, y no para la simulación continua, como es el caso propuesto de balance hidrológico a paso de tiempo diario. Este método no simula la curva de secado del suelo entre eventos, y por lo tanto no admite la continuidad del cálculo. Sin embargo, se entiende que las condiciones propias de la zona de estudio en lo que respecta al tipo de suelo y estados de saturación, las cuales se describen a lo largo del trabajo, hacen que su aplicación resulte posible.

Afluencia Subterránea "Afsb"

La afluencia de escurrimiento subterráneo, o en otras palabras, el flujo de agua que transita el medio poroso e ingresa a la laguna estará regido por la Ley de Darcy.

Esta Ley establece que:

$$Q_{sb} = K \cdot A \cdot i$$

donde:

Q_{sb} : caudal subterráneo [m³/día]

K : permeabilidad [m/día]

i : gradiente hidráulico

A : área de ingreso del flujo subterráneo [m²]

El área de pasaje del flujo por el medio poroso mencionado puede expresarse de la forma:

$$A = m \cdot e$$

con:

m : ancho s/ curva isofreática [m]

e : espesor saturado [m]

siendo que al producto de " K " por " e " se lo denomina Transmisividad " T " [m²/día], finalmente, puede expresarse al escurrimiento subterráneo como:

$$Q_{sb} = T \cdot m \cdot i$$

El gradiente hidráulico "i", se obtiene en función de la diferencia de altura hidrostática entre dos pozos de observación, separados una distancia "L":

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

Agua importada "Ai"

El agua importada, o que ingresa al sistema no naturalmente, es la que tiene origen en las conexiones a la red de provisión de agua potable, cuyo volumen expresado en [m³/día], es función de la dotación adoptada, del coeficiente de vertido "Cv", y de la población involucrada.

El excedente del consumo humano y doméstico se puede calcular mediante la relación:

$$Q_i = \frac{C_v \cdot D \cdot P_{ob}}{1000}$$

siendo:

Q_i: volumen de agua importada [m³/día]

D: dotación de agua potable [litros hab/día]

P_{ob}: población o número de personas que aportan al sistema [hab]

Como parte de esta variable del balance, se deberá tener en cuenta también el volumen de agua que ingresa como consecuencia de las pérdidas en el tendido precario de la red de agua potable, las cuales, para el caso estudiado, no son menores.

Evapotranspiración "Evt"

La evapotranspiración es el resultado del proceso por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso, y directamente, o a través de las plantas, vuelve a la atmósfera en forma de vapor. La evapotranspiración es la suma de los fenómenos de evaporación y transpiración, y el término sólo es aplicable correctamente a una determinada área de terreno cubierta por vegetación (Custodio y Llamas, 1983).

La evapotranspiración a tener en cuenta en el balance hídrico, será aquella que se produzca sobre el área de la laguna, donde se cumple que las condiciones de humedad y cobertura vegetal son óptimas, de manera que la "Evt" sea la máxima, es decir, se corresponda con la evapotranspiración potencial "Ep" (Thornthwaite, 1948).

La evapotranspiración potencial se propone determinarla mediante el Método de Thornthwaite - Mather (1955), basado en la expresión:

$$Ep = 16 \cdot \left(\frac{10t}{I} \right)^a$$

donde:

Ep: evapotranspiración potencial [mm/mes]

t: temperatura media mensual [°C]

i: índice calórico mensual

I: suma de los índices calóricos (*i*) del año

$$a = 0,000000675I^3 - 0,0000771I^2 + 0,01792I + 0,49239$$

Para la aplicación del método, pero con un paso de cálculo diario, se siguieron los lineamientos indicados por dichos autores (Thorntwaite y Mather, 1967).

Los valores obtenidos son luego ajustados de acuerdo a las horas de insolación diaria (función de la latitud del lugar), y número real de días de cada mes.

La evapotranspiración potencial así obtenida, será contrastada con la calculada por el método de Hargreaves (Hargreaves y Riley, 1985; Hargreaves y Samani, 1991) que permite estimar también la evapotranspiración potencial diaria.

El método calcula la *ETp* o *ETo* mediante la expresión:

$$ETo = 0,0023 \times Ra \times (Tm + 17,8) \times \sqrt{(T \max - T \min)}$$

siendo:

ETo: evapotranspiración potencial [mm/día]

Ra: radiación extraterrestre [mm/día]

Tm: temperatura media diaria [°C]

Tmax: temperatura máxima diaria [°C]

Tmin: temperatura mínima diaria [°C]

Los datos de temperaturas máximas, mínimas y medias, a ser utilizados en las expresiones, también fueron obtenidos de los registros de la estación meteorológica SMN Aeroparque mencionada anteriormente.

Agua exportada "Ae"

El volumen de agua exportada del sistema estará dado fundamentalmente por el caudal extraído diariamente por la estación de bombeo, expresado en [m³/día]. Esta variable ha sido determinada a partir de las características y curvas de funcionamiento de los equipos de bombeo y los registros diarios de horas de marcha de las bombas.

Dado que los equipos (moto-bomba centrífuga) son tres, entonces el volumen total de agua desalojada o bombeada al exterior del sistema, se puede calcular por la expresión:

$$Qb = \sum_1^3 q_b i \times Nhi$$

donde:

Qb : caudal de agua extraída por bombeo [$m^3/día$]

$q_b i$: caudal erogado por la bomba "i" [m^3/h]

Nhi : número de horas diarias de funcionamiento de la bomba "i" [hs/día]

Variación del almacenamiento superficial " ΔSsp "

En base a la cartografía de base, las imágenes satelitales y el relevamiento altimétrico se estimó la capacidad actual de almacenamiento superficial de la laguna.

También se utilizaron trabajos antecedentes realizados en la zona y la experiencia de los pobladores de La Cava en la determinación de los niveles alcanzados en diferentes circunstancias, en las cuales el bombeo no ha funcionado o las precipitaciones fueron intensas.

Con los parámetros así definidos la ecuación del balance hídrico queda expresado como:

$$Pe + Qsb + Qi - Evt - Qb = \pm \Delta Ssp$$

Dado que se posee información diaria de los ingresos y egresos más relevantes, esto es la precipitación y el caudal de bombeo, se propuso un paso de cálculo diario y el período considerado coincidente con el de registro de datos, es decir, 270 días (nueve meses).

Para el sector del suelo natural, dado que está densamente urbanizado y los pocos espacios libres lo constituyen rellenos antrópicos, no se considerará como superficie donde puedan manifestarse claramente fenómenos de evapotranspiración y/o infiltración, entendiendo que estas abstracciones son tenidas en cuenta en la determinación de la precipitación neta.

El balance se concretó en términos de volumen [m^3] de agua que ingresa o egresa al sistema a lo largo de un día, para lo cual se determinaron las áreas de aporte de precipitación directa y la superficie lagunar capaz de evapotranspirar.

2.2.3 Calidad del Agua

Con el objetivo de evaluar la calidad del agua, su carga de contaminantes, características y componentes, se realizó una serie de tomas de muestras en lugares previamente determinados, de manera que fueran representativos del objetivo planteado y que a su vez fuera factible contrastarlos para obtener una mayor información comparativa.

A las muestras obtenidas se les realizaron los siguientes análisis:

Bacteriológicos

Tabla 2.10: Análisis Bacteriológicos realizados a las muestras de campo

Determinación	Técnica	Método
- Bacterias coliformes totales	Método de tubos múltiples	SM-9221
- Bacterias coliformes termorresistentes	Método de tubos múltiples	SM-9221
- Pseudomonas	Método de tubos múltiples	SM-9230 F

Fisicoquímicos

Tabla 2.11: Análisis Fisicoquímicos realizados a las muestras de campo

Determinación	Técnica	Método
- pH	Potenciométrico	SM-4500-H+B
- Cloruros	Argentométrico. Método de Mohr	SM-4500-CI
- Calcio	EDTA Titrimétrico	SM-3500-Ca B
- Sulfatos	Nefelométrico	SM-4500-SO ₄ ⁻ E.
- Magnesio	Método de cálculo	SM-3500- Mg B.
- Demanda química de oxígeno	Método de reflujo abierto	SM-5220 B
- Demanda bioquímica de oxígeno	Método de Incubación	SM-5210 B
- Nitrógeno Total Kjeldhal	Macro Kjeldahl	SM-4500-N
- Bicarbonatos	Titrimétrico	SM-2320 B
- Nitrógeno Amoniacal	Destilación y Titulométrico	SM-4500-NH ₃ C
- Carbonatos	Titrimétrico	SM-2320 B
- Fósforo Total	Colorimétrico de Ácido Ascórbico	SM-4500 PE
- Conductividad	Conductimétrico	SM-2510 B.
- Sust. activas al azul de metileno	Espectrofotometría UV Vis	SM-5540-C
- Sólidos totales a 105 °C	Gravimétrico	SM-2540 B.
- Nitratos	Espectrofotométrico UV	SM-4500-NO ₃ ⁻ B.
- Nitritos	Colorimétrico	SM-4500-NO ₂ B
- Sodio	Fotometría de emisión de llama	SM- 3500-Na B.
- Potasio	Fotometría de emisión de llama	SM-3500-K B.
- Sólidos suspendidos totales	Gravimétrico	SM-2540 D
- Sólidos suspendidos fijos	Gravimétrico	SM-2540 E
- Sólidos suspendidos volátiles	Gravimétrico	SM-2540 E

Metales Pesados

Tabla 2.12: Determinación de Metales Pesados realizados a las muestras de campo

Determinación	Técnica	Método
- Cadmio	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
- Cromo	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
- Plomo	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
- Mercurio	Espectrofotometría de Absorción	SM-3112 B

Los análisis descriptos se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria (LIS) del Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería – UNLP. Los resultados fueron cotejados con las normas, regulaciones y legislación vigente, referente a las condiciones de calidad fisicoquímica y microbiológica que deben cumplir los cuerpos de agua con exposición humana, ya sea directa o indirecta.

2.2.4 Diagnóstico Ambiental

El diagnóstico ambiental se encuadra dentro de la Gestión Ambiental Urbana, y el fundamento por el cual se ha pretendido abarcarlo se sintetiza en el siguiente párrafo: "*...La falta de servicios sanitarios adecuados, la contaminación del suelo en el caso de los asentamientos y villas de emergencia, la carencia de agua potable, la ausencia de sistemas de recolección y deposición final de los residuos, la contaminación de las napas de agua, la convivencia con áreas de riesgo tecnológico, la falta de infraestructura y equipamiento y - en no pocas ocasiones -, el asentamiento poblacional en áreas inundables, implican un mayor grado de desventaja ambiental para los grupos en situación de pobreza, lo que contribuye a incrementar su nivel de vulnerabilidad y a aumentar el riesgo de experimentar catástrofes ambientales...*" (Merlinsky, 2006).

La misma autora establece luego, que para que exista riesgo debe existir una amenaza, siendo la "vulnerabilidad" la propensión de sufrir daños que exhibe un componente de la estructura social. El riesgo es, en consecuencia, una condición latente o potencial y su grado depende de la intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes (Merlinsky, 2006).

Asimismo, y para los autores consultados, amenaza y riesgo no deben considerarse sinónimos, y el grado de riesgo siempre está en función de la magnitud de la amenaza y de la vulnerabilidad, por lo tanto, "*es una condición dinámica, cambiante y teóricamente controlable*" (Lavell, 1996).

Por ello, el eje de análisis para el diagnóstico se sustenta en los siguientes conceptos estratégicos para la gestión ambiental urbana: Amenaza - Vulnerabilidad – Riesgo, los cuales se puntualizan a continuación, en sus aspectos más relacionados con el problema ecohidrológico planteado.

2.2.4.1 Amenaza

Actualmente la definición de amenaza más aceptada a nivel internacional es:

Peligro o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio específico, durante un tiempo de exposición

determinado, produciendo efectos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente. Matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en cierto sitio y en cierto período de tiempo (Cardona, 1991).

La valoración de la amenaza es un proceso complejo, pues involucra determinar las variables que están en juego, sus relaciones y pesos específicos, además del cálculo de factores como el período de retorno o recurrencia, el área de influencia, magnitud, intensidad del fenómeno, etc.

Lavell (1996), propone una clasificación de las amenazas que determinan el riesgo, las cuales según su origen pueden distinguirse en:

Amenazas Naturales

Refieren a manifestaciones de la naturaleza. Son normales, completamente naturales y forman parte de la historia y de la coyuntura de la formación de la tierra y de la dinámica geológica, geomorfológica, climática y oceánica. No existe una intervención humana significativa en su aparición, ni puede intervenir para que no sucedan. Se pueden dividir entre los siguientes tipos:

- a) De origen geotectónico (sismos, terremotos, tsunamis, etc.)
- b) De origen geomórfico (deslizamientos y avalanchas, hundimientos, erosión terrestre y costera)
- c) De origen meteorológico o climático (huracanes, tormentas tropicales, tornados, sequías, incendios espontáneos, etc.)
- d) De origen hidrológico (inundaciones, desbordamientos, agotamiento de acuíferos, etc.)

Amenazas Socio-Naturales

Refieren a aquellos fenómenos típicos de las amenazas naturales que tienen una expresión o incidencia socialmente inducida, es decir se producen o acentúan por algún tipo de intervención humana, y se confunden a veces con eventos propiamente naturales.

En este sentido, representan un problema particular por las diversas interpretaciones que puede darse entre los damnificados y las autoridades políticas, sobre sus orígenes, responsabilidad de ocurrencia y alternativas de control o prevención. Un ejemplo de este tipo de amenaza son las inundaciones, las sequías, el agotamiento de acuíferos, etc.

Amenazas Antrópico-Contaminantes

Refieren a una serie de amenazas "que toman la forma de elementos de la naturaleza transformados" (aire, agua y tierra). Son amenazas basadas en y construidas sobre elementos de la naturaleza, pero que no tienen una expresión en la naturaleza misma. Sin embargo, por la importancia de los elementos naturales para la existencia humana, su transformación presenta un desafío importante para la sobrevivencia y la vida cotidiana de importantes sectores de la población local, regional, nacional y hasta internacional" (Lavell, 1996).

Este tipo de amenazas se relacionan con procesos de contaminación derivados de derrames, dispersiones o emisiones de sustancias químico-tóxicas hacia el aire, la tierra o el agua, y son producto de la negligencia o falta de control sobre los procesos económicos de producción y distribución.

Dentro de las antrópico-contaminantes se encuentran también las derivadas de la eliminación o depósito de desechos líquidos y sólidos de origen doméstico sin recolección, conducción y tratamiento. El resultado de este tipo de amenaza es la contaminación biótica del aire y del agua, representando un peligro para la salud de las personas, manifestado en general en la forma de epidemias. A diferencia de las anteriores, estas amenazas no son producto de "accidentes" o falta de control, sino de la pobreza y falta de infraestructura de servicios urbanos.

Amenazas Antrópico-Tecnológicas

Refieren a las amenazas por la posibilidad de fallas en los procesos de producción y distribución industrial de productos o materias primas peligrosas, en instalaciones ubicadas en centros urbanos, o cercanos a ellos.

La importancia de este tipo de amenaza, si bien en general puede afectar a una extensión limitada, se basa en el hecho de la presencia de ocupación humana en las zonas circundantes, en general, de características marginales y como consecuencia de falta de opciones para la radicación de viviendas, y la implementación de una planificación y zonificación del uso del suelo.

La mayoría de estas amenazas están relacionadas con derrames tóxicos, incendios, explosiones, etc., y se concretan a través de "accidentes", que según su grado de impacto o severidad pueden convertirse en verdaderos desastres.

2.2.4.2 Vulnerabilidad

Wilches Chaux (1993) define el concepto de vulnerabilidad como "la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio.", y aclara que

la vulnerabilidad en si misma constituye un sistema dinámico y surge como consecuencia de la interacción de varios factores y características sobre una comunidad en particular. A esa interacción de factores y características la llama Vulnerabilidad Global.

La investigadora Gabriela Merlinsky (2006) resume la clasificación propuesta por Wilches Chaux (1993), para los diferentes componentes del sistema social, en términos de su debilidad para enfrentar contingencias.

- Vulnerabilidad natural: determinada por los límites ambientales dentro de los cuales es posible la vida
- Vulnerabilidad física: la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo y las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos
- Vulnerabilidad económica: dependencia de las economías de factores externos e interrelación entre nivel de ingreso y exposición a los desastres
- Vulnerabilidad social: referida a la trama compleja de organizaciones sociales y su capacidad para absorber los desastres y accionar rápidamente
- Vulnerabilidad política: el valor recíproco del nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de las decisiones que la afectan
- Vulnerabilidad técnica: limitaciones para el control y manejo adecuado de las tecnologías existentes
- Vulnerabilidad cultural: el tipo de códigos de pertenencia e identificación
- Vulnerabilidad educativa: el procesamiento de la información con el propósito explícito de reducir la vulnerabilidad
- Vulnerabilidad ecológica: riesgos derivados de la tentativa de autoajuste por encima de los límites normales de los ecosistemas alterados
- Vulnerabilidad institucional: el papel de la gestión pública y su capacidad de respuesta

En el mismo artículo, la investigadora señala también que *"la vulnerabilidad como concepto expresa la mayor propensión a experimentar riesgos por parte de los grupos que van quedando por fuera de los flujos globales de integración económica"*, expresión que se encuentra en línea con el grupo social al que nos estamos refiriendo en el presente trabajo.

Lavell (1996) se refiere también a la vulnerabilidad como *"una expresión del desequilibrio o desajuste, en igual medida, entre la estructura social (ampliamente concebida) y el medio físico-constructivo y natural que lo rodea. La vulnerabilidad, entonces, nunca puede tener un valor absoluto, sino que depende siempre del tipo e intensidad de la amenaza"*. En otras palabras, en el estudio de la vulnerabilidad existen casos en que ésta depende de las características antecedentes de la sociedad, previa a la ocurrencia de la catástrofe (concreción de la amenaza) y otra en que depende del propio proceso peligroso con que se desencadena esa catástrofe.

Por último, el concepto de vulnerabilidad es estudiado por las ciencias sociales, debido a que, independientemente del tipo o intensidad de la amenaza o desastre que se trate, éste comprende aspectos estructurales de la sociedad y sus características políticas, económicas y culturales.

2.2.4.3 Riesgo

El concepto de riesgo definido por Lavell (1996) hace referencia a *"la probabilidad de que a una población (personas, estructuras físicas, sistemas productivos, etc.), o segmento de la misma, le ocurra algo nocivo o dañino."* Y amplía mencionando que para que exista un riesgo debe haber tanto una amenaza como una población vulnerable a ella. Por lo tanto, el riesgo es una condición potencial y su grado depende de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza y el nivel de vulnerabilidad existente en la población expuesta.

De lo anterior se desprende que el riesgo se puede cuantificar en función de su probabilidad, en el caso contrario, cuando no se puede establecer una probabilidad de ocurrencia, se habla de incertidumbre.

En dicha cuantificación del riesgo está involucrado el concepto de recurrencia o período de retorno, definido como la probabilidad de que se produzca una pérdida o daño sobre una comunidad, como consecuencia de un evento (natural o no), con una intensidad igual o superior a la establecida. Este valor puede estar dado en términos de porcentaje de probabilidad o en períodos medios de tiempo, por ejemplo años.

Por otra parte, Wilches-Chaux (1988) define al riesgo como *"cualquier fenómeno de origen natural o humano, que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno"*, y ese estado de vulnerabilidad o condición de potencial inseguridad, en muchas ocasiones, se ha ido construyendo a lo largo del tiempo, a partir de las decisiones tomadas por los actores de la misma sociedad.

Entonces, el riesgo es la consecuencia de la interacción entre la amenaza y la vulnerabilidad, y su determinación implica relacionar estas variables adecuadamente, tarea que no es sencilla debido a que, como se advirtió, ambas dependen de varios factores.

3 RESULTADOS

3.1 CICLO DEL AGUA EN LA CAVA DE VILLA ITATÍ

3.1.1 Aspectos Hidrológicos - Fisiográficos

La Cava de Villa Itatí posee, desde el punto de vista hidrológico, características del tipo de cuenca endorreica, es decir, no existe flujo superficial o subterráneo natural hacia fuera de la cuenca. En este sentido, tanto los aportes pluviales como los debidos a los escurrimientos superficial y subterráneo y el agua importada tienen como destino final la laguna terminal.

Como se señaló en el capítulo anterior, la cuenca no es natural, sino el resultado de la modificación antrópica del ambiente, por la que fue transformándose y adquiriendo su actual estado como consecuencia de un proceso de urbanización desordenado. La condición particular de haberse realizado sobre una cantera le infiere el carácter endorreico y determina su funcionamiento hídrico.

En la Figura 3.1 se muestra una planimetría acotada de Villa Itatí, y en la Figura 3.2 el trazado resultante de las curvas de nivel con una equidistancia de 1,00 m. La elaboración se efectuó a partir de planialtimetrías de Obras Sanitarias de la Nación (OSN), con la correspondiente transformación a cota IGN. En las mismas figuras se indican el perímetro superior del borde donde comienza el talud de fuerte pendiente, resultado de la excavación de la cantera.

La Figura 3.3 muestra el trazado de las curvas de nivel (también con cota IGN) para la zona propia de La Cava. Este trazado se realizó teniendo en cuenta información altimétrica recopilada de trabajos antecedentes y las tareas propias de nivelación topográfica realizadas para su verificación.

Asimismo, en la Figura 3.4, se indican los sentidos de escurrimiento y el límite de cuenca superficial del área estudiada. Para su determinación se tuvo en cuenta la ubicación y trazado de los conductos de desagüe pluvial existentes, obtenidos de las recorridas in situ y de información proveniente de la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas (DiPSOH) de la provincia de Buenos Aires.

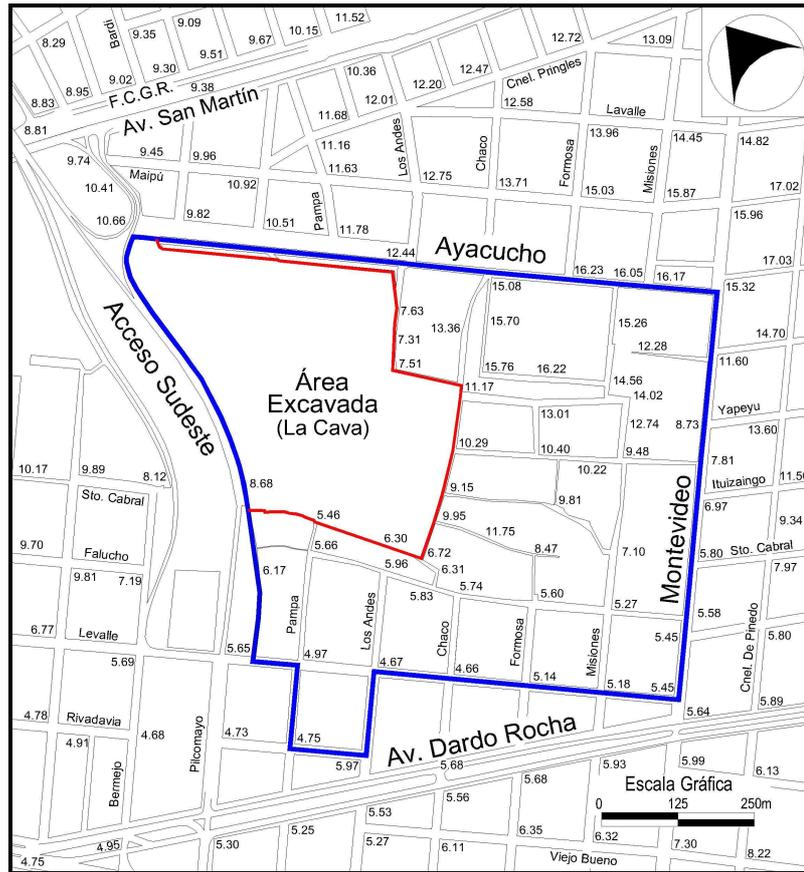


Figura 3.1: Planimetría acotada de Villa Itatí. Cotas referidas al cero del IGN

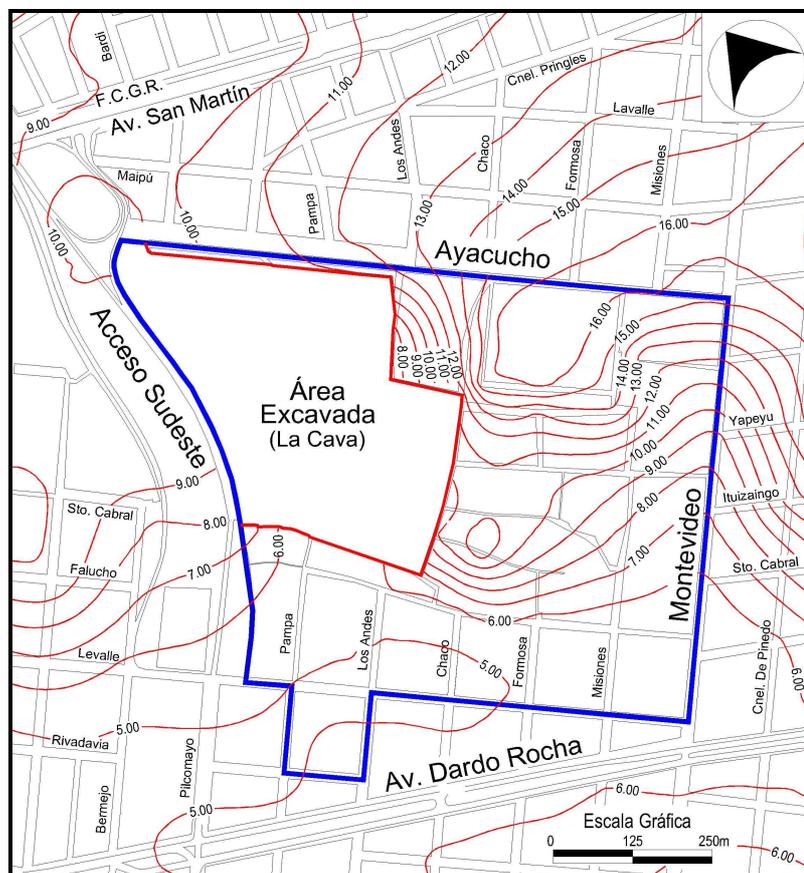


Figura 3.2: Villa Itatí. Mapa topográfico. Equidistancia 1,00 m. Cotas referidas al cero del IGN

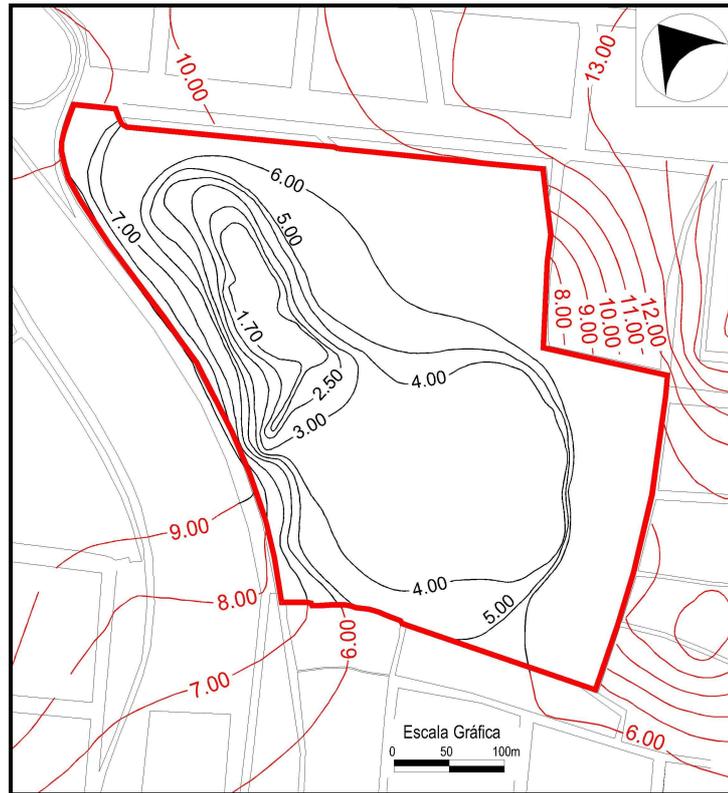


Figura 3.3: Sector de La Cava. Mapa topográfico. Equidistancia exterior 1,00 m - interior variable

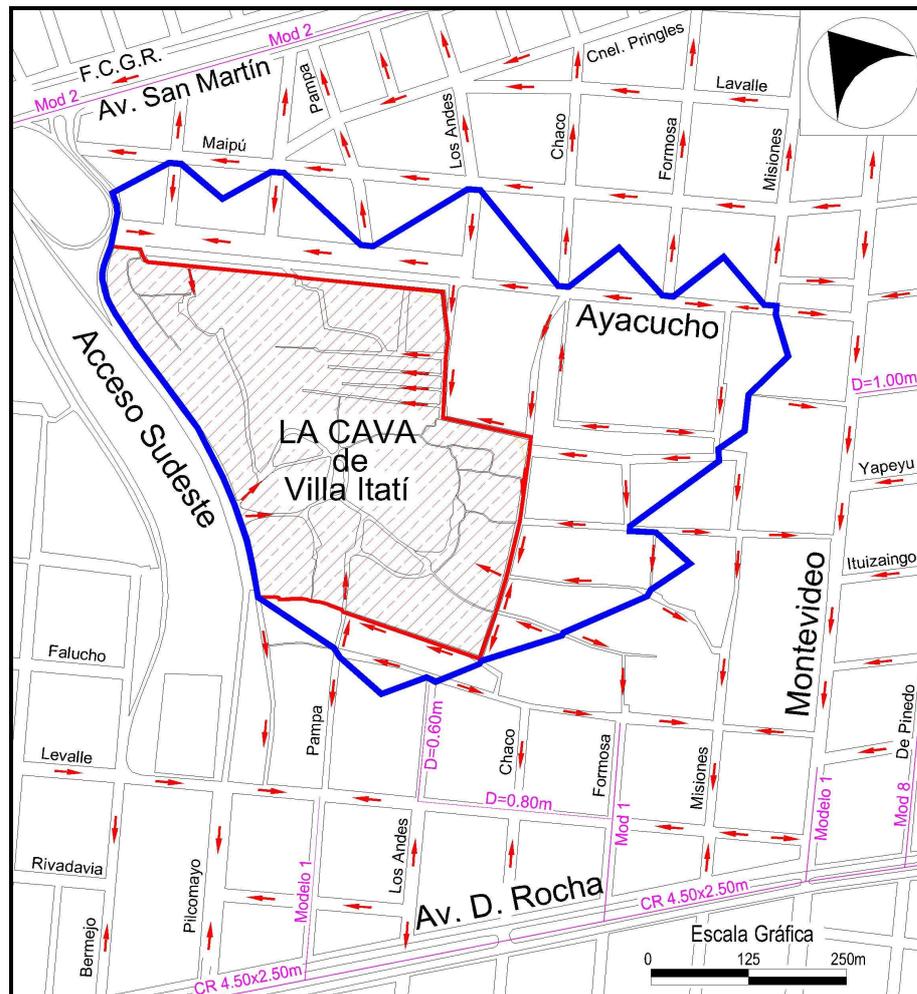


Figura 3.4: Límite de cuenca. Sentidos de escurrimiento

La zona de aporte superficial posee una superficie de 36,76 hectáreas, y un desnivel topográfico del orden de los 11,5 m. La de La Cava tiene una extensión de 16,77 ha, y un desnivel variable entre 1,5 y 8,0 m respecto de su perímetro superior.

El área se encuentra prácticamente urbanizada en su totalidad, con una cobertura superficial de techos muy importante respecto a la superficie total del lote, lo que confiere un grado de impermeabilización importante, estimado en el orden del 82 %.

El cuerpo lagunar tiene una superficie de 2,98 ha, y profundidades estimadas que llegan hasta los 2,00 m, en la zona cercana a la estación de bombeo.

Esta laguna actúa como cuerpo evaporativo terminal para el agua subterránea y superficial, y provee al sistema de un volumen de almacenaje remanente, necesario para amortiguar la diferencia entre ingresos y egresos en los casos en que se producen precipitaciones importantes.

3.1.2 Precipitación

El agua de lluvia que precipita sobre la cuenca escurre por superficie para finalmente quedar almacenada en el interior de La Cava. Parte de esa precipitación cae directamente sobre el área baja, incorporándose directamente al volumen contenido en la laguna. Dadas las dimensiones de la cuenca, no es necesario hacer una diferenciación entre los retardos en los tiempos en que estos aportes llegan a su destino final.

No existen en la cuenca del Arroyo Santo Domingo, a la cual pertenece La Cava de Villa Itatí, puestos pluviométricos, estaciones meteorológicas o registros de lluvia antecedentes, que suministren datos confiables. Por ello se estimó conveniente utilizar para el período considerado en el balance hidrológico, los registros de precipitaciones diarias procedentes de la estación meteorológica Aeroparque Buenos Aires, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), ubicada en el Aeroparque Jorge Newbery, por ser representativa de las condiciones climáticas regionales, por su proximidad geográfica y por poseer información depurada (garantía) desde 1973 a la actualidad (extensión).

Los datos correspondientes a la estación meteorológica Aeroparque Bs. As., son los siguientes:

- Estación meteorológica N° 875820
- Latitud: 34° 34'
- Longitud: 58° 30'
- Altura: 6 msnm
- Período: Enero 1973 - 2011

La información diaria de los parámetros meteorológicos de la misma fue obtenida del sitio www.clima.meteored.com. Este portal proporciona información detallada del clima en diversos puntos del planeta, a partir de la publicación de datos meteorológicos provenientes de estaciones oficiales, los cuales incluyen:

- Temperatura media, máxima y mínima diaria (°C)
- Velocidad media diaria del viento (km/h)
- Presión atmosférica (mb)
- Precipitación total de 24 hs (mm)

Además de informar sobre velocidad de ráfaga de viento, presencia de granizo, nieve y niebla.

La precipitación mensual total así obtenida, incluidos los meses de estudio, se presentan en la siguiente tabla y gráfico adjunto:

Tabla 3.1: Precipitación mensual Enero – Diciembre 2011 Estación Aeroparque Bs. As. SMN

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P [mm]	91,1	110,9	32,3	194,9	39,5	126,6	63,1	17,5	14,0	43,2	52,0	45,8

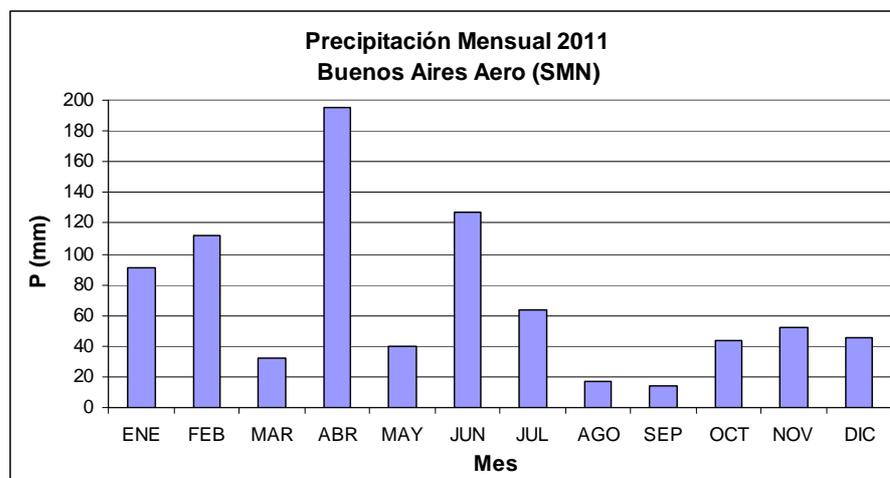


Gráfico 3.1: Precipitación mensual Enero – Diciembre 2011. Estación Aeroparque Bs. As. SMN

Comparando esta variación mensual de la precipitación con la distribución histórica de la precipitación media mensual de las estaciones Villa Ortúzar (período 1911 – 2002, ubicada en Latitud: 34°36', Longitud: 58°40') y Aeroparque Buenos Aires (período 1990 – 2010) ambas del SMN, Gráficos 3.2 y 3.3, se observa que la misma no responde a dicha distribución. Aunque si bien esto es esperable pues se está comparando un solo año con la media de una serie de varios, es posible destacar un mes de abril con mucha mayor precipitación respecto de la de los otros meses, debido a la presencia de un evento puntual de 101,1 mm ocurrido el 02/04/2011.

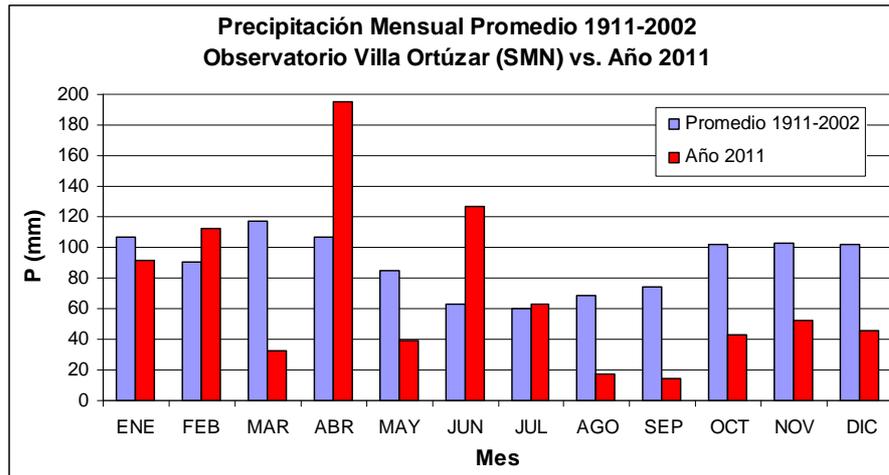


Gráfico 3.2: Precipitación Media Mensual 1911 – 2002. Estación Villa Ortúzar SMN

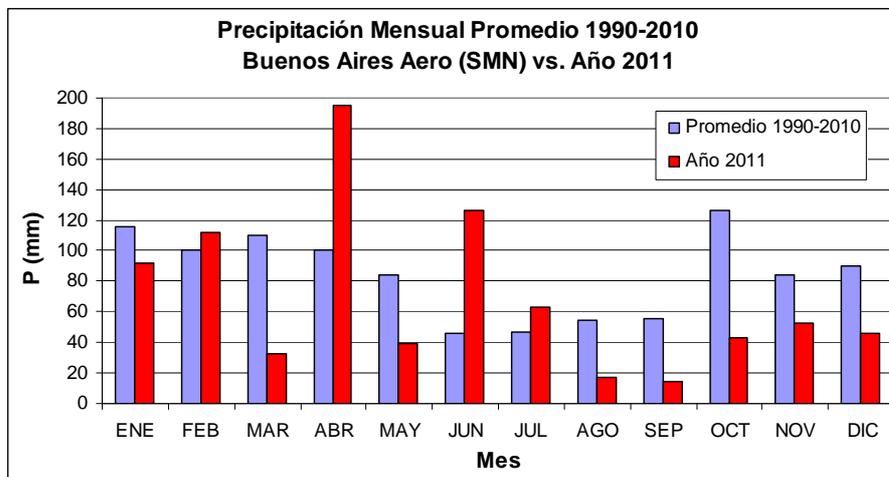


Gráfico 3.3: Precipitación Media Mensual 1990 – 2010. Estación Aeroparque Bs. As. SMN

También puede observarse meses de marzo, agosto y septiembre con muy bajas precipitaciones respecto de sus medias históricas y un mes de junio que prácticamente duplica este valor.

En el Anexo I – Balance Hidrológico, se encuentran los datos de precipitación diaria correspondientes al período estudiado.

3.1.3 Esguerrimiento Superficial

La inexistencia en la zona de estudio de una red formal de desagües pluviales urbanos, determina que el exceso de precipitación sobre la cuenca que se transforma en esguerrimiento superficial, drene en forma anárquica y desordenada por zanjas, calles o pasillos, hasta alcanzar algunos de los ingresos preferenciales (bajadas de fuerte pendiente) que lo orientan hacia la laguna.

Como ejemplo de ello, en las Fotografías 3.1 y 3.2, se puede apreciar la importante diferencia de nivel topográfico existente ente el barrio de viviendas ubicado sobre calle Ayacucho, y una de las calles perimetrales a La Cava.



Foto 3.1: Barrio de viviendas a la izquierda de la foto, sobre calle Ayacucho (alto) y calle perimetral de La Cava, a la derecha (abajo)



Foto 3.2: Vista del barrio de viviendas desde la calle perimetral a La Cava

Una vez que el escurrimiento superficial gana la calle de abajo, ingresa a La Cava, por ejemplo, por uno de sus accesos, tal como se ve en la Foto 3.3

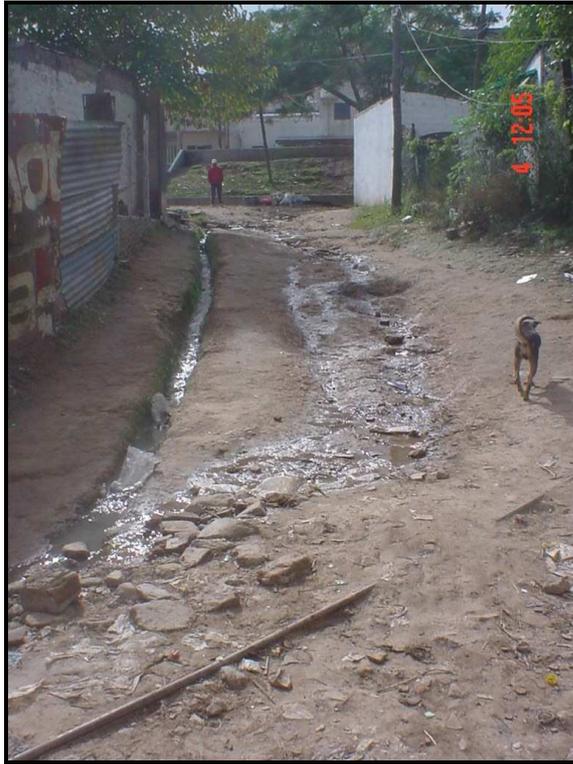


Foto 3.3: Calle de acceso a La Cava desde calle Ayacucho

Algo similar ocurre sobre el lado Oeste, contiguo al Acceso Sudeste a la Capital Federal. La Foto 3.4 muestra el desnivel existente entre el mencionado Acceso y las casas, y la Foto 3.5, uno de los ingresos a La Cava desde esa ubicación.



Foto 3.4: Desnivel entre las casas y la banquina del Acceso Sudeste



Foto 3.5: Acceso a La Cava desde el Acceso Sudeste

Una de las particularidades presentes en el área de estudio, y que puede ser observada en las fotografías anteriores, es la existencia de casas ubicadas sobre los taludes de la excavación, lo que ocasiona que el escurrimiento superficial también discurra por entre las viviendas ubicadas en estas zonas.

En la Figura 3.5 se muestra un esquema con los puntos detectados como más importantes de ingreso de escurrimiento superficial al sector de La Cava de Villa Itatí.

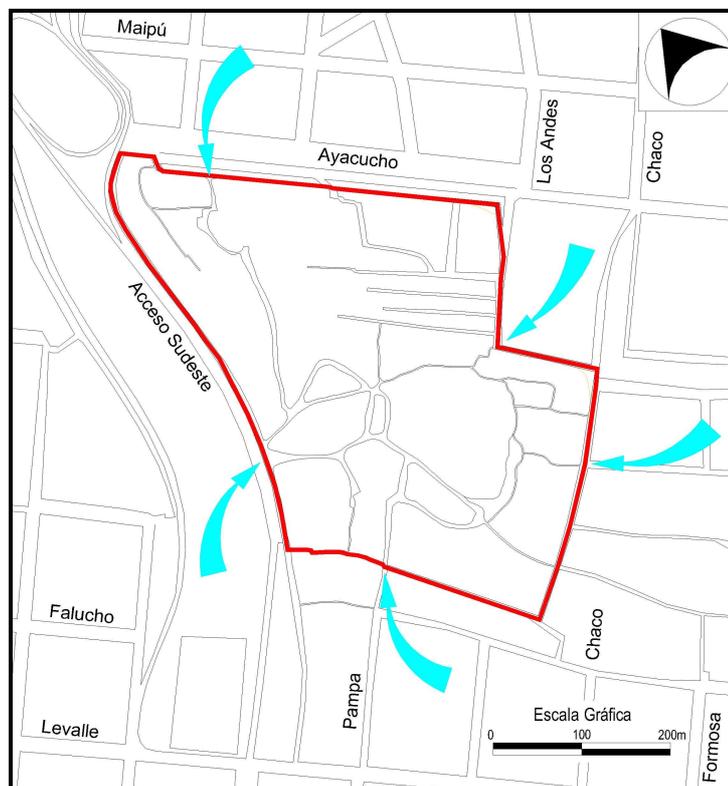


Figura 3.5: Puntos de ingreso del escurrimiento superficial a La Cava

Cabe mencionar que se ha verificado que algunos de los ingresos indicados son permanentes, es decir, que a pesar de que no se produzcan precipitaciones permanecen activos. Se entiende que el motivo es que también son vías de ingreso de agua importada (desagües domiciliarios) de las áreas más elevadas de Villa Itatí.

Para la determinación del exceso de precipitación o precipitación efectiva, capaz de transformarse en escurrimiento superficial se aplicó el Método del CN o Número de la Curva, desarrollado por el Soil Conservation Service (S.C.S. 1972, actualmente NRSC, Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de los EEUU).

El valor ponderado del CN se obtuvo a partir de la consideración de los porcentajes correspondientes a cada tipo de cobertura, según las recomendaciones de Chow et al. (1994) y Orsolini et al. (2000), adoptando un suelo Tipo D, sobre todo considerando su escasa capacidad de infiltración y casi inexistente cobertura vegetal. A modo de ejemplo a continuación se extracta la tabla utilizada, obtenida de Chow et al. (1994).

Tabla 3.2: Números de curva CN. Fuente: Chow et al. (1994)

Descripción del uso de la tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ :	sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
	con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales:	condiciones pobres	68	79	86	89
	condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques:	troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
	cubierta buena ²	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%		39	61	74	80
		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial ³ :					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵		98	98	98	98
grava		76	85	89	91
tierra		72	82	87	89

Las áreas involucradas, su porcentaje de incidencia respecto al total de la cuenca (36,76 ha), y el correspondiente valor de CN adoptado para condiciones medias de humedad (*CN II*) se muestran en la siguiente Tabla 3.3:

Tabla 3.3: Áreas, porcentajes y CN adoptado según cobertura del suelo

Uso del suelo	Área	Tipo suelo Grupo "D"	
	[ha]	%	CN (II)
Techos y pavimento	30,25	82.3	92
Suelo desnudo	3,53	9.6	85
Área de laguna	2,98	8.1	100

Por lo tanto el CN ponderado para la condición II resulta finalmente $CN(II) = 92$

Este valor medio deberá ajustarse según la condiciones de humedad antecedente (escasa humedad *CN(I)* o estado de saturación *CN(III)*), acorde las expresiones indicadas en el Capítulo 2. El resultado de dicho ajuste se muestra a continuación:

Tabla 3.4: Valores de CN, ajustados según condición de humedad antecedente

CN (II)	CN (I)	CN (III)
92	83	96

La retención potencial máxima "S", expresada en [mm], obtenida según la fórmula propuesta por el S.C.S., toma en cada caso los siguientes valores:

Tabla 3.5: Retención Potencial Máxima según condición de humedad antecedente

Retención	Condición II	Condición I	Condición III
S	16,2 mm	34,6 mm	5,2 mm

Y finalmente, la precipitación neta o efectiva, fue calculada por medio de la expresión:

$$Pe = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Donde "P" es la precipitación total diaria expresada en [mm] y "S" la retención correspondiente a cada condición particular.

3.1.4 Agua Importada

En Villa Itatí en general, y en el sector de La Cava en particular, no existe una red formal de provisión de agua potable. Sin embargo la mayoría de las viviendas se encuentran conectadas a la red pública, mediante conexiones informales muy precarias.

Esto conlleva a que se deba considerar dentro del ciclo del agua a este ingreso que podemos denominar como de "agua importada", debido a que no es propia de La Cava (su fuente no está dentro de la cuenca, por ejemplo un pozo de extracción desde el acuífero), sino que es provista desde el exterior, pero que ingresa a la cuenca en estudio y permanece en la misma, originando un volumen considerable de aporte que debe ser tenido en cuenta.

Esta agua importada, que tiene origen en la Planta Potabilizadora de AySA en Bernal, es utilizada para actividades fundamentales de la población, como son el consumo humano, la higiene y el uso doméstico, y genera aportes fundamentalmente en forma de aguas servidas, efluentes domiciliarios, y no en menor medida, por pérdidas en la red de conexiones.

Según consultas realizadas en organismos públicos, no se tiene establecido con claridad (fundamentalmente por la dificultad de su medición), el consumo (o dotación) que le representa a la red pública de distribución, una población de estas características, pero sin embargo, de dichas consultas y la información recopilada sobre trabajos realizados en áreas urbanas similares, se ha podido estimar que la dotación se encuentra entre los 100 y 150 litros por habitante y por día (l/hab.día).

Este consumo medio por habitante es mucho menor al de un barrio urbano bien desarrollado en el conurbano bonaerense, con servicios e infraestructura de agua y cloaca adecuadas, la cual actualmente se estima está en el orden de los 300 a 350 l/hab.día. Para el caso de los barrios cerrados o countries, este valor supera los 400 l/hab.día.

3.1.4.1 Pérdidas en la red de agua potable

La red de conexiones precarias al sistema de provisión de agua potable, conforma un entramado o "enjambre" de cañerías, en general manguera negra de PVC de 0,5", que se extiende por toda el área. Son ejecutadas de manera progresiva, desordenada, y con materiales diversos e inadecuados. Pocas veces se encuentran enterradas, quedando por lo tanto en contacto con otro tipo de escurrimientos, por ejemplo p-luviales o efluentes domésticos.

Las Fotos 3.6 y 3.7 son ejemplos de lo mencionado anteriormente.

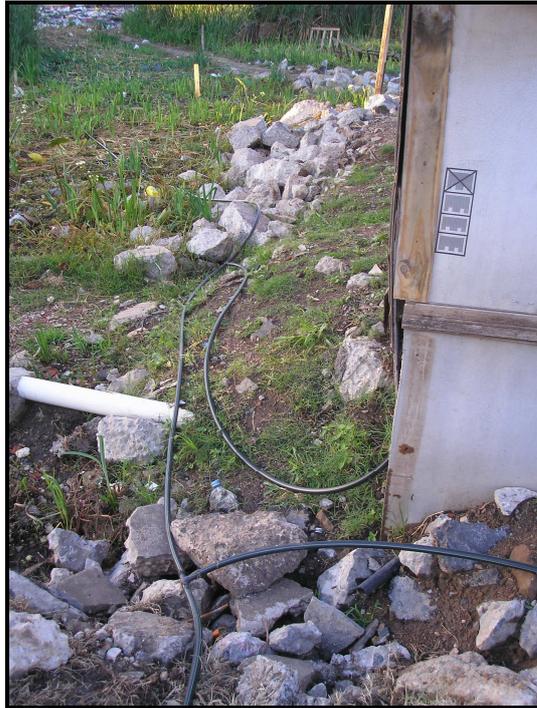


Foto 3.6: Vista de las conexiones a la red de agua potable



Foto 3.7: Vista de las conexiones a la red de agua potable

El hecho de que estas conexiones se vayan realizado en estas condiciones, conduce a la existencia de gran cantidad de pérdidas de agua en caños, mangueras y uniones, incorporando al medio un volumen de agua, en general constante en el tiempo, que colabora en la existencia de un escurrimiento superficial permanente.

El volumen de agua generado por estas pérdidas queda contenido dentro de la cuenca, y tiene como destino final, también la laguna.

3.1.4.2 Efluentes domiciliarios

El agua de red es utilizada por los habitantes de La Cava para su consumo, aseo personal y uso domiciliario en general (cocina, limpieza, etc.). Al no contar con un sistema de recolección de desagües cloacales que colecte los excedentes, estos son depositados fuera de la vivienda mediante cañerías que los transportan hasta los límites de las casas, y vuelcan en improvisadas zanjias que las dirigen finalmente hacia el punto más bajo, la laguna.

La Foto 3.8 muestra un ejemplo de esta situación, el codo de PVC blanco que sale de la pared, descarga los efluentes domiciliarios al exterior de la vivienda, los cuales terminan siendo captados por la cuneta, en este caso de material.



Foto 3.8: Vista del desagüe domiciliario (codo de caño PVC blanco) hacia fuera de la vivienda. Cuneta colectora entre viviendas

Esta imagen se repite en muchos sectores del barrio, las sendas peatonales que vinculan toda La Cava, fueron construidas con una cuneta lateral, que se utiliza para el transporte de este tipo de escurrimiento, más el pluvial en caso de lluvias.

La Foto 3.9 corresponde a otro lugar del barrio, en donde se ve que para darle continuidad al escurrimiento, la vereda ha sido cortada.



Foto 3.9: Vista de la cuneta/zanja que colecta los desagües domiciliarios

De las fotografías se desprende que si bien la cuneta permite encauzar de alguna manera este escurrimiento, el mismo está, junto con su carga contaminante, en continuo contacto con las personas que las transitan.

3.1.4.3 Aguas servidas

La misma falta de un servicio de colectoras de desagües cloacales hace que las llamadas aguas servidas o negras, queden también “libres” sin una adecuada captación, y sobre todo, tratamiento. Es claro que la descarga de estos efluentes reviste una importancia mucho más relevante que los anteriores, debido a que se trata de desechos orgánicos de origen humano, con la carga contaminante que esto conlleva.

En la descarga de estas aguas encontramos diferentes alternativas. En los sectores más altos de La Cava, o como en toda Villa Itatí en general, la descarga se hace a cámara séptica y pozo ciego, los cuales están en contacto directo con la capa freática. Dependiendo de la altura relativa de ésta, estos pozos pueden encontrarse más o menos inundados.

Las viviendas ubicadas sobre los taludes laterales, descargan también a pozos que están ubicados algo más abajo, donde la pendiente más suave permite construirlos. Un ejemplo de esto se muestra en la Foto 3.10.



Foto 3.10: Parte posterior de una casa construida sobre el talud. El caño de PVC cloacal (blanco DN110) descarga en un pozo negro ubicado en la parte más baja

La particularidad es que estos pozos, al estar contruidos ya en la parte baja, se encuentran totalmente inundados, y en contacto con el agua de la laguna.

Una tercer alternativa es la que involucra a las viviendas ubicadas en la parte más baja de La Cava, para ellas no existe la posibilidad de hacer un pozo negro, ya que el nivel del agua está muy cercano al piso de la casas. En estos casos, la descarga se hace en forma directa a la laguna, con instalaciones según se muestra en las Fotos 3.11 y 3.12.



Foto 3.11: Vista de una descarga cloacal directa a la laguna



Foto 3.12: Vista de una descarga cloacal directa a la laguna

Finalmente, la Foto 3.13 es una imagen representativa de la situación descrita en los párrafos anteriores. Corresponde a una vivienda ubicada en la parte baja de La Cava, y en ella se ve el desagüe (caño blanco) que sale de la cocina y descarga directamente al exterior, la cañería de agua corriente que ingresa a la casa, y en el patio, el desagüe pluvial que se mezcla con las mangueras de agua potable que van para las casas de atrás. En el piso, a la izquierda, se encuentra la tapa del pozo negro.



Foto 3.13: Ejemplo de todos los usos del agua en La Cava

Respecto a las pérdidas en la red de agua potable, según la bibliografía consultada, es un problema que afecta a muchas ciudades de América del Sur, las cuales pierden de 30 a 65 % del agua puesta en el sistema de distribución (Tucci, 2006).

En la tabla siguiente se indican consumos diarios de agua potable por habitante, y porcentaje de pérdidas en la red para diferentes ciudades de Sudamérica.

Tabla 3.6: Consumos y pérdidas en la red (World Bank, 1996). Fuente: Tucci, 2006

Lugar	Año	Consumo	Pérdidas en la red
		[l/hab/día]	[%]
Brasil (promedio)	1989	151	39
Brasilia	1989	211	19
São Paulo	1988/1992	237	40
Santa Catarina	1990	143	25
Minas Gerais	1990	154	25
Santiago de Chile	1994	204	28
Bogotá	1992/1991	167	40
Costa Rica	1994	197	25
Canadá (promedio)	1984	431	15
USA (promedio)	1990	666	12
Tokio	1990	355	15

En el mismo sentido, existe información sobre porcentaje de pérdidas medidos en redes formales de agua potable de España, que se encuentran en el orden del 15 al 20 %.

Estos datos recopilados sirven como referencia para la estimación de un porcentaje de pérdidas razonable en la red de agua de Villa Itatí, el cual como es de esperarse deberá ser superior a los indicados, debido a que los mismos corresponden a redes de distribución formales o técnicamente adecuadas, sin la condición de extrema precariedad señalada anteriormente.

Por todo lo descripto en los incisos precedentes, se encuentra razonable utilizar como valores iniciales de las variables que definen al "agua importada" en el balance hidrológico, los siguientes:

- Dotación de agua en meses de verano: 150 l/hab/día
- Dotación de agua en meses de invierno: 120 l/hab/día
- Coeficiente de vertido: 0,9
- Porcentaje de pérdidas en la red de agua: 40%

3.1.5 Esgurrimiento Subterráneo

Según manifiestan algunos de los primeros pobladores de La Cava, la excavación original para el retiro de suelo llegó hasta una profundidad tal que permitió el alumbramiento del acuífero freático, debiéndose incluso utilizar sistemas de bombeo para deprimirlo.

Es por ello factible suponer la existencia de un volumen de agua proveniente del acuífero, que contribuye directamente a la laguna.

Las primeras mediciones y observaciones de la profundidad del nivel de agua en la periferia de la cantera, han permitido constatar que se encuentra por encima no sólo del fondo estimado para La Cava, sino del nivel medio de las viviendas ubicadas en la parte más baja (4,00 metros de cota IGN), por lo que se desprende que ciertamente existe un aporte de escurrimiento subterráneo hacia la cava, y que el bombeo realizado en forma prácticamente diaria, produce un efecto de depresión que impide el afloramiento en los niveles habitados.

La evaluación de ese volumen de afluencia subterránea hacia la laguna se realizó mediante la aplicación de la Ley de Darcy, según la formulación propuesta en el Capítulo 2.

En principio se planteó la posibilidad de ejecutar freatómetros para la evaluación de los niveles piezométricos, pero esta alternativa fue desestimada por varios motivos concretos, de los cuales los más importantes se detallan a continuación:

- La diferencia de cota topográfica entre el sector Norte (lado avenida Ayacucho) y el Sur (lado calle Pampa) de La Cava, es del orden de los 5,00 m, lo cual, al haberse constatado que la capa freática del lado Sur se encontraba en el orden de un metro de profundidad, era de esperar que la perforación necesaria para llegar al nivel freático del lado Norte debía superar los 5,00 metros mencionados, para lo cual era necesario contar con un equipo especial de perforaciones y un lugar adecuado para realizarla.

Algo similar sucedía si se planteaba la construcción de freatómetros sobre el límite con el Acceso Sudeste (lado Oeste) o con el Este (calle Chaco), donde existen desniveles topográficos del orden de los 4,00 metros.

- Como se mencionó en puntos anteriores, importantes sectores de la cava fueron rellenados paulatinamente con materiales de todo tipo, dificultando particularmente cualquier tipo de perforación más o menos profunda, ya que no es extraño encontrarse con bloques compactos y duros, de difícil o costosa perforación (restos de pavimentos, escombros, etc.) sin equipos pesados, apropiados para este tipo de circunstancias.
- Una solución a lo planteado en el punto anterior podría ser ir cambiando el lugar de perforación hasta encontrar el punto adecuado, pero esto también presenta inconvenientes, dado que las características urbanas de Villa Itatí y La Cava, no permiten encontrar fácilmente lugares donde realizar este tipo de tareas.

- De la misma manera, esas características hacían complicado o imposible la conservación en buenas condiciones de operación y mantenimiento de cualquier obra o elemento colocado para el registro de datos.

En vista de lo mencionado anteriormente, y con el objetivo de hallar una solución a esta situación y determinar de la manera más cercana a la realidad las variables para evaluar este escurrimiento, se realizaron diferentes tareas más adelante descriptas.

Gradiente Hidráulico

Para la estimación del gradiente hidráulico en La Cava, se optó por la realización de varias campañas de registro del nivel freático, para lo cual se ejecutó un pozo de observación, en un lugar resguardado y seguro que garantizara una adecuada protección.

La ubicación del pozo testigo para el seguimiento de la variación del nivel freático fuera de la zona de La Cava, se indica con la denominación PO-1 en la Figura 3.6. Se encuentra ubicado en el predio de vecinos conocidos en el barrio, lo que permitió su fácil acceso y cuidado. La cota IGN de la boca del pozo se estableció en 5,45 m.

Un segundo punto de observación del nivel, indicado como PO-2 en la misma Figura, lo constituye el canal de acceso a la estación de bombeo, tomado a partir del borde revestido de 4,00 m de cota IGN (ver Figura 3.6).

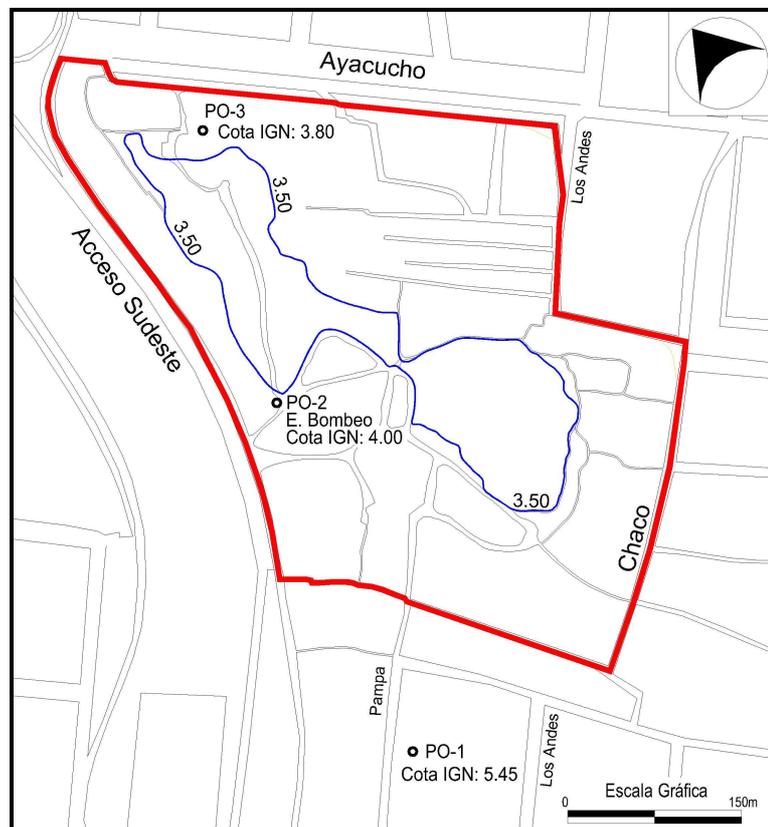


Figura 3.6 Ubicación pozos testigos: Isofreática correspondiente a 3.50 m de cota

Asimismo se indica otro punto de observación del nivel freático, el PO-3 de cota IGN 3,80 m, ubicado en la parte baja, en un punto cercano al nivel permanente de afloramiento de agua.

Registros simultáneos de los niveles se realizaron en forma conjunta entre los puntos PO-1 y PO-2, los cuales están separados una distancia de 330 metros. Se procuró realizar la toma de datos en distintas circunstancias respecto a los días previos con o sin precipitaciones, de manera de poder apreciar el comportamiento del nivel freático y obtener un gradiente medio más representativo. En la Tabla 3.7 se expresan los valores obtenidos en las diferentes campañas de medición, y los gradientes correspondientes:

Tabla 3.7: Registro de las campañas de medición de niveles freáticos

Registro	Fecha	Cota IGN		Gradiente
		PO-1	PO-2	
1	29/03/2011	4,41	3,53	0,0027
2	05/04/2011	4,61	3,32	0,0039
3	02/05/2011	4,87	3,23	0,0050
4	31/07/2011	4,33	3,12	0,0037
5	04/08/2011	4,38	3,21	0,0035
6	30/08/2011	4,63	3,2	0,0043
7	14/09/2011	4,29	3,13	0,0035
8	30/09/2011	4,33	3,13	0,0036
9	27/10/2011	4,33	3,11	0,0037
10	09/11/2011	4,65	3,26	0,0042
11	1/12/2011	4,49	2,94	0,0047
12	28/12/2011	4,28	3,17	0,0047
Gradiente medio =				0,0038

En todos ellos, el nivel se tomó en horas de la mañana cuando en el PO-2 las bombas no funcionaban desde la tarde anterior, y el medido fue el resultante de la recuperación nocturna.

La gráfica de los gradientes obtenidos en la Tabla anterior se muestra en el Gráfico 3.4:

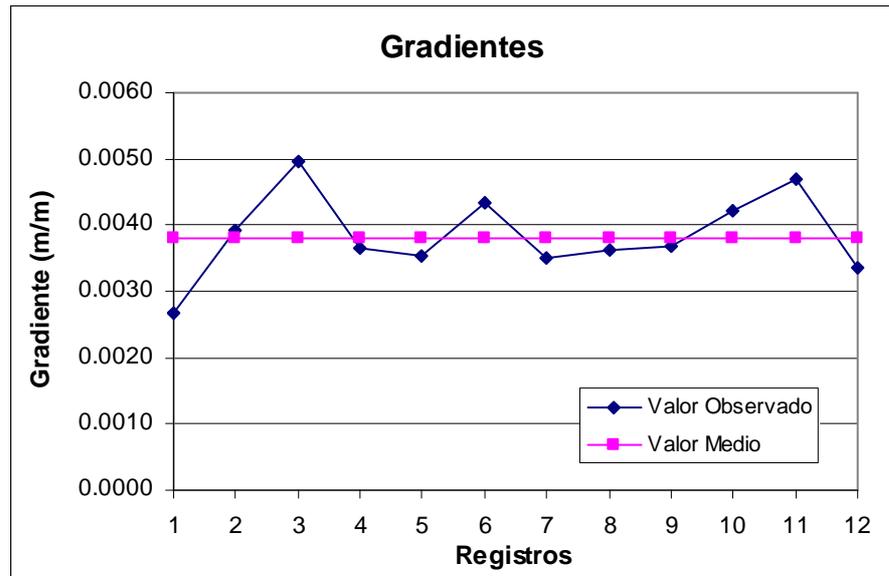


Gráfico 3.4: Registro de las campañas de medición de niveles freáticos

En algunos casos fue posible registrar también el nivel en el PO-3, ubicado como se mencionó cerca del nivel habitual de la laguna, a aproximadamente unos 12 metros. En todas las oportunidades el desnivel hidrostático no superaba los 0,25 a 0,30 m, lo que representó un gradiente promedio del orden de $3,8 \times 10^{-3}$. El valor obtenido es adecuado, ya que es razonable que en cercanía de la laguna el gradiente sea menor, pero resulta sólo orientativo debido a las complicaciones que existieron para su obtención.

Curva Isofreática

Con la planialtimetría de la zona, el plano de curvas de nivel y las recorridas de campo apoyadas con posicionadores satelitales (GPS) que permiten registrar trayectorias, fue posible la determinación de una curva isofreática 3,50 m de cota IGN, la cual coincide aproximadamente con el nivel permanente del agua en la laguna, para condiciones normales de bombeo diario, y sin que se registren precipitaciones. En la mencionada Figura 3.6, se indica también el contorno de esta curva, cuyo perímetro posee una longitud de 1.270 metros.

Transmisividad

Para estimar un valor de referencia de la transmisividad en el Pampeano, la cual pueda ser utilizada como valor de referencia en el cálculo del escurrimiento subterráneo para el balance hidrológico, se realizó una recopilación de datos de estudios antecedentes.

Cuadro 3.1: Valores de transmisividad del Pampeano

Transmisividad "T" del Pampeano	Fuente
100 a 300 m ² /día	EASNE, "Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires". Capítulo XV. 1972
100 a 200 m ² /día	Página web: Atlas Ambiental de Buenos Aires. GIGA - Grupo de Investigaciones Geoambientales – CONICET. 2010
200 m ² /día	Laurencena P., et al. "Características de las Variaciones Freáticas en un Área del Noreste de la Provincia de Bs. As. 2002.

Experiencia de campo

En el mes de septiembre, se aprovecho la construcción de un pozo negro en una de las viviendas de la parte baja, para realizar una medición "in situ".

La realidad es que el pozo debía hacerse por la tarde, cuando las bombas de la estación habían deprimido el nivel de agua (se encienden en general a las 8 de la mañana) y permitían el trabajo en un recinto más o menos seco, el cual igualmente debía ser ayudado con la extracción mediante baldes del agua que ingresaba a medida que se avanzaba en la excavación. Las dimensiones del pozo eran 1,20x1,70 m en superficie, por 1,60 m de profundidad, donde en el último metro se ejecutaba una pared permeable de ladrillos que garantizaba su estabilidad.

La experiencia indicó que durante la noche, es decir en un lapso comprendido entre las veinte y las siete de la mañana (11 a 12 horas), el agua acumulada en el pozo llegaba a cubrir la pared de ladrillos, aproximadamente un metro. Esto representaría un caudal ingresante del orden de los 3,5 m³/día, utilizando la expresión:

$$Qsb = T \cdot m \cdot i$$

Donde "m" toma el valor 5,80 m; y el producto "T"x"i" es igual a 0,6 m²/día.

Si entonces se dan valores al gradiente hidráulico en el rango de los medidos en campo (0,003 a 0,0045), se obtienen cifras de transmisividad que se encuentran entre 130 y 200 m²/día, perfectamente comprendidos entre los indicados en los estudios antecedentes (Cuadro 3.1). Para el caso particular de $i = 3,8 \times 10^{-3}$, la transmisividad toma el valor $T = 158$ m²/día.

Por lo tanto, se entiende adecuado utilizar como valores iniciales de las variables que interpretan al "escurrimiento subterráneo" en el balance hidrológico, los siguientes:

- Gradiente Hidráulico: $3,8 \times 10^{-3}$
- Transmisividad: 100 m²/día
- longitud de la curva isofreática: 1.270 m

3.1.6 Evapotranspiración - Infiltración

El suelo en el sector de La Cava, es el resultado del relleno efectuado por cada uno de los habitantes, en forma individual, dependiendo únicamente del material que circunstancialmente se conseguía para tal efecto. En contadas ocasiones, el Municipio o algún organismo del estado ha destinado el envío de cantidades más o menos importantes de remanentes de alguna obra pública. Es por ello que puede encontrarse desde tierra negra hasta escombros de construcciones de edificios, bloques de hormigón o restos de pavimentos asfálticos.

Esto hace que sea muy difícil su identificación, o encontrar algún parámetro característico que permita definirlo desde el punto de vista de su capacidad de infiltración.

Por otra parte, como se mencionara en el Punto 2.1.3 y puede observarse en la vista aérea de La Cava (Foto 2.1), la superficie de techos de entramado irregular, cubre prácticamente toda el área de manzanas donde se ubican las viviendas, resaltando únicamente como espacios verdes dentro de la cuenca, el correspondiente al Hospital del Vidrio y las plazas, lo cual determina que la superficie capaz de infiltrar el agua precipitada fuese reducida.

Por ello se entiende que la influencia de la infiltración está lo suficientemente considerada en la aplicación del Método del CN, propuesto para el cálculo de la precipitación efectiva. (Punto 3.1.3)

En el área remanente (espacios lagunares y su periferia), predomina el fenómeno de evapotranspiración potencial, la cual como se estableció en el Capítulo 2, se estimó mediante el Método de Thornthwaite - Mather (1955).

Dado que el balance resuelve en un paso de cálculo diario, la E_{tp} se expresa en [mm/día], para lo cual se considera la temperatura media diaria [°C], obtenida de los registros de la estación meteorológica Aeroparque Buenos Aires (SMN)

Respecto al Índice Calórico I , en principio se tomó un valor de 75, característico de esta región, apoyado también en estudios antecedentes de balances hídricos mensuales seriados sobre datos de la estación Observatorio Astronómico de La Plata.

La aplicación de la metodología, para el paso diario, se efectuó según lo indicado en Thornthwaite y Mather (1967), de donde también se obtuvo el Factor de Corrección a aplicar a la " E_{tp} sin ajustar", que tiene en cuenta las horas de insolación diaria (función de la latitud del lugar). En el Anexo I - Balance Hidrológico, se incluye una tabla con los mencionados factores correspondientes al hemisferio sur, y para cada día del año.

Los resultados obtenidos se encuentran desarrollados en el Punto 3.2: "Balance Hidrológico", pero un resumen se puede ver en la tabla y gráficos que siguen.

El Grafico 3.5 muestra la evolución diaria de la Etp calculada por Thornthwaite y Mather, mientras que la Tabla 3.8 se indica los valores de evapotranspiración potencial acumulada a lo largo de cada mes considerado.

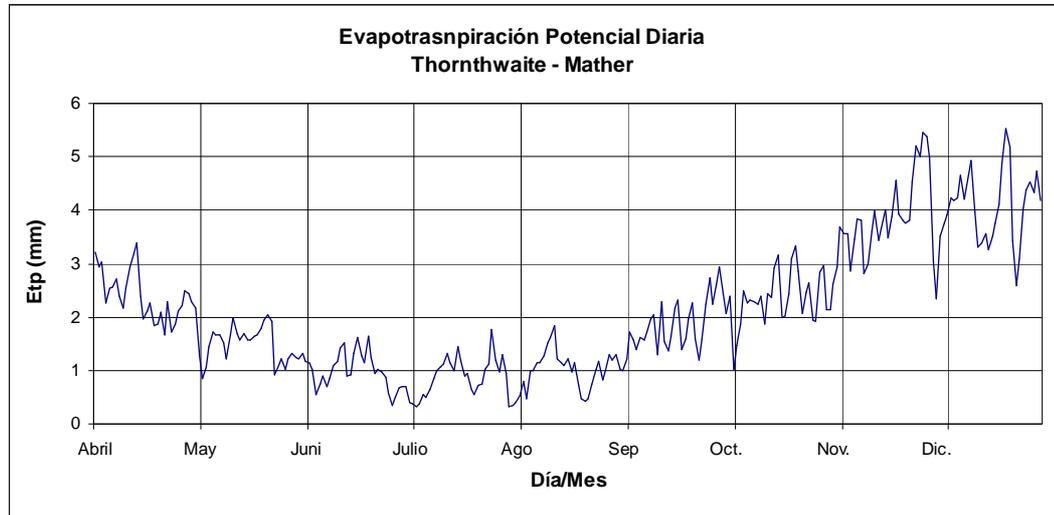


Gráfico 3.5: Evolución diaria de la Etp calculada por Thornthwaite-Mather

Tabla 3.8: Etp acumulada por mes

Mes	Evapotranspiración Potencial (Etp)
Abril	72 mm
Mayo	46 mm
Junio	30 mm
Julio	27 mm
Agosto	31 mm
Septiembre	55 mm
Octubre	72 mm
Noviembre	116 mm
Diciembre	124 mm

Graficados los valores anteriores, toman la forma representada en el Gráfico 3.6, la cual coincide con la distribución normal que en general la evapotranspiración potencial adquiere para esta región.

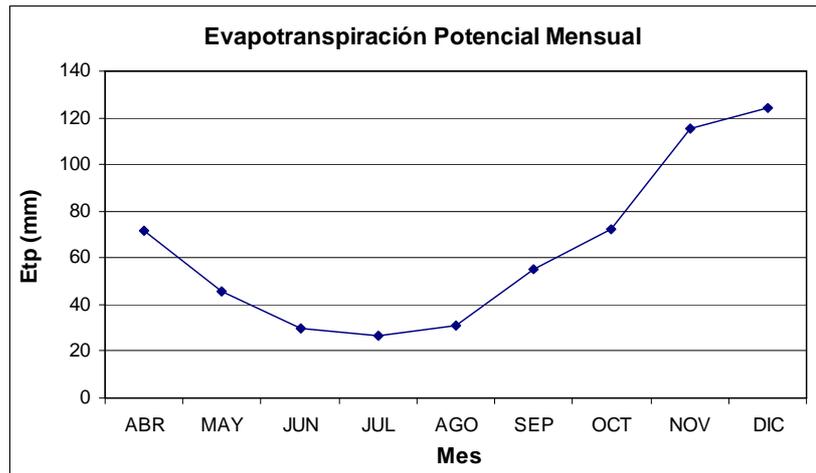


Gráfico 3.6: Etp acumulada mensual obtenida por Thornthwaite-Mather

Con el objeto de poder contrastar los resultados obtenidos, esta variable también fue calculada por el Método de Hargreaves, el cual con las expresiones indicadas en el Capítulo 2, permite obtener la evapotranspiración potencial diaria.

Los datos de temperaturas máximas, mínimas y medias, también fueron procurados de los registros de la estación meteorológica Aeroparque Bs. As. (SMN), y los valores correspondientes a la radiación extraterrestre, para los meses de cálculo y 35° de latitud Sur, se indican en la siguiente Tabla 3.9.

Tabla 3.9: Radiación extraterrestre para 35° latitud Sur en [MJul/m²/día] y su equivalente en evaporación en [mm/día]

Latitud 35°	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
[MJul/m ² /día]	24,8	18,7	15,7	16,8	21,8	29,2	36,9	42,0	44,3
[mm/día]	10,12	7,61	6,39	6,85	8,87	11,91	15,06	17,14	18,07

La comparación de los resultados obtenidos, ya sea para la evolución diaria como para los acumulados de cada mes se muestran en los gráficos 3.7 y 3.8:

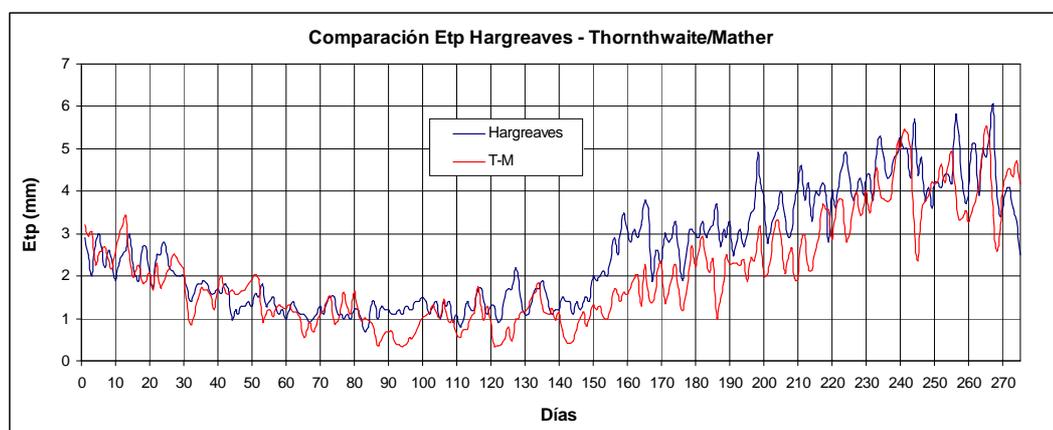


Gráfico 3.7: Comparación distribución de la Etp obtenida por Hargreaves y Thornthwaite-Mather

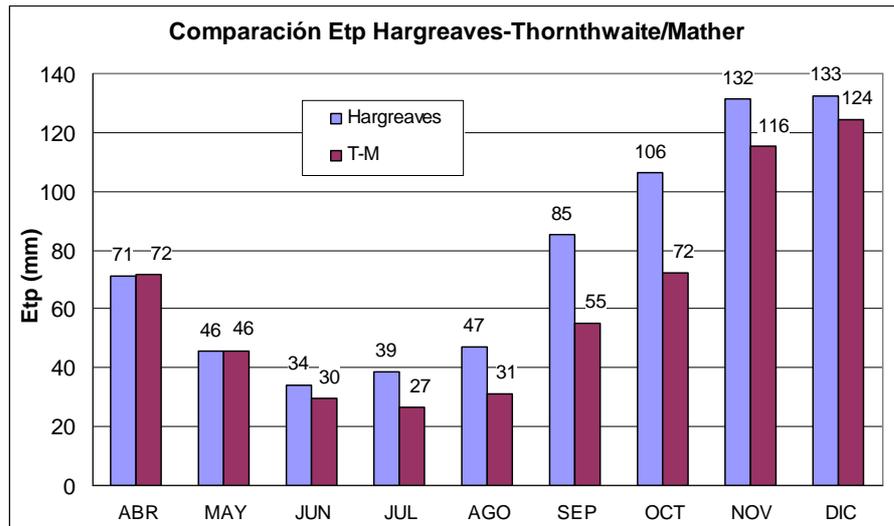


Gráfico 3.8: Etp acumulada mensual obtenida por Hargreaves y Thornthwaite-Mather

En ambos gráficos se aprecia que la *Etp* de Hargreaves se encuentra en general, en el mismo orden o por encima de la T-M, pero esta última adquiere una distribución, como se mencionó anteriormente, más acorde con la región según lo determinado por Auge (2004). Por ello y de manera de considerar valores más conservadores de esta variable, en la realización del balance hídrico se utilizó como evapotranspiración la obtenida por el Método de Thornthwaite – Mather.

3.1.7 Bombeo

Dada la configuración topográfica de la zona en estudio, una cava o excavación antrópica, la única forma posible de extraer el agua desde su interior o poder controlar su nivel, es mediante un sistema de captación y bombeo que permita elevar el agua almacenada hasta algún punto donde se produzca la descarga, por ejemplo, a la red pluvial urbana.

En este sentido, La Cava de Villa Itatí posee desde 1985, año en que como se mencionara anteriormente se produjo una de las primeras inundaciones que afectara a los ya habitantes de la zona más baja, una estación de bombeo, que ha ido teniendo a lo largo de estos años diferentes modificaciones.

Como es apreciable a primera vista, esta estación de bombeo cumple un rol fundamental en la vida cotidiana de La Cava, debido a ser el elemento que permite extraer todos los aportes externos, o sea el que equilibra junto a la evapotranspiración, el balance hidrológico, y permite mantener el nivel de agua de la laguna sin que afecte a las viviendas, brindando de alguna manera, un grado de seguridad frente al riesgo permanente de inundación.

Es por ello es importante hacer una referencia más detallada de esta componente del estudio.

A mediados de 2001, año en el cual el tesista comienza a tener relación con los habitantes de La Cava, la estación de bombeo tenía la apariencia que muestran las Fotos 3.14 y 3.15.



Foto 3.14: Estación de bombeo, año 2001



Foto 3.15: Estación de bombeo, año 2001

En ese tiempo, y como consecuencia de la rotura y falta de arreglo durante varios meses del único equipo de bombeo que funcionaba en la estación, La Cava sufre otra grave inundación, llegando a comprometer en gran medida a las viviendas y siendo necesaria la evacuación de sus habitantes.



Foto 3.16: Inundación año 2001

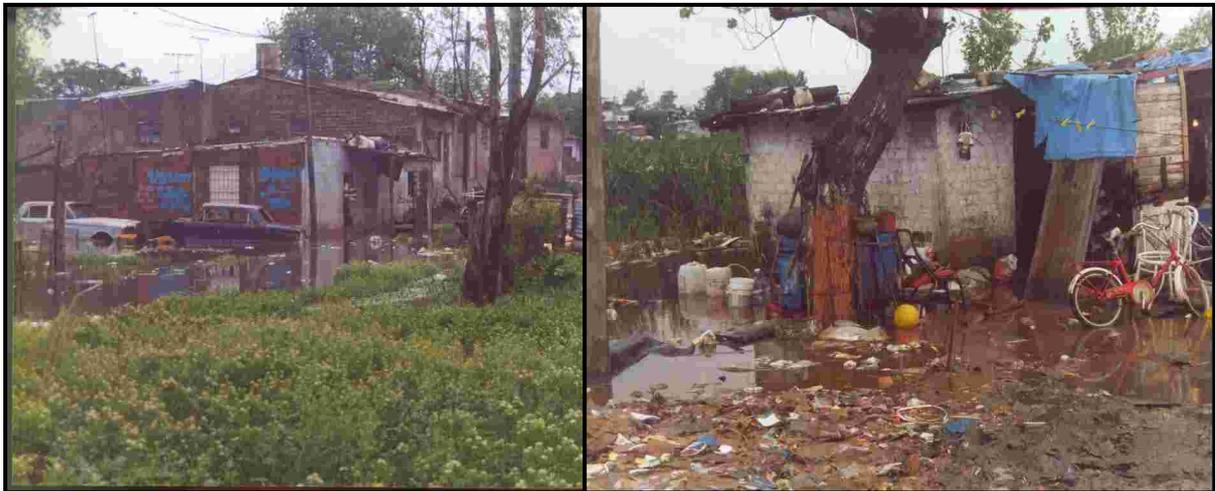


Foto 3.17: Inundación año 2001

Con el objeto de poner en evidencia ante los tomadores de decisión la gravedad de la situación, y gestionar los recursos necesarios para la reparación o compra de una nueva bomba, se elaboró un primer “Informe Hidráulico – Análisis de los Problemas Hidráulicos en La Cava”, presentado en diferentes ámbitos gubernamentales, logrando que el Municipio colocara un equipo de bombeo alternativo, tipo “arrocero” marca Egia, pero con una capacidad de bombeo inferior a la necesaria y eficiencia muy baja.

Recién en agosto del 2002, la Asociación de Cartoneros Villa Itatí, por intermedio de la Congregación de Hermanas Franciscanas Misioneras de María y con el aporte del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, adquirió una motobomba sumergible marca Flygt Modelo CS 3126, con capacidad suficiente para cumplir la función de mantener controlado el nivel de agua dentro de la cava. Dicho equipo fue instalado en la precaria estructura de la estación de bombeo existente sobre uno de los extremos del talud que da hacia el Acceso Sudeste (ver Fotos 3.14 y

3.15). El agua de bombeo se descarga en un conducto de diámetro 0,80 m, que tiene como destino final la red de desagües pluviales urbanos.

El objetivo de "controlar" el nivel de agua fue cumplido satisfactoriamente estableciendo un adecuado régimen diario de funcionamiento, que incluso permitió poder contar con un volumen remanente para amortiguar casos de precipitaciones intensas.

Asimismo, la Municipalidad de Quilmes deja instalado en forma permanente el equipo aportado por ellos, que si bien es de menor capacidad, colabora con el anterior y permite dar mayor seguridad al sistema. Las bombas eran operadas por vecinos del barrio, en coordinación con la Dirección de Servicios Públicos de la Municipalidad.

Sin embargo, tanto la estructura de la estación como la instalación de los equipos de bombeo se encontraban en condiciones precarias desde el punto de vista técnico (hidráulico y electromecánico), estando apoyados sobre tablonces, con el tablero eléctrico y la alimentación de energía eléctrica de manera sumamente riesgosa, y de difícil acceso sobre todo en días de lluvia. Esta situación hacía también muy peligrosa su operación, la puesta en marcha, apagado, mantenimiento, etc.

Fue así que en mayo – junio del 2004, la electrobomba comprada en el 2002 se dañó y la Municipalidad intervino nuevamente reemplazando la bomba anterior por otra, aunque de menor capacidad de bombeo, y se comprometió a la reparación del equipo averiado.

Otra vez la falta de un equipo de bombeo acorde para manejar la situación ocasionó permanentes anegamientos de gran parte del sector.

Es importante comentar que entre los años 2002 y 2004, desde la Asociación de Cartoneros se iniciaron gestiones ante diferentes organismos públicos tendientes a lograr un mejoramiento y adecuación de la estación de bombeo de La Cava de Villa Itatí, los cuales no tuvieron buenos frutos. Ante esta nueva situación se elaboró una segunda versión (actualizada) del "Informe Hidráulico – Análisis de los Problemas Hidráulicos en La Cava", el cual contenía además de la descripción del problema, un plan de trabajos a realizar y el prediseño de las obras necesarias para la estación (plataforma sobre la cual apoyar los equipos, sistemas de izaje de bombas sumergibles, tablero eléctrico aislado, acceso consolidado, etc.)

Con este nuevo documento se logró incluso la elaboración de un convenio para el estudio del problema por parte de la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas de la Provincia de Buenos Aires (DiPSOH), y una declaración de Interés Provincial por parte de la Honorable Cámara de Diputados de la Provincia. De ambas alternativas ninguna prosperó.

En febrero de 2005 se logra hacer la presentación del mencionado Informe Hidráulico ante autoridades nacionales, y en agosto de ese mismo año se obtiene un Anticipo del Tesoro

Nacional (ATN – Expte. 4091-15357-2005) destinado a ésta y otras obras necesarias en La Cava de Villa Itatí. Recién en mayo de 2006 se está en condiciones de licitar la obra por parte del Municipio de Quilmes, y al quedar la misma desierta en dos ocasiones, finalmente, entre agosto de 2006 y mayo de 2007, se ejecuta con personal propio de la Secretaría de Servicios Públicos de la Municipalidad y la participación de la Asociación de Cartoneros.

El estado de la nueva estación de bombeo se muestra en las siguientes fotografías:



Foto 3.18: Estación de bombeo, año 2007



Foto 3.19: Reja de protección acceso a cámara. Estación de bombeo, año 2007



Foto 3.20: Tablero eléctrico, sistema de izaje de electrobombas, Estación de bombeo, año 2007

Como parte de la misma remodelación, agregaron a la electrobomba Flygt ya existente dos equipos más, marca Zenit, de manera de tener un sistema (2+1), es decir dos equipos para condiciones de funcionamiento normal y otro de reemplazo o apoyo en el caso que alguno de los anteriores salga de funcionamiento por daño o mantenimiento.

La configuración y capacidades de los equipos electrobombas actuales es la siguiente:

Cuadro 3.2: Descripción de los equipos de bombeo

Denominación	Marca - Tipo	Altura de Bombeo H	Caudal de Bombeo Qb
		[m]	[m ³ /h]
Bomba 1	Zenith DRP 750/4/150	6	240
Bomba 2	Zenith DRP 750/4/150	6	240
Bomba 3	Flyght CS 3126	6	230

La operación de encendido y apagado de las bombas siempre ha sido de forma manual y no automática por control de nivel, esto es debido fundamentalmente a que las condiciones de saneamiento de La Cava, y lo precario del sistema de provisión de energía eléctrica, hace que día a día sea necesario controlar el buen estado de limpieza de la reja de acceso a la cámara de bombeo y sobre todo el correcto funcionamiento en la operación de arranque de los equipos, donde se produce la mayor sobrecarga a la red eléctrica.

La consigna de funcionamiento de las bombas se definió de manera sencilla para que sea de fácil aplicación, y establecía como límite superior para el arranque de las bombas (NM) el borde de la reja de acceso (ver esquema, Figura 3.7), de 3,70 m de cota IGN, y como límite inferior (Nm) el nivel dado por los ganchos para izaje ubicados en la parte superior del cuerpo del motor de la bomba, de cota IGN aproximada 1,50 m.

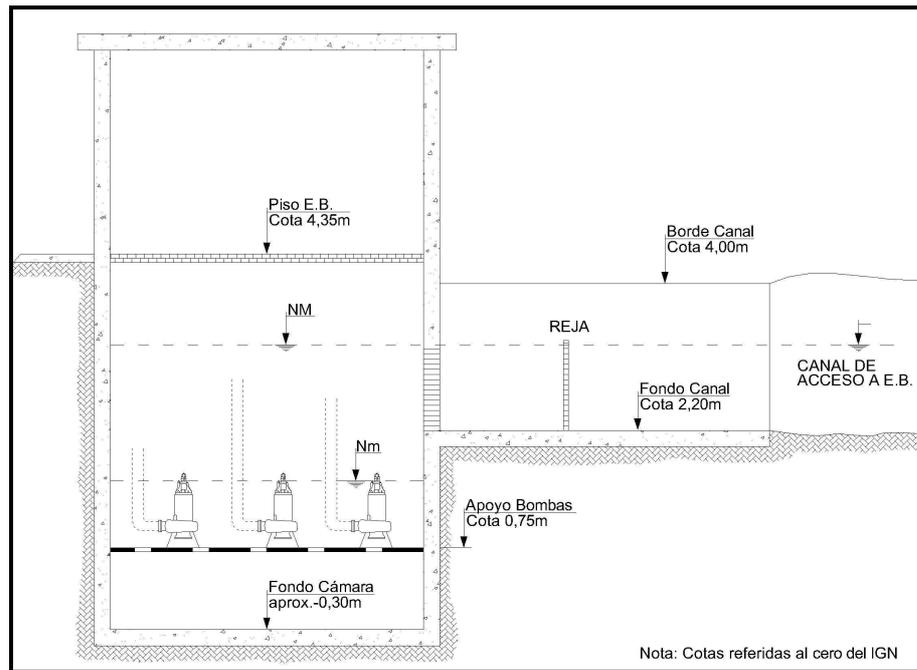


Figura 3.7: Esquema en corte de la Estación de Bombeo

Para el control del tiempo de funcionamiento de cada equipo se estableció una “Planilla de Control de Bombeo” donde se registró, día a día, la hora de arranque y parada de cada una de las bombas. Copia de las planillas se encuentran incorporadas en el Anexo I – Balance Hidrológico, como así también las características técnicas y curvas de funcionamiento de cada uno de los equipos de bombeo.

Un ejemplo de este registro, para la semana del 21 al 27 de marzo de 2011, se muestra a continuación:

Cuadro 3.3: Planilla de Control de Bombeo. Ejemplo

Mes	Día		BOMBA 1				BOMBA 2				BOMBA 3			
			Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		Mañana		Tarde	
			A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P
Marzo	Lunes	21									08.00			13.00
	Martes	22	08.00			15.00								
	Miércoles	23	08.00			15.00	08.00	11.00	13.00	15.00				
	Jueves	24	08.00			15.00					08.00	11.30		
	Viernes	25									08.00			15.00
	Sábado	26	08.00			13.00								
	Domingo	27												

Las tareas de mantenimiento, puesta en marcha y control de funcionamiento de las bombas es realizada por los encargados de estación de bombeo, los cuales viven en La Cava,

próximos a dicha estación, trabajan en conjunto con el Municipio de Quilmes y pertenecen a la Asociación de Cartoneros de Villa Itatí.

En particular el registro del tiempo de bombeo, necesario para la realización del balance propuesto, fue realizado también por estos vecinos.

El control de bombeo establecido ha permitido obtener los siguientes resultados para todo el período de 270 días (nueve meses) considerado:

Cuadro 3.4: Tiempos y Volúmenes resultantes del control de bombeo para todo el período considerado

Tiempo máximo de bombeo diario	24 hs
Tiempo mínimo de bombeo diario	0 hs
Tiempo medio de bombeo diario	10 hs
Tiempo máximo de bombeo continuo	110 hs
Volumen máximo extraído en un día	5.760,0 m ³
Volumen medio extraído en un día	2.413,3 m ³

Los valores obtenidos para cada mes en particular se indican en la Tabla 3.10 y gráficos adjuntos. Cabe mencionar que el registro diario comenzó el día 15 de marzo de 2011, pero los resultados que se muestran a continuación corresponden desde el mes de abril en adelante, para considerar mes completo.

Tabla 3.10: Tiempos y caudales de bombeo mensuales

	Tiempo de Bombeo		Caudal de Bombeo	
	Total	Media Diaria	Total	Medio Diario
	[hs]	[hs]	[m ³ /mes]	[m ³ /día]
Abril	274	9	65275	2176
Mayo	277	9	66480	2145
Junio	411	14	98520	3284
Julio	345	11	79596	2568
Agosto	386	12	88780	2864
Septiembre	304	10	69920	2331
Octubre	290	9	66700	2152
Noviembre	279	9	64170	2139
Diciembre	278	9	63940	2063
Media	320	10	73709	2413

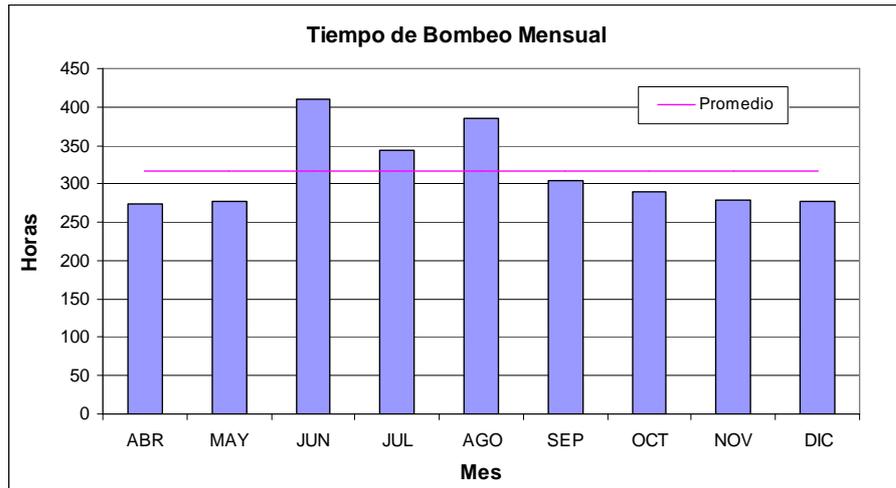


Gráfico 3.9: Total de horas de bombeo por mes

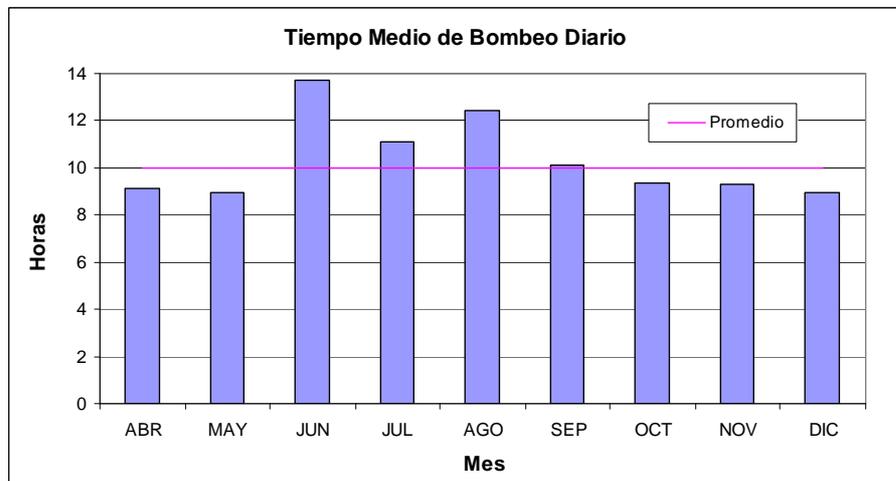


Gráfico 3.10: Tiempo medio diario de bombeo correspondiente a cada mes

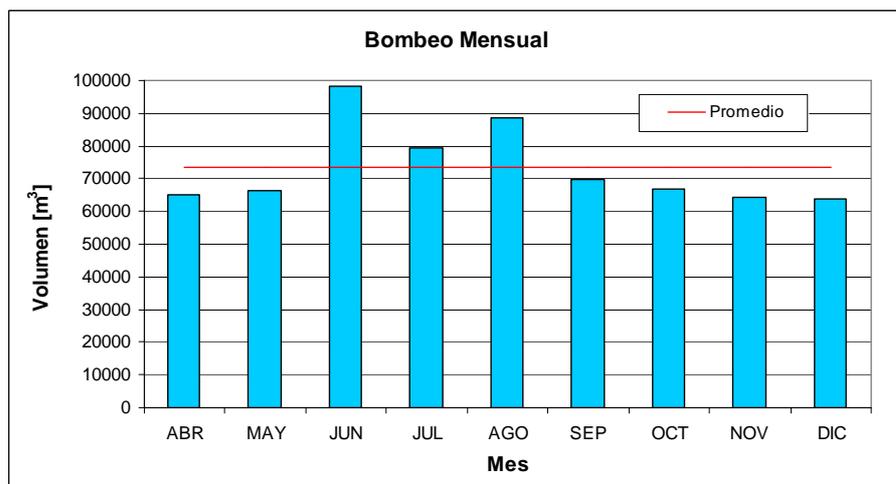


Gráfico 3.11: Volumen mensual extraído por bombeo

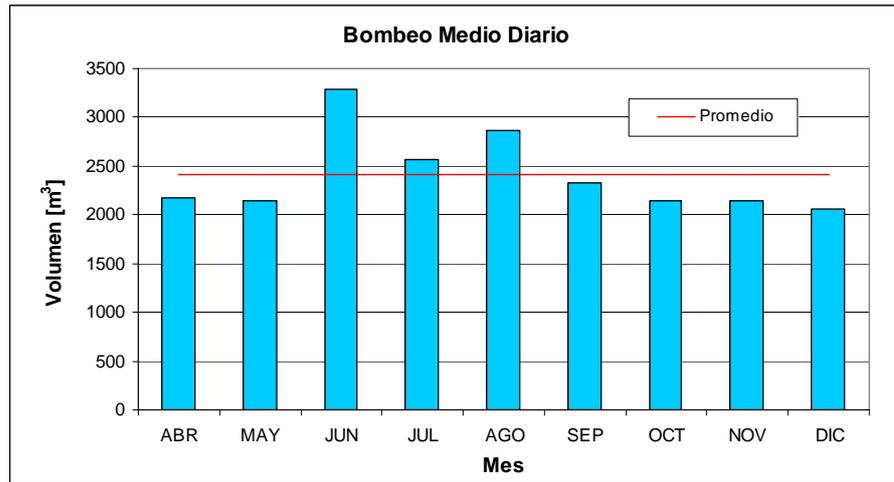


Gráfico 3.12: Volumen extraído medio diario correspondiente a cada mes

Otros alcances más específicos obtenidos a partir de analizar los registros del bombeo, y sobre todo su correspondencia con los períodos donde se produjeron precipitaciones, son indicados en el siguiente Punto 3.2 donde se muestra el resultado del balance hidrológico.

3.1.8 Contaminantes

La campaña llevada adelante para cumplir con el objetivo propuesto, evaluar la calidad del agua en contacto con los habitantes de La Cava, determinar su carga de contaminantes, sus características y sus componentes, contó con el siguiente itinerario:

Cuadro 3.5: Itinerario de muestras tomadas para análisis de agua

Muestra N°	Origen	Fecha	Observaciones	Tipo de Análisis
1	Capa Freática	05/04/2011	En pozo de control del nivel de capa freática	Fisicoquímico y Bacteriológico
2	Laguna	29/03/2011	Muestra integrada. En conducto de salida de la estación de bombeo	Fisicoquímico y Bacteriológico
3	Capa Freática	10/08/2011	En pozo de control del nivel de capa freática	Fisicoquímico y Bacteriológico
4	Laguna	10/08/2011	Muestra integrada. En conducto de salida de la estación de bombeo	Fisicoquímico y Bacteriológico

La ubicación de los lugares donde se obtuvieron las muestras corresponde a los puntos PO-1 y PO-2 de la Figura N° 3.6, para el acuífero freático y la laguna respectivamente.

Las muestras N° 1 y 2 corresponden a fines del período estival y las N° 3 y 4 al invierno.

Las fotografías siguientes pertenecen a las Muestras N° 1 y N° 2, en el pozo de medición del nivel freático y en salida de bomba respectivamente:



Foto 3.21: Extracción de muestras en PO-1. Marzo/Abril 2011



Foto 3.22: Extracción de muestras en PO-1. Marzo/Abril 2011



Foto 3.22: Extracción de muestras en salida de bombeo. Marzo/Abril 2011



Foto 3.23: Extracción de muestras en salida de bombeo. Marzo/Abril 2011



Foto 3.24: Muestras extraídas en PO-1. Agosto 2011



Foto 3.25: Extracción de muestras en salida de bombeo. Agosto 2011

Los resultados de los análisis realizados, por pares de muestras (acuífero freático - laguna), correspondientes a los períodos de verano e invierno se muestran a continuación.

Muestras N° 1 y N° 2, tomadas en Marzo/Abril de 2011:

Tabla 3.11: Resultados análisis químicos Muestras N° 1 y N° 2

ITEM	DETERMINACIÓN	UNIDAD	Muestra N°1 FREÁTICA	Muestra N°2 LAGUNA
BACTERIOLÓGICO				
1	Bacterias coliformes totales	NMP/100ml	2.400.000	> 1.100.000
2	Bacterias coliformes termoresistentes	NMP/100ml	39.000	> 1.100.000
3	Pseudomonas	NMP/100ml	16	> 16
FISICOQUÍMICO				
1	pH	u de pH	7	7,5
2	Cloruros	mg/l	77	67
3	Calcio	mg/l	59	74
4	Sulfatos	mg/l	50	35
5	Magnesio	mg/l	8	9
6	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	51	77
7	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	15	25
8	Nitrógeno Total Kjeldhal	mg/l	5,8	8,4
9	Bicarbonatos	mg/l	305	305
10	Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1,8	< 0,2
11	Carbonatos	mg/l	< 3	< 3
12	Fósforo Total	mg/l	1,19	1,17
13	Conductividad	μS/cm	703	992
14	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	< 0,02	0,07
15	Sólidos totales a 105 °C	mg/l	469	662
16	Nitratos	mg/l	3	< 2
17	Nitritos	mg/l	< 0,03	1,21
18	Sodio	mg/l	108	177
19	Potasio	mg/l	6,5	11,8
20	Sólidos suspendidos totales	mg/l	78	5
21	Sólidos suspendidos fijos	mg/l	58	1
22	Sólidos suspendidos volátiles	mg/l	20	4
23	Cadmio	mg/l	< 0,002	< 0,002
24	Cromo	mg/l	< 0,003	< 0,003
25	Plomo	mg/l	< 0,02	< 0,02
26	Mercurio	mg/l	< 0,001	< 0,001

Muestras N° 3 y N° 4, tomadas en Agosto de 2011:

Tabla 3.12: Resultados análisis químicos Muestras N° 3 y N° 4

ITEM	DETERMINACIÓN	UNIDAD	Muestra N° 3 FREÁTICA	Muestra N° 4 LAGUNA
BACTERIOLÓGICO				
1	Bacterias coliformes totales	NMP/100ml	24.000	> 1.100.000
2	Bacterias coliformes termoresistentes	NMP/100ml	4.600	> 1.100.000
3	Pseudomonas	NMP/100ml	< 2,2	2,2
FISICOQUÍMICO				
1	pH	u de pH	7,4	7,6
2	Cloruros	mg/l	193	66
3	Calcio	mg/l	181	71
4	Sulfatos	mg/l	155	60
5	Magnesio	mg/l	3	10
6	Demanda Química de Oxígeno	mg/l	60	83
7	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	< 2	15
8	Nitrógeno Total Kjeldhal	mg/l	4,1	2,9
9	Bicarbonatos	mg/l	538	501
10	Nitrógeno Amoniacal	mg/l	< 0,2	0,5
11	Carbonatos	mg/l	< 3	< 3
12	Fósforo Total	mg/l	< 0,01	0,6
13	Conductividad	µS/cm	1754	1055
14	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	< 0,02	1,37
15	Sólidos totales a 105 °C	mg/l	1170	704
16	Nitratos	mg/l	86	< 2
17	Nitritos	mg/l	0,06	0,35
18	Sodio	mg/l	223	170
19	Potasio	mg/l	1,6	0,6
20	Sólidos suspendidos totales	mg/l	125	4
21	Sólidos suspendidos fijos	mg/l	94	2
22	Sólidos suspendidos volátiles	mg/l	31	2
23	Cadmio	mg/l	< 0,002	< 0,002
24	Cromo	mg/l	0,004	< 0,003
25	Plomo	mg/l	< 0,02	< 0,02
26	Mercurio	mg/l	0,001	0,001

En el Anexo II - Análisis de Laboratorio, se encuentran los protocolos originales completos de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados en el Laboratorio de Investigaciones Sanitarias (LIS) del Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UNLP.

El análisis de los resultados obtenidos se expone en el Punto 3.3 “Características y Calidad del Recurso”

3.2 BALANCE HIDROLÓGICO

En el Capítulo anterior (Punto 2.2.2) se estableció que para el caso particular de La Cava de Villa Itatí, la ecuación general del balance hidrológico tomaba la forma:

$$Pe + Qsb + Qi - Evt - Qb = \pm \Delta Ssp$$

Donde:

Pe: Precipitación efectiva

Qsb: Volumen de escurrimiento subterráneo

Qi: Volumen de agua importada

Evt: Evapotranspiración

Qb: Volumen extraído por bombeo

ΔSsp : Variación del almacenamiento superficial

Éste se realizó en términos de volumen de agua que ingresa o egresa del sistema, medido en m³. Asimismo, el paso de tiempo de cálculo quedó establecido en un día, y el período considerado corresponde a los meses de abril a diciembre de 2011, 270 días (nueve meses), aunque los registros de datos de precipitación y bombeo incluyan a la segunda quincena de marzo, los cuales se obtuvieron para considerar la situación antecedente al inicio del balance.

El volumen inicialmente contenido en la laguna se estimó a partir de considerar su superficie de 2,98 ha y una profundidad promedio del orden de los 0,85 m, lo que resulta prácticamente en un almacenamiento superficial de 25.000 m³.

Debido a su extensión, el detalle de la evolución diaria del balance está incorporado al Anexo I – Balance Hidrológico, y también por este motivo se ha optado por exponer la representación gráfica de los resultados y el resumen de los valores medios mensuales más relevantes a los fines del estudio.

En este sentido, el Gráfico 3.13 muestra el resultado de la evolución diaria del balance para todo el período considerado, y en la Tablas 3.13 y 3.14 se presentan las magnitudes mensuales de cada una de las variables consideradas, ya sea tanto para los ingresos como para los egresos respectivamente.

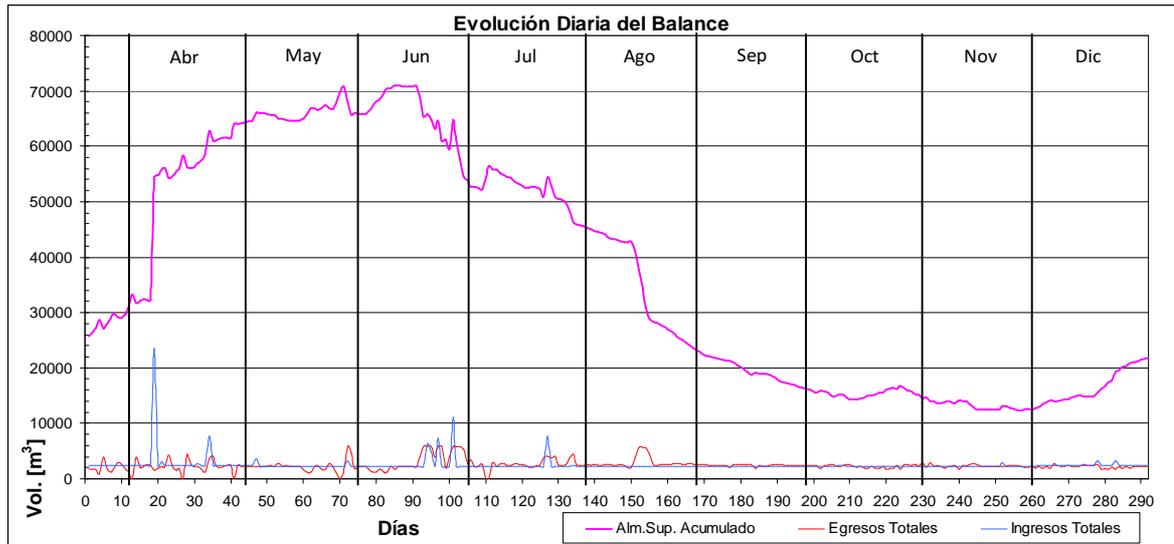


Gráfico 3.13: Evolución diaria del balance hidrológico

Tabla 3.13: Balance hidrológico. Ingresos mensuales

Mes	Precipitación Efectiva		Agua Importada		Aporte Subterráneo		Total Ingresos
	Volumen	Incidencia	Volumen	Incidencia	Volumen	Incidencia	Volumen
	[m ³]	%	[m ³]	%	[m ³]	%	[m ³]
Abril	28.708	28,4	57.245	56,6	15.202	15,0	101.156
Mayo	1.071	1,6	51.370	75,4	15.709	23,0	68.150
Junio	20.791	24,3	49.713	58,0	15.202	17,7	85.706
Julio	5.731	7,9	51.370	70,6	15.709	21,6	72.810
Agosto	0	0,0	51.370	76,6	15.709	23,4	67.079
Septiembre	2	0,0	49.713	76,6	15.202	23,4	64.917
Octubre	618	0,9	51.370	75,9	15.709	23,2	67.697
Noviembre	815	1,2	49.713	75,6	15.202	23,1	65.730
Diciembre	1.722	2,2	59.154	77,2	15.709	20,5	76.584

Tabla 3.14: Balance hidrológico. Egresos mensuales

Mes	Bombeo		Evapotranspiración		Total Egresos
	Volumen	Incidencia	Volumen	Incidencia	Volumen
	[m ³]	%	[m ³]	%	[m ³]
Abril	65.275	96,9%	2.109	3,1%	67.384
Mayo	66.480	98,0%	1.349	2,0%	67.829
Junio	98.520	99,1%	864	0,9%	99.384
Julio	79.596	99,0%	789	1,0%	80.385
Agosto	88.780	99,0%	921	1,0%	89.701
Septiembre	69.920	97,7%	1.630	2,3%	71.550
Octubre	66.700	96,9%	2.147	3,1%	68.847
Noviembre	64.170	95,0%	3.407	5,0%	67.577
Diciembre	63.940	94,8%	3.535	5,2%	67.475

La comparación entre los ingresos y egresos totales correspondientes a cada mes, se muestra en la Tabla 3.15 siguiente.

Tabla 3.15: Balance hidrológico. Comparación Ingresos – Egresos Totales

Mes	Total Ingresos	Total Egresos	Diferencia	
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	%
Abril	101.156	67.384	33.772	50,1%
Mayo	68.150	67.829	321	0,5%
Junio	85.706	99.384	-13.678	-13,8%
Julio	72.810	80.385	-7.575	-9,4%
Agosto	67.079	89.701	-22.622	-25,2%
Septiembre	64.917	71.550	-6.633	-9,3%
Octubre	67.697	68.847	-1.150	-1,7%
Noviembre	65.730	67.577	-1.847	-2,7%
Diciembre	76.584	67.475	9.109	13,5%

Los signos negativos en los volúmenes y porcentajes corresponden a los meses en donde los egresos, constituidos fundamentalmente por el bombeo, superaron a los ingresos y por consecuencia el almacenamiento superficial medio durante el mes sufría un descenso.

Estos mismos resultados se representan en el Gráfico 3.14:

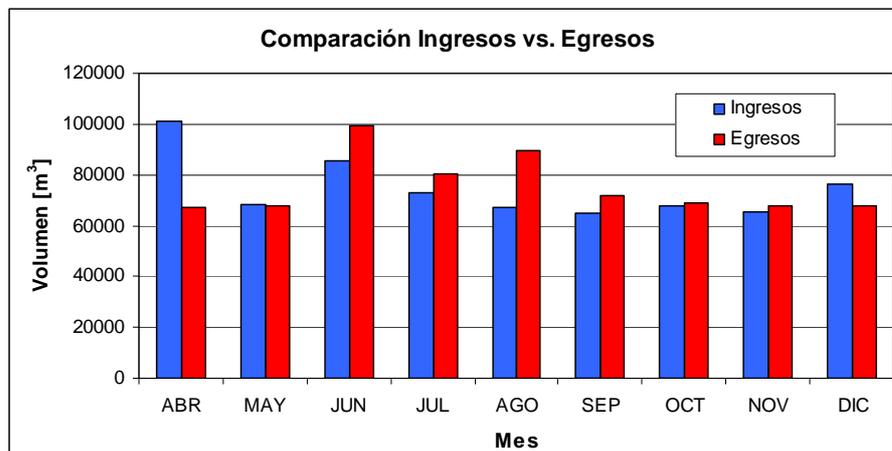


Gráfico 3.14: Balance hidrológico. Comparación Ingresos – Egresos Totales

A partir de estos primeros resultados podemos señalar que abril, como consecuencia de las importantes precipitaciones ocurridas durante todo el mes (101,0 mm el 02/04/2011, 30,9 mm el 17/04/2011 y 24,8 mm el 30/04/2011 – Ver Gráfico 3.1), el ingreso de agua a La Cava superó en gran medida a los egresos. Recién en junio y julio se registra un incremento de los egresos por sobre los ingresos (a partir de una mayor cantidad de horas de bombeo), llegando a ser máxima la diferencia en agosto, mes éste particularmente especial por su escasa

precipitación (un total de 17,5 mm en el mes pero que no superaron los 6,0 mm en 24 horas) que no alcanzó a generar un exceso de precipitación capaz de escurrir hacia la laguna.

La situación descrita anteriormente puede apreciarse en el siguiente Gráfico 3.15, donde se verifican las grandes diferencias entre las variables "Precipitación efectiva" y "Bombeo".

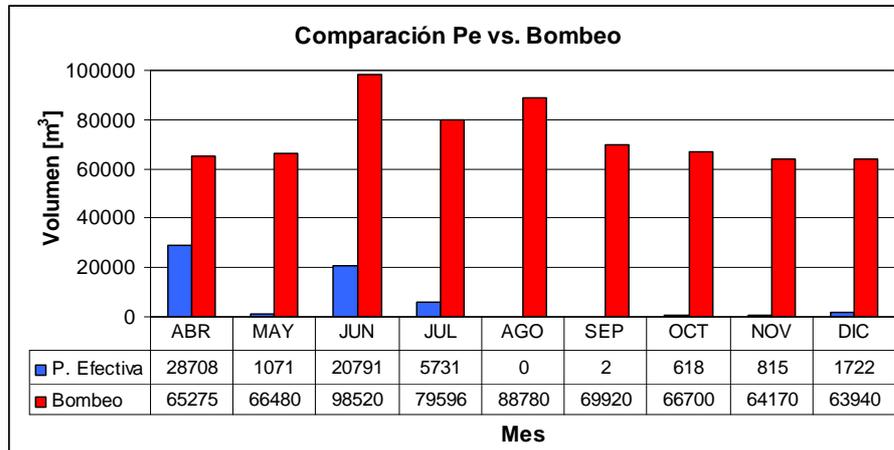


Gráfico 3.15: Comparación Precipitación efectiva - Bombeo

Deteniendo el análisis en el mencionado Gráfico 3.13, se puede observar una particularidad importante de destacar. Entre los meses de septiembre a noviembre el almacenamiento superficial en la laguna tiende a estabilizarse, en un valor del orden de los 16.000 m³ (línea a trazos en el gráfico siguiente), luego de un fuerte descenso durante el mes de agosto.

Lo descripto puede apreciarse mejor si se separa del gráfico inicial este lapso de tiempo en particular, tal como se muestra en el Gráfico 3.16.

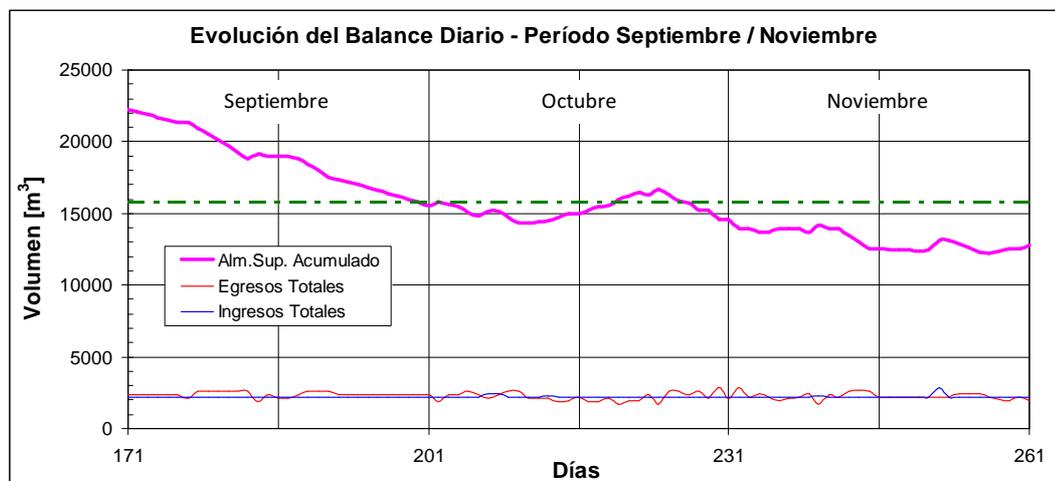


Gráfico 3.16: Evolución diaria del balance. Período septiembre - noviembre

Si en este período es posible, como ya se ha visto, minimizar el efecto de la precipitación efectiva como ingreso y la evapotranspiración potencial como egreso, y se realiza una comparación entre las variables predominantes, agua importada y escurrimiento subterráneo como ingresos, y bombeo como egreso, se obtiene un gráfico como el siguiente:

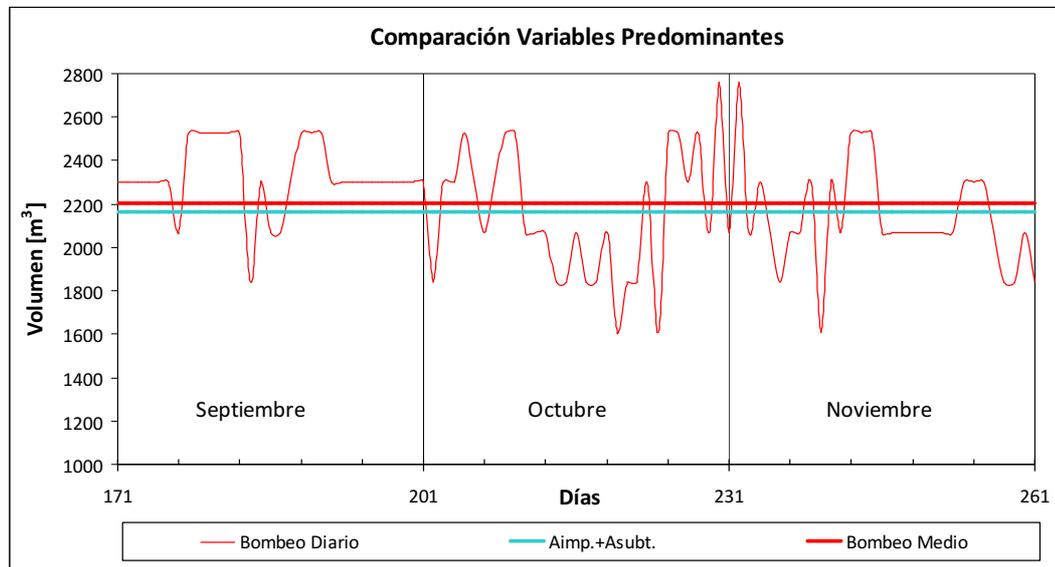


Gráfico 3.17: Balance hidrológico. Comparación $A_i + A_s - \text{Bombeo}$

Puede observarse que en el paso diario el volumen bombeado es variable, pero en su valor medio prácticamente compensa la suma del agua importada y la afluencia subterránea.

Esto conlleva a poder afirmar que el hecho de haber asistido a un año de precipitaciones de particular distribución (ver lo indicado en el Punto 3.1.2 anterior), ha permitido ajustar las variables de agua importada y escurrimiento subterráneo propuestas al inicio del balance, en un rango que resulta razonable dada la incertidumbre inicial.

Ajustados entonces los cálculos de todas las variables consideradas, los valores finalmente adoptados para sus parámetros, que cierran en forma aceptable el balance hidrológico, se presentan en el siguiente Cuadro 3.6:

Cuadro 3.6: Valores de los parámetros resultantes del balance hidrológico

Variable	Parámetro	Valor
Afluencia Subterránea	Gradiente Hidráulico	$3,8 \times 10^{-3}$
	Transmisividad	100 m ² /día
	Longitud de la curva isofreática	1.270 m
Agua Importada	Dotación en meses de verano	190 l/hab/día
	Dotación en meses de invierno	170 l/hab/día
	Coefficiente de vertido	0,9
	Porcentaje de pérdidas en la red de agua	40%
Precipitación Efectiva	Número de Curva para condición II (CN II)	92
Evapo-Transpiración	Índice Térmico	75

Con el fin de interpretar si los volúmenes resultantes del balance, cuya evolución diaria se mostró en el Gráfico 3.13, eran factibles de ser contenidos en el área lagunar y su periferia, se ensayó la determinación de su curva altura - volumen.

En este sentido, es importante mencionar que la medición de niveles en la laguna representa una tarea difícil de concretar con cierto grado de precisión, debido fundamentalmente a la vegetación, a las viviendas que se ubican en su periferia, pero sobre todo a la gran cantidad de basura en superficie. Sin embargo, con la ayuda de las curvas de nivel determinadas en el Punto 3.1.1 (Figura 3.3) y los controles de nivel realizados en la estación de bombeo, se obtuvo la relación que se indica en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16: Relación Altura - Volumen

Cota IGN	Área	Volumen
[m]	[m ²]	[m ³]
1,70	5.370	0
2,20	7.954	3.331
2,50	9.505	5.950
3,00	19.613	13.229
3,30	35.360	21.475
4,00	72.104	59.088
4,50	74.683	95.785
5,00	77.262	118.359

La representación gráfica de estas magnitudes proporciona la curva altura - volumen buscada, la cual se muestra a continuación en el Gráfico 3.18.

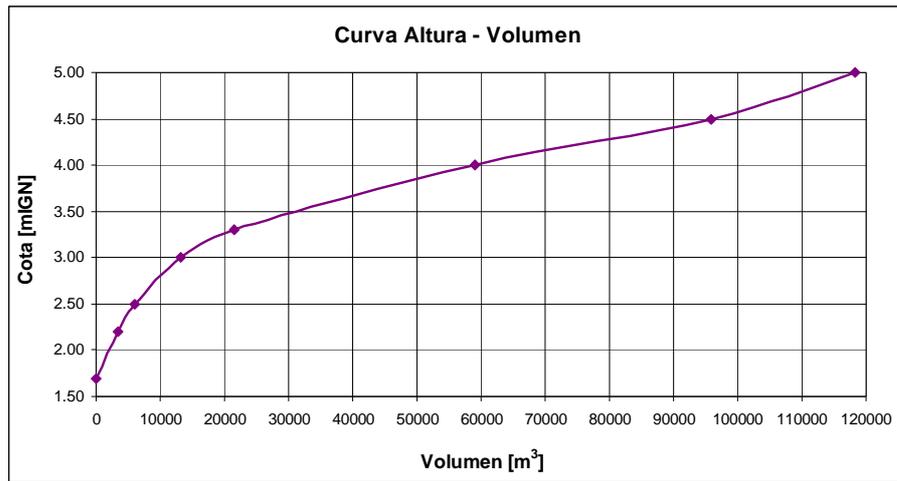


Gráfico 3.18: Área lagunar. Curva Altura - Volumen

Siendo la cota IGN de fondo del canal de acceso a la estación de bombeo 2,20 m, el volumen contenido por debajo de la misma (hasta cota 1,70 m o menor) se considera como "muerto" y no participa del balance.

A pesar del carácter preliminar de esta relación altura - volumen acumulado, ha proporcionado resultados interesantes:

- Los volúmenes acumulados más importantes, del orden de los 70.000 m³, que muestra el Gráfico 3.13 se mantienen entre cotas 4,00 a 4,10 m (siempre referidas al cero del IGN), no superando la 4,35 m del piso de la E.B., nivel éste nunca alcanzado por el agua de la laguna.
- La precipitación de 101,0 mm ocurrida el 02/04/2011 representó un volumen estimado en el orden de los 21.100 m³, provocando el incremento (en un día) del volumen acumulado de 32.200 m³ a casi 53.400 m³. Esto mismo transformado a cotas del IGN representaría un incremento de 3,50 m a aproximadamente 3,85 m. Estos valores son compatibles con lo que pudo observarse ese día, donde el nivel de agua si bien creció mucho, no alcanzó a superar el borde superior del canal de acceso a la estación, cuya cota IGN es 4,00 m.
- Para los volúmenes acumulados registrados entre septiembre y noviembre (los menores del período analizado), los niveles de la laguna se mantienen dentro de los normales para el funcionamiento diario de la estación, esto es, entre los 2,20 m (piso canal) y 3,30 m (borde superior de la reja).

Por último, la incidencia de cada una de las variables en el balance hidrológico se obtuvo como el promedio de su participación mensual a lo largo del período analizado, medido como

porcentaje respecto del volumen total involucrado. En la Tabla 3.17 se indican estos valores para el caso de los ingresos, los cuales también han sido representados en el Gráfico 3.19.

Tabla 3.17: Balance Hidrológico. Ingresos. Porcentajes de incidencia

Ingresos			
Mes	Precipitación Efectiva	Agua Importada	Afluencia Subterránea
Abril	28,4%	56,6%	15,0%
Mayo	1,6%	75,4%	23,0%
Junio	24,3%	58,0%	17,7%
Julio	7,9%	70,6%	21,6%
Agosto	0,0%	76,6%	23,4%
Septiembre	0,0%	76,6%	23,4%
Octubre	0,9%	75,9%	23,2%
Noviembre	1,2%	75,6%	23,1%
Diciembre	2,2%	77,2%	20,5%
Media	7,4%	71,4%	21,2%

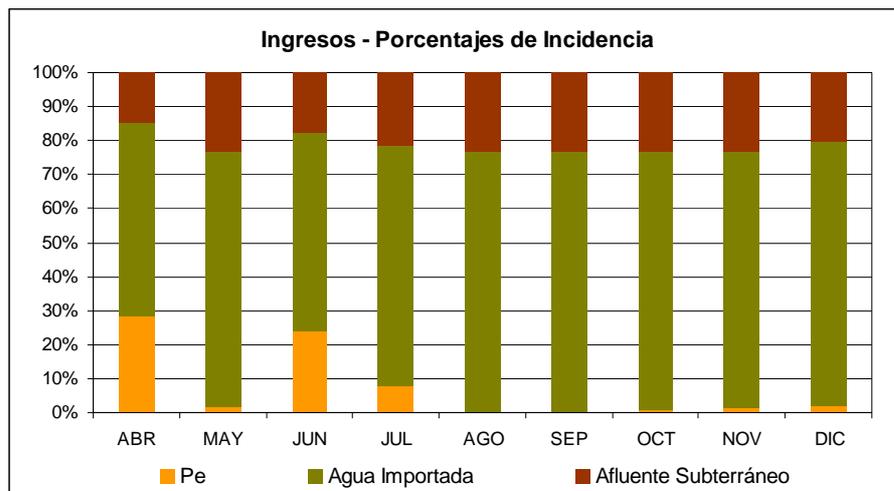


Gráfico 3.19: Balance hidrológico. Ingresos. Porcentajes de incidencia

De la misma manera para el caso de los egresos, los porcentajes de incidencia se muestran en la Tabla 3. 18 y Gráfico 3.19 adjuntos.

Tabla 3.18: Balance Hidrológico. Egresos. Porcentajes de incidencia

Egresos		
Mes	Bombeo	Evapo-Transpiración
Abril	96.9%	3.1%
Mayo	98.0%	2.0%
Junio	99.1%	0.9%
Julio	99.0%	1.0%
Agosto	99.0%	1.0%
Septiembre	97.7%	2.3%
Octubre	96.9%	3.1%
Noviembre	95.0%	5.0%
Diciembre	94.8%	5.2%
Media	97.4%	2.6%

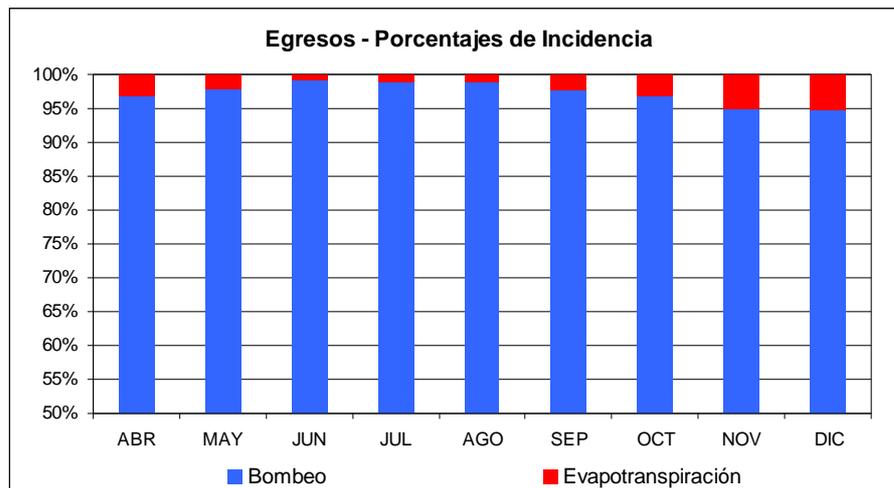


Gráfico 3.20: Balance hidrológico. Egresos. Porcentajes de incidencia

3.3 CARACTERÍSTICAS y CALIDAD DEL RECURSO

A partir de los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos de las muestras mencionadas (ver Punto 3.1.8), y con el objetivo de realizar una valoración de la composición química del agua presente en la capa freática y en la laguna, se confeccionaron mediante la aplicación de las metodologías respectivas, los diagramas de Piper (1944) y Schoeller – Berkloff (1935), los cuales se representan en los Gráficos 3.21 y 3.22.

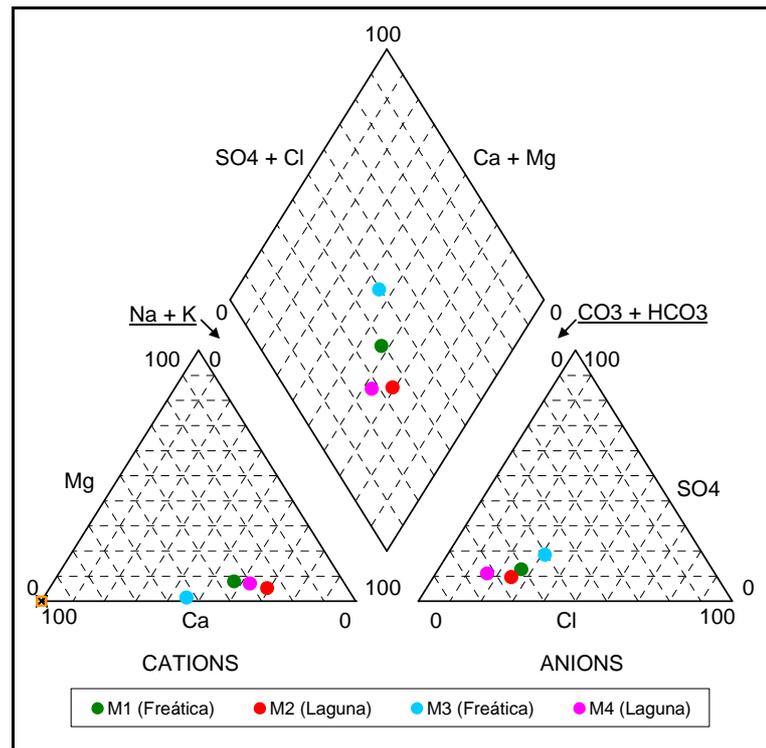


Gráfico 3.21: Diagrama de Piper

La denominación de las muestras coincide con la indicada oportunamente al momento de comentar su obtención, es decir, la M1 y M2 corresponden a las tomadas en la capa freática y laguna respectivamente, al finalizar el verano, y las M3 y M4 a la freática y laguna en invierno.

De los gráficos se observa que poseen características hidroquímicas similares, con una participación de sus componentes (en porcentaje y [meq/l] de aniones y cationes) que siguen un mismo patrón de distribución, salvo la muestra M3 (freática en invierno) que difiere ligeramente de las demás principalmente por un aumento del Ca^{++} , disminución del Mg^{++} y mayor presencia de sulfatos y cloruros.

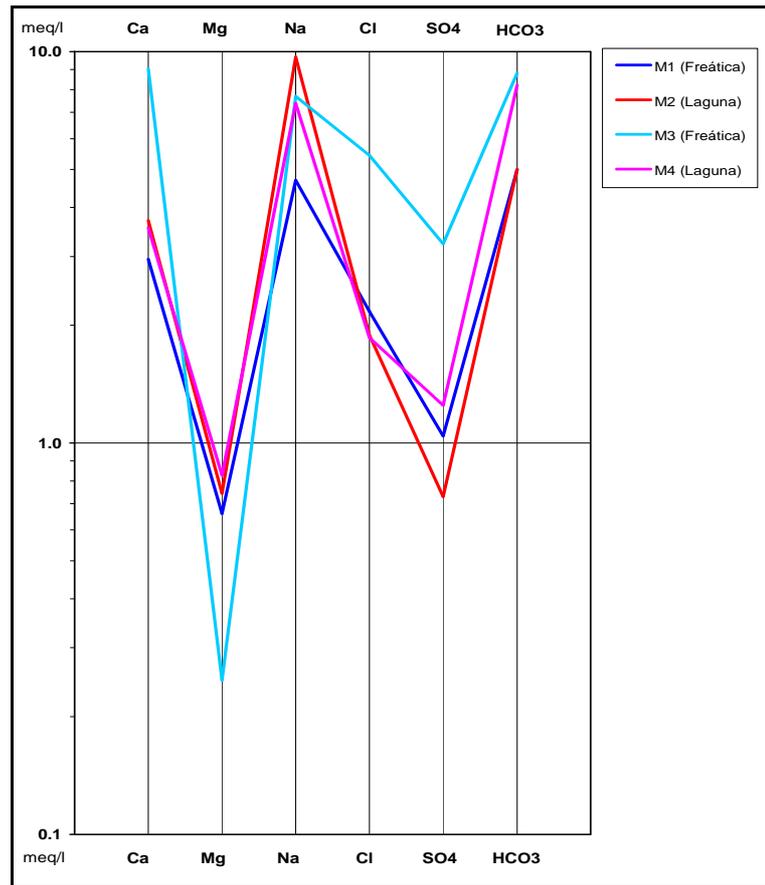


Gráfico 3.22: Diagrama de Schoeller - Berkloff

Es importante reconocer que la cantidad de muestras obtenidas y analizadas no es suficiente para hacer una caracterización acabada del recurso, sin embargo, en vista de los resultados es posible expresar que en ambos casos (freática y laguna) se trata de aguas bicarbonatadas sódicas, y que de alguna manera estas características concuerdan con las señaladas en la descripción regional para el subacuífero Epipelche.

Observando la misma limitación, los resultados obtenidos de los análisis bacteriológicos y fisicoquímicos fueron comparados con los estándares oficiales establecidos por las siguientes normas:

- Ley 11.820 de la provincia de Buenos Aires, texto actualizado con las modificaciones introducidas por la ley 12.292. Anexo A: Normas de calidad para el agua potable - Tabla I: Límites tolerables para los componentes microbiológicos básicos y Tabla II: Componentes que afectan directamente a la salud - límites tolerables. Anexo B: Normas de calidad para desagües cloacales - Tabla I: Parámetros de calidad-descargas límites admisibles para efluentes cloacales.
- Código Alimentario Argentino (CAA) - Artículo 982 - Resolución conjunta de la Secretaría de Políticas, Regulación y Relaciones Sanitarias (SPRyRS) N° 68/2007 y

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA) N° 196/2007) sobre agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario.

- Resolución Autoridad del Agua (ADA) de la provincia de Buenos Aires N° 336/03 - Anexo II - Parámetros de calidad de las descargas límite admisibles.

Las normas escogidas legislan sobre los parámetros de calidad que deben cumplir las aguas para consumo humano, de uso domiciliario y las descargas de efluentes cloacales según su receptor final. Incluyen a lo establecido por las “Normas mínimas de calidad de agua producida y distribuida” y las “Normas para desagües cloacales” que debe cumplir la empresa Aguas y Saneamiento Argentinos S. A. (AySA), proveedora del servicio de agua y cloacas.

Se ha optado por estas normativas debido a que según se ha podido constatar con la propia experiencia, los habitantes de Villa Itatí y La Cava utilizan para consumo agua de red pública y su excedente, como se describió en puntos anteriores, en parte recarga la capa freática y el resto transita por desagües precarios y zanjas hacia la laguna. Por ello, la intención es la de poder evaluar cuanto se aleja el agua presente en superficie y en contacto con la gente, de aquella de características seguras como la suministrada por el servicio público.

En este mismo sentido, tanto en la capa freática como en la laguna es de esperar encontrar aguas con características de efluentes cloacales, las cuales tienen una alta probabilidad de estar también en contacto con la población, ya sea por incrementos en los niveles freáticos que superan el piso de las casas más bajas, como por aumento del nivel de la laguna por un inconveniente en el funcionamiento de la estación de bombeo.

Análisis Bacteriológico

El contraste de los resultados del análisis bacteriológico se realizó en dos partes. Primeramente se comparó la presencia de bacterias coliformes totales, con los límites requeridos por la Autoridad del Agua (ADA) de la provincia de Buenos Aires para las descargas de efluentes cloacales en diferentes receptores finales (Cuadro 3.7).

Cuadro 3.7: Análisis bacteriológico. Comparación con Resolución ADA N° 336/03

Determinación	Muestras				Valor de referencia		
	Verano		Invierno		Resolución ADA 336/03		
	Freática	Laguna	Freática	Laguna	Colectora Cloacal	Conducto pluvial o cuerpo agua superficial	Absorción por el suelo
	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]
Bacterias Coliformes Termorresistentes	39.000	> 1.100.000	4.600	> 1.100.000	≤ 20.000	≤ 2.000	≤ 2.000

La segunda comparación se realizó con los valores máximos establecidos en el Código Alimentario Argentino (CAA) para la existencia en el agua potable de bacterias coliformes termorresistente y pseudomonas (Cuadro 3. 8).

Cuadro 3.8: Análisis bacteriológico. Comparación con CAA Art. 982

Determinación	Muestras				Valor de referencia
	Verano		Invierno		Código Alimentario Argentino
	Freática	Laguna	Freática	Laguna	
	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]
Bacterias Coliformes totales	2.400.000	> 1.100.000	24.000	> 1.100.000	≤ 3
Pseudomonas	16	> 16	< 2,2	2,2	ausencia

La conclusión de estos contrastes en ambos casos es contundente y pone en evidencia que en todas las muestras analizadas, la carga bacteriológica presente en el agua supera ampliamente los límites establecidos por las normas, confirmando de alguna manera que la capa freática está en contacto con los pozos negros de las casas ubicadas en la parte alta de La Cava, pero más aún, que el agua de la laguna, próxima a las viviendas y que eventualmente entra en contacto con los habitantes de la zona baja, se encuentra altamente contaminada con organismos patógenos.

Metales Pesados

Los metales pesados tenidos en cuenta en el estudio para su determinación fueron cadmio, cromo, plomo y mercurio. Estos elementos están por lo general incluidos en las normas que evalúan la calidad del agua.

Los resultados se muestran en el Cuadro 3.9.

Cuadro 3.9: Presencia de metales pesados

Metal	Muestras				Valores de referencia	
	Verano		Invierno		Ley 11.820 Límite Tolerable	Código Alimentario Argentino.
	Freática	Laguna	Freática	Laguna		
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Cadmio	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,003	< 0,005
Cromo	< 0,003	< 0,003	0,004	< 0,003	0,05	< 0,05
Plomo	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,01	< 0,05
Mercurio	< 0,001	< 0,001	0,001	0,001	0,001	< 0,001

En términos generales es posible decir que no existiría presencia de estos componentes tanto en la capa freática como en la laguna, encontrándose únicamente valores de mercurio, en las muestras de invierno, coincidentes con los límites exigidos.

Análisis Físicoquímico

En este caso también se realizó el análisis comparativo con normas que rigen la calidad del agua por un lado y la descarga de líquidos cloacales por el otro.

En el primer caso las sustancias inorgánicas comparadas con los valores de referencia obtenidos de la Ley 11.820 y el CAA se muestran en el Cuadro 3.10 y en los gráficos adjuntos, en los cuales también se indica en línea continua los mencionados valores referenciales para cada elemento.

Cuadro 3.10: Sustancias Inorgánicas. Comparación con Ley 11.820 y CAA

Determinación	Unidad	Muestras				Valores de referencia	
		Verano		Invierno		Ley 11.820 Límite Tolerable	Código Alimentario Argentino
		Freática	Laguna	Freática	Laguna		
pH	U de pH	7	7,5	7,4	7,6	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Cloruros	[mg/l]	77	67	193	66	250	< 350
Sulfatos	[mg/l]	50	35	155	60	250	< 400
Sólidos totales	[mg/l]	469	662	1.170	704	1.500	< 1.500
Nitratos	[mg/l]	3	< 2	86	< 2	50	< 45
Nitritos	[mg/l]	< 0,03	1,21	0,06	0,35	3	< 0,10

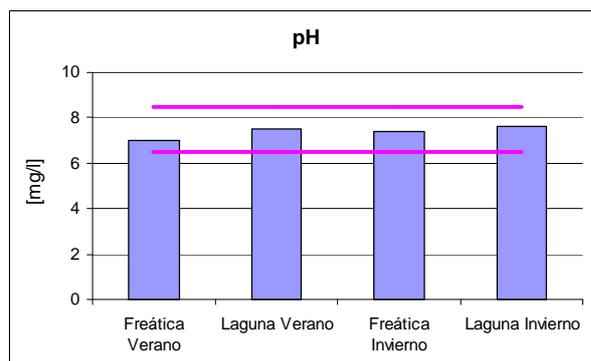


Gráfico 3.23: pH

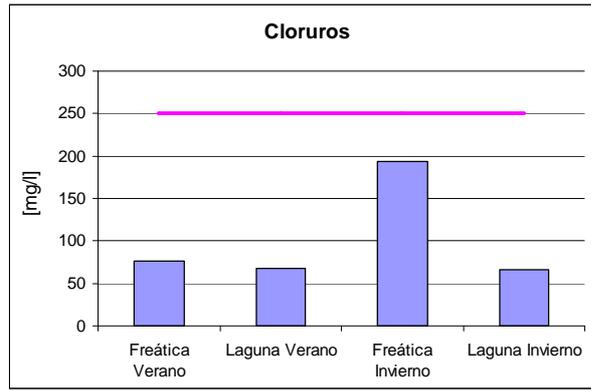


Gráfico 3.24: Cloruros

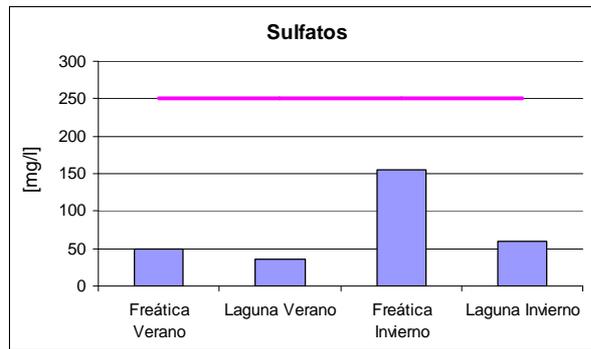


Gráfico 3.25: Sulfatos

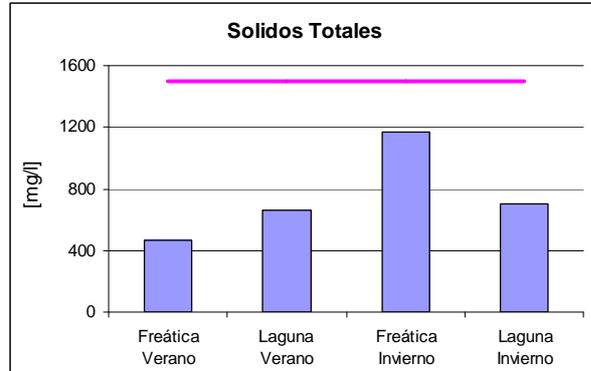


Gráfico 3.26: Sólidos Totales

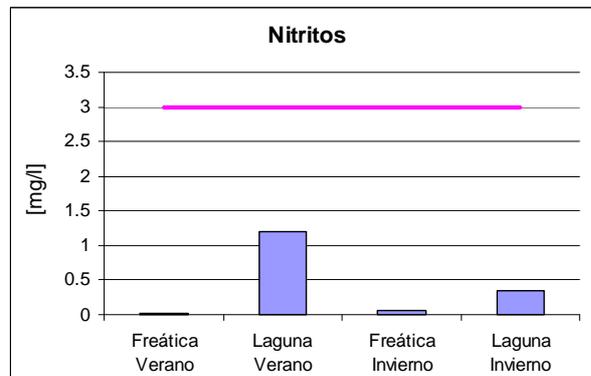


Gráfico 3.27: Nitritos

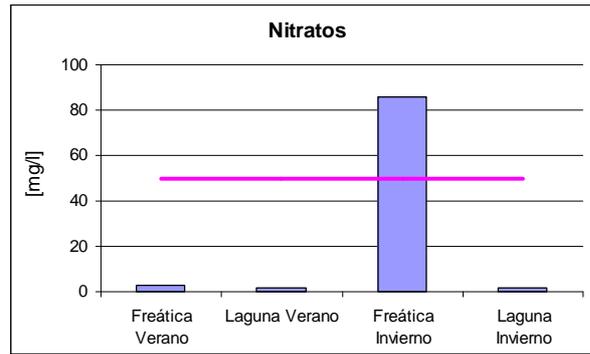


Gráfico 3.28: Nitratos

La comparación con los valores de referencia dados por la Resolución del ADA para la descarga de líquidos cloacales se detalla en el Cuadro 3.11.

Cuadro 3.11: S. Inorgánicas. Comparación con Resolución ADA N° 336/03

Determinación	Muestras				Valor de referencia		
	Verano		Invierno		Resolución ADA 336/03		
	Freática	Laguna	Freática	Laguna	Colectora Cloacal	Conducto pluvial o cuerpo agua superficial	Absorción por el suelo
	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]	[NMP/100ml]
DQO	51	77	60	83	≤ 700	≤ 250	≤ 500
DBO	15	25	< 2	15	≤ 200	≤ 50	≤ 200
Nitrógeno Total	5,8	8,4	4,1	2,9	≤105	≤ 35	≤ 105
Nitrógeno Amoniacal	1,8	< 0,2	< 0,2	0,5	≤ 75	≤ 25	≤ 75
Fósforo Total	1,19	1,17	< 0,01	0,6	≤10	≤1	≤ 10

De este grupo de resultados es posible resaltar lo siguiente:

- El valor de pH de todas las muestras se encuentra dentro de los límites establecidos.
- Los niveles de cloruros, sulfatos y sólidos totales se mantienen por debajo de los exigidos para aguas de consumo humano.
- La concentración de nitritos en la freática es inferior a los valores de referencia y el exceso en las lagunas se podría corresponder con su cubierta vegetal.
- En general se observa un mayor nivel de concentración de todas las sustancias en la muestra correspondiente a la capa freática de invierno, en particular en lo que respecta al nitrato, el cual es considerablemente superior a todas las demás y prácticamente duplica el límite permitido.

- Los niveles de DQO, DBO, nitrógeno total y amoniacal son inferiores aún a los permitidos para descargas directas sobre cuerpos de agua superficiales, encontrándose valores levemente superiores únicamente para el fósforo total en freática y laguna para las muestras de verano.

4 DISCUSIÓN

La presente discusión tiene como objetivo analizar los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, pero también pretende enmarcarlos dentro de la problemática hídrica de las áreas marginales de grandes centros urbanos, relacionada con el tema estudiado, y en aquellos puntos en los cuales se cuenta con datos nacionales e internacionales, comparar el caso de Villa Itatí en un contexto más amplio.

Esta contextualización busca señalar que la situación de La Cava de Villa Itatí no es un caso particular de una comunidad local, sino que se replica en otros ámbitos, tanto nacional como internacional, con semejante severidad. Además, tener problemas de acceso al agua segura por parte de poblaciones vulnerables significa tener incumplido un derecho establecido internacionalmente.

Resumidamente los hitos más relevantes en el camino de posicionar al agua como un derecho humano se indican a continuación.

El problema del agua como una cuestión global surge en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972). A partir de ella el Agua es valorada como un recurso natural, y se la iguala en importancia a la Tierra y el Aire. Anteriormente a este acontecimiento, y en general, tanto la contaminación de los recursos hídricos como el acceso al agua potable por parte de la población, eran considerados problemas "locales".

Posteriormente, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medioambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992), se establece la necesidad de asegurar, por parte de toda la población, este acceso al agua potable.

En la Cumbre del Milenio (Nueva York, 2000) los países definen los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en donde, tanto el derecho al agua potable como al saneamiento se establecen como claves para el desarrollo humano, y una obligación por parte de los gobiernos de garantizar ese derecho a los grupos más débiles y pobres de la sociedad. En particular el Objetivo N° 7 establece en su Meta 7.C: *"Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento"*.

Conjuntamente con la realización de esta Cumbre, la Argentina fijó sus propios Objetivos de Desarrollo del Milenio, en consonancia con los globales. En este sentido el Objetivo N° 8 se refiere específicamente a medio ambiente y agua, y enuncia: *"Asegurar un medio ambiente sostenible. Reducir en dos terceras partes la proporción de la población sin acceso a agua potable entre los años 1990 y 2015."*

En el año 2006, el Informe sobre Desarrollo Humano de las Naciones Unidas (PNUD, 2006) aborda específicamente el tema de la crisis de escasez y acceso al agua potable, y manifiesta claramente que:

- *"La escasez de la crisis mundial del agua nace de la desigualdad, la pobreza y el poder, no de la disponibilidad física"*
- *"Carecer de acceso al agua y saneamiento es un eufemismo políticamente correcto para hablar de una privación que amenaza la vida, destruye las oportunidades y socava la dignidad humana"*
- *"Suministrar agua limpia, eliminar las aguas residuales y proporcionar servicios de saneamiento son tres de los fundamentos más básicos del desarrollo humano"*
- *"No existen recetas para poner fin a esta crisis, pero existen bases imprescindibles para el éxito: reconocer el derecho humano al agua y legislar para su cumplimiento, y elaborar estrategias nacionales para el acceso a agua y el saneamiento"*

Y documenta con datos concretos la situación internacional.

- *"Unos 1.100 millones de habitantes de países en desarrollo no disponen de acceso a la cantidad mínima de agua limpia.... La privación del saneamiento está aún más extendida. Unos 2.600 millones de personas – la mitad de la población de los países en desarrollo – carecen de acceso a un saneamiento básico."*
- *"Aunque las necesidades básicas pueden variar, el umbral mínimo es de aproximadamente 20 litros al día. La mayoría de los 1.100 millones de personas incluidas en la categoría de personas sin acceso a agua limpia utilizan aproximadamente 5 litros diarios, una décima parte de la cantidad promedio diaria utilizada en los países desarrollados por las cisternas de los inodoros"*

Los Informes 2010 y 2011 de las Naciones Unidas sobre los cumplimientos de los Objetivos de desarrollo del milenio indican que se han registrado importantes avances en lo referente al acceso al agua a nivel mundial, y estima que incluso se podría cumplir con la meta propuesta para 2015 en lo que respecta a la provisión de agua potable, pero aún se está muy lejos de alcanzar la del saneamiento.

Asimismo, y más difícil para su compilación, es la existencia de tratados, convenios, leyes, resoluciones, etc., ya sea internacionales, nacionales y municipales relacionadas con la protección legal que asiste a las poblaciones en riesgo hídrico y ambiental. Sin embargo este sigue siendo un derecho incumplido para una cantidad muy importante de habitantes de nuestro planeta.

4.1 BALANCE HIDROLÓGICO – CALIDAD DEL AGUA. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1 Balance Hidrológico

Los parámetros finalmente ajustados de todas las variables consideradas en el balance hidrológico (indicados en el Cuadro 3.5), permitieron de forma razonable su cierre, sobre todo dado el nivel de incertidumbre inicial.

Los resultados de los cálculos realizados para el período de los nueve meses (270 días) considerados se mostraron, en volumen en las Tablas 3.13 y 3.14, y en porcentaje de incidencia en las Tablas 3.17 y 3.18, para los ingresos y egresos respectivamente. En la siguiente Tabla 4.1 se muestran en conjunto estos últimos resultados para permitir su comparación.

Tabla 4.1: Balance Hidrológico. Ingresos y Egresos. Porcentajes de incidencia

Mes	Ingresos			Egresos	
	Precipitación Efectiva	Agua Importada	Afluencia Subterránea	Bombeo	Evapo-Transpiración
Abril	28,4%	56,6%	15,0%	96,9%	3,1%
Mayo	1,6%	75,4%	23,0%	98,0%	2,0%
Junio	24,3%	58,0%	17,7%	99,1%	0,9%
Julio	7,9%	70,6%	21,6%	99,0%	1,0%
Agosto	0,0%	76,6%	23,4%	99,0%	1,0%
Septiembre	0,0%	76,6%	23,4%	97,7%	2,3%
Octubre	0,9%	75,9%	23,2%	96,9%	3,1%
Noviembre	1,2%	75,6%	23,1%	95,0%	5,0%
Diciembre	2,2%	77,2%	20,5%	94,8%	5,2%
Media	7,4%	71,4%	21,2%	97,4%	2,6%

Del análisis se desprende que si se suman los valores medios de agua importada y afluencia subterránea, representan el 92,6% de los ingresos, comparables con los 97,4% correspondientes a los egresos por bombeo.

El hecho de haber elegido estas tres variables para realizar la comparación se basa en que, además de ser claramente las más relevantes, son ingresos y egresos de paso diario, es decir, el agua importada y el aporte subterráneo ingresan a la laguna diariamente sin depender de ningún factor “externo” y de resultados del control realizado, el encendido de las bombas también debe efectuarse diariamente (salvo algún caso particular de días domingo) para mantener controlado el nivel de agua y que no se produzcan afloramientos en los pisos de las viviendas más bajas de La Cava.

En otras palabras, significa que en gran medida el bombeo diario compensa la suma de los ingresos por agua importada y afluencia subterránea, que como se vió proviene de la misma recarga de la capa freática. Esto permitiría afirmar que en la actualidad se extrae del sistema por bombeo prácticamente un volumen de agua semejante al generado por la misma población que habita La Cava.

La diferencia a favor que existe entre los egresos e ingresos diarios se destina a tratar de mantener el nivel de la laguna lo más bajo posible, de manera de contar con un volumen remanente que permita amortiguar ingresos puntuales por precipitaciones intensas de recurrencias más o menos importantes. Esta consigna es conocida por los encargados de operar la estación de bombeo, y por ello extienden el tiempo de bombeo hasta llegar al nivel mínimo compatible con el funcionamiento de las bombas.

Se destaca que este hecho ocurre en la actualidad debido a que La Cava ha experimentado en estos últimos años un importante incremento de población asentada en la zona baja, lo que ha derivado en una disminución del espacio destinado a la laguna, que originalmente permitía acumular un volumen mayor de agua y que para el mantenimiento de su cota en niveles adecuados no fuera necesario el bombeo diario. La situación ha derivado en un incremento del riesgo de inundación, como se verá adelante.

En el período estudiado la precipitación más importante se produjo en el mes de abril y alcanzó una intensidad de 101,1 mm en 24 horas. A efectos de obtener una estimación expeditiva de su período de retorno (recurrencia) se la contrastó con las ecuaciones de Intensidad - Duración - Recurrencia recomendadas en el Programa de Protección de Inundaciones del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en base a las mediciones realizadas en las estaciones Observatorio Villa Ortúzar y Aeroparque del Servicio Meteorológico Nacional. La expresión para precipitaciones mayores a 5 minutos de duración tiene la forma:

$$I_R(t) = \frac{A_R}{(t + B_R)^{C_R}}$$

Donde I_R es la intensidad de la precipitación en [mm/h], correspondiente al tiempo t en minutos, para la recurrencia R en años. Los valores de las constantes A , B y C de ajuste de la función se resumen en la siguiente Tabla 4.2:

Tabla 4.2: Valores de las constantes de ajuste

Recurrencia	2	5	10	20	50	100
A	821,4	1289,4	1360,6	1252,9	1848,9	2169,9
B	6,8	9,5	7,8	5,9	8,2	8,9
C	0,735	0,765	0,745	0,705	0,745	0,755

Los valores de intensidad [mm/h] y precipitación [mm] resultantes para tormentas de 24 horas (1.440 minutos) de duración y distintas recurrencias, resultan:

Cuadro 4.1: Intensidad y precipitación para D= 24hs, según recurrencia

	R=2	R=5	R=10	R=20	R=50	R=100
Intensidad (mm/h)	3,9	4,9	6,0	7,4	8,2	8,9
Precipitación (mm)	93,6	117,6	144,0	177,6	196,8	213,6

Como resultado, se obtuvo que a dicha precipitación le correspondería una recurrencia algo inferior a los 5 años.

Esta lluvia no tuvo consecuencias graves en el sentido que fuera necesario evacuar algún sector de La Cava, pero produjo un estado general de anegamiento y la necesidad que los equipos de bombeo, para mantener controlado el nivel, funcionaran 24 horas en forma continua además de intensificar su uso la semana posterior.

Este evento marcó un límite interesante en la capacidad de respuesta que tiene La Cava ante un evento puntual de una precipitación de mediana intensidad, pero también sirvió para tomar conciencia de lo que ocurriría si se produjeran precipitaciones intensas con períodos de retorno superiores o extraordinarios.

Por lo tanto, esta situación particular verificada "in situ", representa un escenario razonable para poder vincular una determinada recurrencia a un específico grado de riesgo de inundación en La Cava.

4.1.2 Calidad del Agua

Atento a la reconocida observación respecto a que la cantidad de muestras obtenidas y analizadas no es suficiente para hacer una caracterización acabada del recurso, sí es posible sostener que desde el punto de vista de su calidad, uno de los resultados más importantes obtenidos es el que establece que en todas las muestras analizadas la carga bacteriológica en el agua supera ampliamente los límites establecidos por las normas. Es decir, que el agua ubicada cercana a las viviendas y que eventualmente entra en contacto con sus habitantes, se encuentra altamente contaminada con organismos patógenos.

La existencia de esta carga contaminante implica exposición a una amenaza que deriva en el riesgo de adquirir alguno de los tipos de enfermedades de vector hídrico. Este riesgo es característico de asentamientos poblacionales sin servicio de red de colectoras cloacales adecuadas, y las enfermedades pueden ser del tipo:

- Enfermedades Virales que producen diarreas y vómitos: Hepatitis A y E, Enterovirus (incluyendo Poliomiélitis), diarreas por Rotavirus, Coronavirus, Parvovirus.
- Enfermedades Bacterianas que producen infecciones gastrointestinales: diarrea por Escherichia Coli; Leptospirosis, Salmonelosis y Fiebre Tifoidea, Shigelosis, Cólera.
- Enfermedades Parasitarias que producen diarreas: Amebiasis, Uncinariasis, Estrongiloidosis, Giardiosis, Tricocefalosis, Ascaridiosis, Toxocariosis.

En estos casos el agua actúa como un vehículo pasivo para el agente de infección o es utilizado por éste para desarrollarse. Cuando el agua es insuficiente en cantidad, aparecen las enfermedades derivadas de la falta de higiene personal, las cuales están relacionadas con las infecciones de piel (pediculosis, sarna, etc.), los ojos y los oídos.

Asimismo, organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de Salud (OPS), advierten sobre la relación que existe entre la seguridad del abastecimiento de agua para la vivienda, la higiene, el saneamiento, la buena ventilación y la protección contra la humedad, y la creación de un ambiente saludable. En particular la OMS establece que el grado de asociación entre las enfermedades evitables y las características de las viviendas en cuanto al abastecimiento adecuado de agua, existencia de baño y desagües cloacales, es "estrecho".

En el trabajo realizado se ha podido establecer que ninguna de estas condiciones relacionadas con el agua, esenciales para la existencia de un ambiente saludable, se encuentran presentes en el área de estudio.

Los análisis fisicoquímicos permitieron estimar que tanto en la capa freática como en la laguna, el agua tiene características bicarbonatadas sódicas, y que estas concuerdan con las señaladas para el subacuífero Epipelche.

De los resultados de los análisis químicos es posible resaltar que tanto los valores de pH como los niveles de cloruros, sulfatos y sólidos totales se encontraron dentro de los límites establecidos por las normas o por debajo de los exigidos para aguas de consumo humano. Del mismo modo sucede con los niveles de DQO, DBO, nitrógeno total y amoniacal. Otro resultado importante es el haber podido comprobar la inexistencia de metales pesados, tanto en la capa freática como en la laguna. Por último, el incremento de los niveles de azul de metileno en la laguna por sobre los de la capa freática, podrían aplicarse a las descargas domiciliarias (aseo, lavado de ropa, cocina, etc.) que mediante las canalizaciones vistas en el Punto 3.1.4, vuelcan a la laguna.

Lo expresado en los párrafos anteriores respecto a los resultados de los análisis químicos y la dinámica del ciclo del agua verificada en el balance, permitirían ensayar la conclusión que el

agua tanto de la capa freática como de la laguna, sería de buenas condiciones fisicoquímicas, similares a la del agua de red, pero que sufre un proceso de contaminación bacteriológica en su paso por la capa freática hacia la laguna. Una vez allí experimenta los procesos propios de un cuerpo lagunar.

4.2 PROBLEMÁTICA HÍDRICA EN ÁREAS MARGINALES DE GRANDES CENTROS URBANOS

La tendencia a la concentración de la población en torno a grandes centros urbanos es una realidad creciente en todo el mundo. A modo de ejemplo, UNESCO (2007) menciona que entre el año 1950 y el 2000 el porcentaje de población mundial establecida en zonas urbanas aumentó del 29 al 47%, y estimaba para el año 2010 y 2020 un porcentaje del 50 y 56% respectivamente.

Dicha fuente establece también que un tercio de la población mundial que vive en esos centros urbanos lo hace en barrios marginales, y que en la mayoría de los países de ingresos bajos y medios, el suministro de servicios de agua y saneamiento en esas zonas se extiende a un ritmo mucho más lento que el crecimiento demográfico.

En particular para América Latina y Argentina la situación no es diferente. En la Tabla 4.3 se presentan, para el año 2000, datos de población y porcentaje de urbanización en algunos países de la región.

Tabla 4.3: Porcentaje de Población Urbana. Fuente: CEPAL, 2002 en Tucci, 2006

País	Porcentaje de Población Urbana
Brasil	79,9%
Colombia	74,5%
Argentina	89,6%
Perú	72,3%
Venezuela	87,4%
Chile	85,7%
Uruguay	92,6%
Paraguay	56,1%
Bolivia	64,6%

Como puede observarse el porcentaje de población urbana en la región es superior al mundial (47%), ubicándose la Argentina entre los más altos.

Datos más recientes sobre este porcentaje para la Argentina se encuentran en el Informe País (2007), y se representan en el Cuadro 4.2, el cual indica el sostenido incremento decenal de dicha población:

Cuadro 4.2: Porcentaje de población urbana. Fuente: Informe País, 2007

Año	Población (en miles)									
	1970		1980		1990		2000		2010 ²	
Total país	23.364 hab.		27.947 hab.		32.527 hab.		37.032 hab.		41.474 hab.	
Urbana	18.454	79%	23.193	83%	28.257	87%	33.166	90%	37.891	91%
Rural	4.910	21%	4.720	17%	4.270	13%	3.866	10%	3.582	9%

El proceso de aglomeración o concentración de personas en áreas urbanas impacta sobre el ambiente y la infraestructura de servicios, en particular con los relacionados al agua: drenaje pluvial, abastecimiento de agua potable, saneamiento e inundaciones o anegamientos. Ocasiona cambios hidrológicos y ecológicos en las cuencas, se modifica el paisaje como consecuencia de la reducción y/o segmentación de espacios verdes y el relleno de bajos naturales. Asimismo el crecimiento de áreas impermeables deriva en el aumento del riesgo de inundación para las poblaciones ubicadas en zonas adyacentes a cauces, sectores bajos o costas.

Parte de este proceso, es el paulatino aumento de población en la periferia de esas grandes ciudades, de forma espontánea y desordenada, sin atender por incumplimiento o inexistencia, reglas de ordenamiento territorial o planeamiento urbano. Esta migración puede tener origen en el llamado "éxodo rural" hacia las ciudades en busca de empleo o sistema asistencial, aunque también como en el caso de nuestro país, se produce desde otros países de la región, o incluso como consecuencia de crisis económicas que "expulsa" hacia la periferia, a ciudadanos que no pueden mantener su nivel de renta.

Estas áreas poblacionales que se agregan en forma de asentamientos o villas de emergencia se ubican por lo general en zonas inundables y carecen de infraestructura de servicios apropiada, conformando la denominada ciudad "informal", la cual por lo general no es alcanzada por la gestión urbana "formal".

Como pudo constatarse en el desarrollo de este trabajo, el caso de Villa Itatí cumple con este modelo general de creación y crecimiento de villas y asentamientos.

En lo referente a la relación del ambiente urbano con el agua, Tucci (2006) define los principales sistemas hídricos presentes en él, como:

- Manantiales de agua urbana, a las fuentes de agua para abastecimiento humano, animal e industrial. Estas fuentes pueden ser superficiales, en el caso de cursos de agua próximos a las comunidades, y subterráneos si se trata de acuíferos.

² Según el censo nacional 2010, la población total de Argentina es de 40.031.359 habitantes, algo inferior a la estimada en el Informe del año 2007.

- Abastecimiento de agua, involucra la extracción, el tratamiento y la distribución mediante una red urbana de provisión a la población, que garantice cantidad y calidad adecuadas.
- Saneamiento de efluentes cloacales, es el sistema de recolección, transporte y tratamiento de los efluentes urbanos (residenciales, comerciales e industriales), incluyendo su vuelco final a un cuerpo de agua adecuado.
- Control de drenaje urbano, corresponde a la red de captación del escurrimiento superficial, originada por las precipitaciones sobre las áreas urbanas, y su conducción hasta su receptor final. Cabe mencionar que el autor menciona el tratamiento de estas aguas, lo cual no se realiza en nuestro país.
- Control de inundaciones ribereñas, se refiere a las medidas para evitar que la población sea alcanzada por las inundaciones naturales, en caso que los centros urbanos se encuentren ubicados sobre costas o márgenes de cursos de agua.

La carencia o insuficiencia de estos sistemas conlleva a un impacto en el ambiente y un deterioro de la calidad del agua de las ciudades, ya sea por la descarga sobre cursos de agua superficiales de líquidos cloacales sin tratamiento o de efluentes pluviales que transportan contaminantes, degradación de aguas subterráneas por descargas a través de pozos negros, pérdidas de los sistemas de líquidos cloacales y pluviales, depósitos de residuos sólidos urbanos en contacto con aguas superficiales o subterráneas.

Es decir, en ausencia de infraestructura de servicios, el desarrollo de una población en un ambiente del tipo urbano puede generar un ciclo de contaminación, producto de que sus propios efluentes no son tratados adecuadamente.

A continuación se trata con mayor detalle cada uno de estos aspectos, y como se ponen de manifiesto en Villa Itatí y particularmente en la zona de La Cava.

4.2.1 Agua Potable y Saneamiento

Los problemas relacionados con la provisión de agua potable y el acceso al sistema de desagües cloacales (saneamiento) que se presentan en las áreas marginales ubicadas tanto en la periferia de las grandes ciudades como incluso dentro de las mismas, en general tienen origen en que la "velocidad" con que se producen estos asentamientos poblacionales es superior al crecimiento de su infraestructura de servicios. Esta situación se complica aún más si los municipios no cuentan con una planificación urbana de su territorio que anticipe su ordenamiento.

Dado que la conexión particular a la red pública de distribución de agua potable es poco compleja, los habitantes de estos sectores pobres acceden fácilmente a ella, comenzando con los que viven sobre los límites del asentamiento con la ciudad formal y a partir de ellos, hacia su interior.

No sucede lo mismo para el caso de la descarga de los líquidos cloacales, su conexión a la red pública, si ésta existe, requiere mayores medios y complejidad, sobre todo si el punto de descarga se encuentra a cierta distancia de las viviendas.

Por ello es frecuente encontrar en este tipo de urbanizaciones marginales mayores porcentajes de cobertura de agua potable, aunque ésta sea clandestina y precaria, que de saneamiento o desagües cloacales.

En el Cuadro 4.3 se presenta una comparación, para el año 2010, entre los diferentes porcentajes de cobertura de agua potable y saneamiento a nivel mundial, en Argentina, el AMBA y Villa Itatí, respectivamente.

Cuadro 4.3: Hogares con cobertura de agua potable y saneamiento. Año 2010

	% de Hogares con cobertura		Fuente
	Agua Potable	Saneamiento	
Mundial	89,0%	63,0%	OMS (Informe 2012) ^(*)
Argentina	83,9%	53,1%	INDEC Censo 2010
AMBA	79,8%	57,3%	INDEC Censo 2010
Quilmes	98,7%	59,4%	INDEC Censo 2010
Villa Itatí	98,6%	4,9%	Censo Social 2010

() Org. Mundial de la Salud. Corresponde a % de población total*

Del cuadro se desprende que el promedio general de cobertura en Argentina está cerca de los medios mundiales, y también queda en evidencia la diferencia, para ambos niveles (mundial y local), del mayor porcentaje de población con acceso al agua potable respecto al saneamiento. Para el área metropolitana de Buenos Aires (AMBA), los porcentajes bajan respecto de un solo partido como Quilmes por la presencia de los restantes del conurbano (en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires la cobertura de agua alcanza el 99,6% y de cloacas al 98,2% según el Censo 2010), en los cuales comienza a verificarse deficiencias en las áreas servidas de agua y cloaca.

En Villa Itatí se ve claramente lo manifestado anteriormente respecto de la mayor cobertura del servicio de agua potable por la propia "conexión", por sobre la cloacal, cuyo porcentaje muestra claramente su gravedad y no es comparable con ninguno de los anteriores. Lo hasta aquí descrito se corresponde ciertamente con lo analizado en el Punto 3.1.4, acerca del agua importada presente en La Cava.

Es indiscutible la importancia que representa contar con el acceso al agua segura y al saneamiento por parte de los sectores más vulnerables, en este sentido Sejenovich (2008) sostiene claramente que en la actualidad uno de los elementos que inciden decisivamente en los bajos niveles de salud de la población como parte de la situación de pobreza es la baja calidad ambiental del agua a la que tienen acceso.

Por último el PNUD (2006) revela que la adopción de un sistema de saneamiento adecuado reduce la mortalidad infantil total en aproximadamente un tercio, y una mejora del saneamiento también produce mejoras para la salud pública, los medios de sustento y la dignidad, que se extienden de las familias a toda la comunidad.

4.2.2 Inundaciones

Históricamente el hombre ha buscado asentarse en áreas cercanas a ríos o cuerpos de agua, de manera de poder utilizarlos como provisión para consumo, transporte e incluso descarga de sus desechos. Esto ha determinado que los fenómenos de inundación de áreas urbanizadas deban ser siempre considerados cuando se analiza la relación del hombre (o el medio antropizado) con el agua.

Está claro que este no es el caso de La Cava de Villa Itatí, es decir, la ocupación de suelo tiene más que ver con la utilización de espacios libres periurbanos para el asentamiento de poblacional marginal, que a la búsqueda de la cercanía de agua, aunque la situación de riesgo por inundación es semejante.

Sobre los procesos que derivan en la inundación, Tucci (2006) señala que en áreas urbanas éstas se deben a dos procesos, que pueden ocurrir aisladamente o combinados:

- Inundaciones de áreas ribereñas
- Inundaciones debido a la urbanización

Las primeras son inundaciones naturales que ocurren cuando el escurrimiento alcanza niveles superiores a las márgenes de los cursos o costas, desbordando y afectando su planicie de inundación. Esta situación es parte del proceso natural del curso de agua y de su ciclo hidrológico.

Los impactos aparecen cuando como consecuencia de la falta de un plan de ordenamiento del desarrollo urbano, estas áreas son ocupadas por la población, en general de baja renta, convirtiéndolas en zonas de riesgo.

En el caso de la segunda, la propia urbanización deriva en la modificación de las condiciones de intercepción, infiltración e evapotranspiración de la cuenca natural, y sumado a que la conducción de los excesos se debe realizar por medio de conductos pluviales y

canalizaciones, trae como consecuencia la disminución en los tiempos de concentración, aumento en los picos de los caudales transportados, y en definitiva un incremento del volumen escurrido.

A lo anterior se agrega que, para cumplir con la condición de ser económicamente viables, dichas conducciones se diseñan para periodos de retorno bajos, esto es, no superiores a los 2 o 5 años, lo que determina que el riesgo de superar su capacidad de conducción y que se produzcan anegamientos o inundaciones sobre el ejido urbano, sea elevado.

Para el caso de La Cava de Villa Itatí, se dan simultáneamente ambos tipos de inundación. La primera de ellas se asemeja a la producida por la presencia de precipitaciones intensas o el no funcionamiento de la estación de bombeo, donde se produce un aumento del nivel de la laguna y la inundación de las casas ubicadas en el área más baja.

Particularmente cuando la situación se debe a la falta de funcionamiento de las bombas, la inundación comienza con el anegamiento de los pisos de las viviendas como consecuencia de que el agua "brota" de los mismos, por incremento del nivel subterráneo.

La inundación debida a la propia urbanización se manifiesta por diferentes causas. Como se mencionó en la descripción del área de estudio, el área aledaña a La Cava no posee red de desagües cloacales y pluviales, por lo cual estos excedentes desaguan superficialmente mediante zanjas hacia ella. Asimismo al no existir en la propia cava un sistema que guíe y contenga el escurrimiento, el agua transita por los pasillos e incluso por las casas. A este escurrimiento de origen externo se le suma el generado por el agua de uso doméstico de las viviendas de la misma zona baja, colaborando con el "estado permanente de inundación" en el cual viven gran parte de los vecinos de La Cava, tal como pudo constatarse a lo largo del estudio.

En la concepción actual, las medidas para control de inundaciones deben ser de dos tipos, estructurales y no estructurales. Las primeras son aquellas que tiene que ver con las obras concretas de desagüe pluvial o prevención de desbordes y las no estructurales son las del tipo preventivo como las alertas y/o el conocimiento por parte de la población de las prevenciones que deben adoptar en casos de emergencia.

La realidad de La Cava de Villa Itatí, tanto por su conformación urbana como social, hace difícil la implementación de cualquiera de las medidas mencionadas, sin un trabajo previo de formación en valores sociales y comunitarios, llevado adelante por los organismos públicos competentes y coordinados junto con las asociaciones barriales intermedias.

4.2.3 Residuos sólidos

La generación, tratamiento y deposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU), sobre todo de grandes centros poblacionales, es un problema de creciente importancia en la actualidad.

Abarcar este tema con profundidad excede al presente trabajo, pero es significativo mencionarlo debido a la relación que tiene con el escurrimiento superficial presente en el ambiente estudiado y que los RSU son parte de la actividad socio económica de la población a la que hacemos referencia.

En la medida que los sistemas de limpieza y recolección son ineficientes o inadecuados el volumen acumulado en las calles es mayor, facilitando el contacto con el escurrimiento superficial, provocando su obstrucción y contaminando o deteriorando la calidad del agua.

Sobre la relación que existe entre los RSU y la pobreza, Merlinsky (2006) establece que el problema es particularmente gravoso para la población residente en asentamientos precarios por tres fenómenos que a veces se dan de manera conjunta:

- En primer lugar, en casi todos los asentamientos la basura es una fuente de sobrevivencia informal para sus habitantes, sin embargo la recolección y clasificación de los residuos en la mayoría de los casos se realiza sobre la base de un absoluto desconocimiento de la población en relación al tipo de desechos que manipulan y sin normas mínimas de seguridad, esto se ve agravado por la participación de los niños en el trabajo de recolección y clasificación de la basura.
- En segundo lugar, los asentamientos precarios tienen importantes problemas con los servicios de recolección que en la mayoría de los casos no llegan a abastecer a toda la población, esto produce una gran proliferación de pequeños basurales que se extienden como manchones en distintos espacios vacantes y en la proximidad a las viviendas.
- En tercer lugar, existen asentamientos que en su totalidad están localizados sobre terrenos de relleno sanitario y/o basurales. En este caso los riesgos para la salud se derivan del contacto directo permanente con los contaminantes presentes en el suelo y, en los casos en que se realizan cultivos, en la transmisión de las sustancias contaminantes en la tierra a los alimentos que luego son consumidos.

Estas tres descripciones se aplican perfectamente a la situación de La Cava de Villa Itatí. Aquí la recolección, acarreo y clasificación es uno de los medios principales del sustento familiar. No existe un sistema de recolección de residuos formal, si bien varias veces se ha intentado

coordinar con la Municipalidad la colocación de contenedores, esta medida nunca se cumplió o perduró en el tiempo.

Si bien Villa Itatí y La Cava no se han localizado sobre un relleno sanitario o basural, el hecho es que muchas veces las viviendas se transforman en los pequeños basurales mencionados en el segundo lugar.

A lo largo de estos diez años en que la Asociación de Cartoneros desarrolla su tarea, se ha ido creando conciencia y educando en las normas de seguridad y cuidados en el trabajo, así como también en la correcta manipulación de los residuos sólidos. Actualmente en "el galpón" existen reglas adecuadas para el manejo de los distintos materiales (papel, cartón, vidrio, plástico, etc.) que llegan diariamente, pero no ocurre lo mismo en etapas anteriores del proceso, por ejemplo, la primera clasificación que se hace en los hogares.

4.2.4 Ordenamiento Territorial

En lo que refiere al ordenamiento territorial y los aspectos que lo relacionan con el agua, esto es, infraestructura de servicios de agua potable, saneamiento y control de inundaciones, Fernández (2000) cuando describe el surgimiento del concepto de plan urbano (master plan, plan de ordenamiento, etc.) menciona que en ese momento la cuestión de la infraestructura de saneamiento (y también del transporte) parecían constituir en general operaciones técnicas no integradas al plano urbanístico, y que se trataba más bien, de acompañamientos que las diversas ingenierías hacían respecto de los lineamientos de una especie de urbanismo fuertemente dominado por razones morfológicas y estéticas.

Más cercano a la realidad de La Cava de Villa Itatí, y al proceso de formación del asentamiento, es lo que sostiene Tucci et al. (2007), cuando dice que las poblaciones que migran hacia las ciudades son generalmente de baja renta y no poseen capacidad de inversión, y tienden a invadir espacios públicos o comprar en áreas precarias sin infraestructura y de urbanización informal, y que los municipios, en general, no tienen capacidad para planificar y anticipar la urbanización e invertir en planeamiento de espacios seguros y adecuados como base del desarrollo urbano.

Asimismo, Tucci (2006) sostiene que existe una visión limitada de lo que es la gestión integrada del suelo urbano y su infraestructura, y que los problemas ambientales tienen origen (entre otros, sólo se mencionan los que tienen relación con el agua) en que:

- los ingenieros que actúan en el medio urbano, están desactualizados con respecto a la visión ambiental y generalmente buscan soluciones estructurales, que alteran el ambiente.

- existe una visión sectorial del planeamiento urbano: el planeamiento y el desarrollo de áreas urbanas son realizados sin incorporar los aspectos relacionados con los distintos componentes de la infraestructura del agua.
- los municipios no poseen estructura para el planeamiento y gerenciamiento adecuado de los distintos aspectos del agua en el medio urbano.

Algo de todas estas causas descriptas se evidencian como deficiencias en la planificación territorial que llevaron a la situación actualmente presente en el área estudiada.

Pero sin ninguna duda, el tema del ordenamiento del espacio urbano y su planificación a futuro es clave para lograr la incorporación de estas áreas marginales a la "ciudad formal". En este sentido, para La Cava en particular, pero para toda Villa Itatí en general, es necesario realizar una zonificación de las áreas con riesgo hídrico que permita establecer un plan de desarrollo de infraestructura, pero sobre todo para poder intervenir eficientemente ante una emergencia no sólo de origen hídrico (inundaciones), sino también sanitario por la falta de saneamiento.

4.3 ANÁLISIS DESDE EL ENFOQUE ECOHIDROLÓGICO y AMBIENTAL

En el Capítulo 2 se propuso abordar el análisis ecohidrológico y ambiental, utilizando los conceptos estratégicos para la gestión ambiental urbana: Amenaza - Vulnerabilidad – Riesgo.

Aquí cabe reiterar que en el análisis sólo se han tenido en cuenta los aspectos que se relacionan con el agua, su acceso seguro y protección, teniendo conciencia que existen amenazas y vulnerabilidades de otros orígenes (por ejemplo el "paco") que generan riesgos de igual importancia, o mayor en términos cotidianos, que los derivados de una relación inadecuada con el recurso.

Para ello se realizó el contraste entre lo observado en La Cava durante estos años, las determinaciones de los análisis químicos y el balance hidrológico, y lo recopilado en los diferentes diálogos (en general en forma de charlas informales) con actores sociales que participan en las distintas asociaciones comunitarias del barrio, empleados del municipio y referentes del gobierno provincial y nacional. El resultado de este trabajo ha permitido expresar las siguientes consideraciones.

4.3.1 Amenaza

Siguiendo el orden establecido en el Punto 2.2.4.1 para los diferentes tipos de amenazas, podemos puntualizar:

Amenazas Naturales

Sin entrar a considerar los casos en que puedan ocurrir eventos de origen geotectónicos o geomórficos, que seguramente involucrarán áreas mucho mayores a la de Villa Itatí y sus consecuencias excederían este análisis, la amenaza natural más relevante a tener en cuenta, y que implica directamente a La Cava de Villa Itatí, es de origen meteorológico, es decir la constituye fundamentalmente la probabilidad que se produzcan precipitaciones intensas extraordinarias, lo que provocaría que ingresen volúmenes de agua que superen la capacidad de almacenaje remanente de la laguna.

Aunque considerando los resultados del balance hidrológico expresados en el Punto 4.1, no sería necesario estar en presencia de tales lluvias para que se produzcan anegamiento o inundaciones, dado que hablar en esta región de intensidades de precipitación del orden a los 5 o 10 años de recurrencia, éstas no pueden ser consideradas como "extraordinarias".

Amenazas Socio-Naturales

Este tipo de amenaza es conceptualmente la más importante y está notoriamente presente por dos motivos, por un lado porque la cava se origina por la intervención humana, que transformó en inundable un área que originalmente no lo era, y por otro, porque la situación de marginalidad y pobreza es consecuencia también de la intervención del hombre, en la forma de una incorrecta gestión del Estado por parte de sus autoridades políticas.

En este sentido, una característica propia (o por definición) de este tipo de amenaza que se cumple en el área estudiada es que su existencia es el resultado del impacto de determinadas prácticas sociales, por un lado las que derivaron de la búsqueda de una ganancia económica al realizar una excavación en zona urbanizada en lugar de extraer el suelo de sitios periféricos rurales más alejados, y por otro, porque resultan también de la búsqueda de sobrevivencia de grupos pobres que han poblado el área en procura de habitar en torno a un gran centro urbano.

Es evidente que esto devino en que se haya generado un estado de amenaza por falta de infraestructuras de drenaje pluvial, ausencia de adecuados servicios públicos y densificación del uso del suelo. Todas estas prácticas constituyen expresiones, o lo son en sí, de vulnerabilidades ecológicas, sociales, económicas, institucionales o culturales (Chaux, 1994 en Lavell, 1996).

Amenazas Antrópico-Contaminantes

La amenaza antrópico - contaminante puede ser la que más claramente se evidencia en La Cava cuando se la recorre, debido a la pobreza y la falta de infraestructura. La amenaza de este tipo la compone principalmente la eliminación de desechos líquidos y sólidos de origen humano doméstico y animal, sin conducción ni tratamiento, sumado al acceso al agua potable mediante redes ejecutadas en forma precaria e insegura.

El resultado de los análisis bacteriológicos realizados en las muestras de la laguna confirman la presencia latente de esta amenaza, la cual combinada con las anteriores resulta en un escenario muy complejo desde el punto de vista sanitario, ya que de producirse inundaciones por sobreelevación del nivel de la laguna, el agua que ingresaría a las viviendas está contaminada bacteriológicamente.

Amenazas Antrópico-Tecnológicas

Los análisis realizados permitieron conocer que en principio no existiría en La Cava presencia de hidrocarburos y/o metales pesados provenientes de procesos de producción o desechos industriales.

Sí podría representar una amenaza de este tipo la presencia cada vez en más cantidad, de residuos sólidos provenientes de la industria electrónica o comúnmente llamada "basura

informática" conformada por partes de computadoras, monitores, teclados, impresoras, etc., Estos componentes en desuso, salvo campañas específicas de algunas organizaciones sociales, son depositados en la vía pública o entregados "en mano" a los cartoneros, para ser desmantelados en depósitos informales o en las propias viviendas.

4.3.2 Vulnerabilidad

Igualmente al caso anterior, si consideramos los distintos tipos de vulnerabilidad enunciados en el Punto 2.2.4.2, podemos identificar cuales involucran a los habitantes de La Cava.

- *Vulnerabilidad física*: está dada por una extrema densificación de construcciones destinadas a vivienda permanente en una zona inundable, con insuficiencia en su infraestructura urbana de servicios y baja calidad ambiental.

Extendido este concepto a todo un gran centro urbano como es el que rodea a Villa Itatí, es relevante lo mencionado por Merlinsky (2006) cuando sostiene que la vulnerabilidad de la infraestructura (agua, cloaca y desagües pluviales) se vuelve un factor sinérgico de la vulnerabilidad global en un contexto de alta densidad poblacional combinado con un alto porcentaje de población residente en asentamientos precarios.

- *Vulnerabilidad económica*: representada por la dependencia que tiene la economía interna de La Cava de factores externos, como es por ejemplo la política económica del resto del país. Un ejemplo clarificador puede ser el hecho que en tiempos de la llamada "convertibilidad" el cartón, papel, vidrio etc., no tenía valor de reventa que permitiera a sus habitantes tener como medio de sustento su recolección.

Por otra parte si analizamos la interrelación entre el nivel de ingreso y la exposición a los desastres, es indiscutible que los bajos niveles de los primeros los exponen de manera muy vulnerable a cualquier contingencia o siniestro.

- *Vulnerabilidad social*: expresada por la escasa capacidad de respuesta, en recursos e infraestructura, que poseen las organizaciones sociales para absorber desastres o accionar efectivamente ante ellos, debiendo siempre depender de la asistencia de organismos del Estado.

Sin embargo la experiencia ha mostrado que, aunque en forma desordenada, ante alguna emergencia los primeros que se movilizan son los vecinos y las asociaciones civiles y religiosas presentes en La Cava, y la ayuda estatal por lo general llega en segundo lugar.

- *Vulnerabilidad política*: expuesta por la escasa autonomía que posee la comunidad de La Cava para tomar decisiones que puedan modificar los problemas que la afectan. Si bien existe en sus asociaciones intermedias un debate de los problemas que afectan al barrio y se plantean sus posibles soluciones, en general, éstas involucran obras de infraestructura (de mayor o menor envergadura), por lo cual siempre se termina dependiendo del apoyo del Estado, generalmente representado por el municipio. Por lo tanto el radio de acción se reduce a promover cambios de hábitos entre los propios vecinos en pos de solucionar un conflicto específico o la ejecución de pequeñas obras que se realizan en conjunto con mano de obra propia.
- *Vulnerabilidad técnica*: viene dada por las limitaciones para el acceso, control y manejo de las tecnologías existentes, que se pone de manifiesto en la carencia de materiales y equipamientos necesarios para realizar no sólo obras por ejemplo de desagüe pluvial, sino también menores del tipo de conexiones de agua potable y desagües domiciliarios, recolección de residuos, etc.
- *Vulnerabilidad cultural*: puesta de manifiesto por la convivencia dentro de La Cava y Villa Itatí de grupos de pobladores provenientes de diferentes lugares, ya sea del interior del país como de países limítrofes. Cada uno de estos grupos son fieles a sus costumbres y creencias originarias, dificultando la interacción entre ellos e incluso en algunos casos manifestándose situaciones de discriminación.
- *Vulnerabilidad educativa*: se expresa por la falta o fallas en el proceso educativo y de formación en los habitantes de La Cava, los cuales en general no se adaptan a las necesidades propias de su realidad. En este sentido, el apoyo escolar y los talleres de oficios que se brindan en la Asociación de Cartoneros para niños, adolescentes y jóvenes adultos cumplen un rol educativo muy importante.
- *Vulnerabilidad institucional*: originada en la baja efectividad de las políticas públicas del municipio y su escasa capacidad de respuesta ante la concreción de las amenazas. No es que no existan intervenciones del municipio que respondan a políticas públicas tendientes a mejorar las condiciones de vida. Existen por ejemplo las llevadas a cabo por la Secretaría de Desarrollo Social, pero en general no alcanzan a todos los habitantes y a la diversidad de problemáticas existentes, no logrando entonces modificar la situación de manera sustancial.

4.3.3 Riesgo

Recordando la definición de riesgo expresada por Lavell (1996) en el Punto 2.2.4.3 como "la probabilidad de que a una población (personas, estructuras físicas, sistemas productivos, etc.), o segmento de la misma, le ocurra algo nocivo o dañino." y recordando también que para que exista un riesgo debe haber tanto una amenaza como una población vulnerable a ella, por lo tanto, el riesgo es una condición potencial y su grado depende de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza y el nivel de vulnerabilidad existente en la población expuesta.

En los puntos anteriores se han detallado las amenazas y vulnerabilidades relacionadas con el agua a las que se encuentra expuesta la población que habita La Cava.

Respecto a la posibilidad de cuantificar el riesgo en función de poder asociarle una probabilidad de ocurrencia, se lo ha estimado para el caso de precipitaciones que producirían inundaciones, ya que existen herramientas que permiten asociar recurrencias o períodos de retorno a diferentes intensidades de precipitación.

Es así que si se relaciona la amenaza natural y socio-natural con las vulnerabilidades físicas y social (por nombrar las más relevantes) y los resultados del balance hidrológico, puede decirse que La Cava posee riesgo de sufrir una inundación que provoque la evacuación de la zona más baja, si se produjera una precipitación diaria superior a los cinco años de recurrencia.

Se ha podido constatar en la práctica que como se refirió en capítulos anteriores, los años en que los volúmenes de lluvia precipitada provocaron la inundación y evacuación de los habitantes de la zona baja de La Cava fueron 1985 y 2001.

Para este último, en el Cuadro 4.4 se muestra la precipitación total caída en cada mes del año 2001, y la máxima registrada en el período de 24 hs. (diaria).

Cuadro 4.4: Precipitación Año 2001. Estación Aeroparque Bs. As. SMN

Precipitación Año 2001												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P. Total [mm]	310,3	81,5	310,3	56,6	78,4	46,7	61,9	165,1	32,2	205,9	132,8	57,9
P. 24hs [mm]	104,3	23,1	84,0	25,6	18,0	25,9	23,1	57,9	14,0	49,0	37,0	40,0

Como se observa, fue un año de importantes lluvias (la precipitación total anual alcanzó los 1.540 mm), pero en particular es relevante el dato de intensidad de precipitación de 24 horas de duración de enero que se acerca aún más que la de abril de 2011 a los cinco años de recurrencia, incluso luego en marzo precipitaron otros 84 mm en 24 hs. No se ha podido constatar si la evacuación se produjo particularmente por el evento de enero o por la

combinación de ambos (enero - marzo), pero su orden de magnitud explica ciertamente las consecuencias registradas.

Lamentablemente para el año 1985 no se han podido obtener de la misma estación, datos de precipitación de 24 hs que permitan hacer el mismo análisis, pero el dato obtenido de los 339 mm registrados en la Estación Villa Ortúzar (SMN) sólo para el mes de mayo de ese año hacen prever la correspondencia con los efectos mencionados por los vecinos de La Cava.

El caso contrario ocurre se analiza la exposición a la amenaza antrópico – contaminante, la vulnerabilidad física y técnica de la población observada y los resultados de los análisis bacteriológicos. El agua de la laguna y de la capa freática se encuentra altamente contaminada bacteriológicamente, libremente expuesta en el primer caso y con posibilidades de fácil afloramiento en el segundo, y entrar en contacto con los habitantes de La Cava. Por lo tanto aquí no es posible asociar una probabilidad de ocurrencia por que la amenaza está latente todos los días en forma continua, o en todo caso ésta sería cercana al 100%. Es decir, el riesgo a contraer enfermedades de vector hídrico es muy elevado.

Esta misma amenaza antrópico – contaminante pero relacionada con la vulnerabilidad económica determina un mayor riesgo por parte de las poblaciones pobres respecto de aquellas que poseen mayores ingresos. En las áreas marginales, villas y asentamientos donde se pone en evidencia este estado de vulnerabilidad, debería garantizarse particularmente buenas condiciones de acceso al agua potable, pero sobre todo a adecuados servicios de saneamiento, puesto que los efectos que pueden ocasionar las enfermedades en este tipo de poblaciones son mucho más graves que en las que tienen mayor capacidad de pago. La diferencia se manifiesta en el mejor estado nutricional y de salud; adopción de hábitos de higiene; prácticas de prevención de infecciones; mejor acceso a medicamentos, atención médica y hospitalaria; etc., de estas últimas poblaciones respecto a las primeras.

Oportunamente se estableció que el estado de vulnerabilidad o condición de potencial inseguridad que define al riesgo, en muchas ocasiones se ha ido construyendo a lo largo del tiempo a partir de las decisiones tomadas por los actores de la misma sociedad.

Por ello, el riesgo resultante de la consideración de cualquiera de las amenazas analizadas (actuando en forma individual o combinada), con los tipos de vulnerabilidad no mencionados en los puntos anteriores (económica, política, cultural, etc.), pero que involucran a esos actores sociales, deriva de la ausencia de una gestión del territorio en lo que respecta a su planificación y ordenamiento, y a la falta de formación, articulación y coordinación de las instituciones del Estado para atender a las poblaciones vulnerables.

Dentro de estos actores se encuentran también los administradores de las empresas de servicios públicos (ya sean del sector público o el privado), los cuales deben ejercer una gestión

eficiente que tienda a disponer su uso equitativo y a cubrir las necesidades de los sectores más pobres.

En oposición al riesgo se encuentra la seguridad, y en términos de seguridad en el acceso al agua segura el informe del PNUD (2006) menciona que ella *"se basa en que cada persona disponga de un acceso confiable a una cantidad suficiente de agua limpia por un precio asequible para lograr una vida saludable, digna y productiva..... Cuando no se cumplen estas condiciones o cuando se interrumpe el acceso al agua, la gente enfrenta grandes riesgos para la seguridad humana causados por un mal estado de salud y la interrupción de sus medios de sustento."* Es necesario que las políticas públicas se dirijan en este sentido, el de garantizar la seguridad a partir de una gestión que trabaje sobre las amenazas y profundas vulnerabilidades a la que se encuentran expuestos los habitantes de La Cava.

5 CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones aquí presentadas surgen del estudio ecohidrológico realizado sobre La Cava de Villa Itatí, ubicada en el partido de Quilmes, provincia de Buenos Aires. Tal como se propuso en los objetivos del trabajo de tesis, estas conclusiones dan respuesta al balance hidrológico del agua presente en La Cava, formulado como una expresión de masas, sus orígenes y porcentajes de incidencia; y al diagnóstico ambiental del área de estudio en función de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos a los que se encuentran expuestos sus habitantes.

Pero también se presentan definiciones y conceptos que intentan contribuir a la reflexión y al análisis de la problemática del acceso al agua segura por parte de poblaciones pobres asentadas en áreas marginales de grandes centros urbanos, tal como la estudiada.

Respecto del balance hidrológico y la calidad del recurso:

- ✚ La conclusión más relevante que arrojo el balance hidrológico es la que establece que el bombeo diario compensa la suma de los ingresos por agua importada y afluencia subterránea, esto significa que en la actualidad se extrae diariamente del sistema (bombeo) prácticamente un volumen de agua semejante al generado por la misma población que habita La Cava.
- ✚ El balance permitió estimar que actualmente el cuerpo lagunar de La Cava de Villa Itatí tiene una capacidad para retener o amortiguar los efectos de una precipitación diaria del orden de los 5 años de recurrencia, sin que se produzcan inundaciones en su periferia que obliguen la evacuación de las viviendas.
Como resultado del balance se desprende también la necesidad de dejar un área libre de construcciones que provea un volumen remanente que permita absorber precipitaciones con períodos de retorno por encima del umbral mencionado en el párrafo anterior, de manera de disminuir el riesgo de inundación asociado a lluvias intensas.
- ✚ El estudio ha permitido demostrar que en la actualidad no se cumple la suposición inicial sobre que el volumen extraído cotidianamente por el bombeo que realiza la Asociación de Cartoneros tenía incidencia en el mantenimiento de la capa freática en niveles no perjudiciales para los barrios vecinos. Como pudo observarse este control del nivel freático solo pudo constatar que se cumple para la zona baja de La Cava y su periferia.
- ✚ Atento a las limitaciones expresadas en el trabajo respecto a que la cantidad de muestras obtenidas y analizadas no es suficiente para hacer una caracterización acabada del recurso, sí podemos señalar que en ambos casos (freática y laguna) se trata de aguas

bicarbonatadas sódicas, y que de alguna manera estas características concuerdan con las señaladas en la descripción regional para el subacuífero Epipelche.

- ✚ La carga bacteriológica presente en todas las muestras de agua supera ampliamente los límites establecidos por las normas, confirmando de alguna manera que la capa freática está en contacto con los pozos negros de las casas ubicadas en la parte alta de La Cava, pero más aún, que el agua de la laguna que está cercana a las viviendas y que eventualmente entra en contacto con los habitantes de la zona baja, se encuentra altamente contaminada con organismos patógenos.
- ✚ En términos generales podemos decir que no existe presencia de los metales pesados cromo, cadmio, plomo y mercurio tanto en la capa freática como en la laguna.
- ✚ Los resultados de los análisis químicos (con los recaudos mencionados) y la dinámica del ciclo del agua verificada en el balance, permitirían ensayar la conclusión que el agua presente tanto en la capa freática como en la laguna de La Cava, sería de buenas condiciones fisicoquímicas, similares a la del agua de red, pero que sufre un proceso de contaminación bacteriológica en su paso por la capa freática hacia la laguna. Una vez allí sufre los procesos propios de un cuerpo lagunar.

Respecto del análisis Amenaza – Vulnerabilidad – Riesgo:

- ✚ Como conclusión general del análisis A-V-R podemos mencionar que nos encontramos ante un área poblacional vulnerable, la cual por las características resultantes de la intervención antrópica del medio natural, y la presencia de amenazas socio-naturales, antrópico-contaminantes y antrópico-tecnológicas presenta altos niveles de riesgo.
- ✚ El agua de la laguna y de la capa freática se encuentran altamente contaminadas por presencia de organismos patógenos, libremente expuesta en el primer caso y con posibilidades de aflorar en el segundo, y por consecuencia entrar en contacto con los habitantes de La Cava. Por ello, el riesgo a contraer enfermedades de vector hídrico es muy elevado.
- ✚ La relación entre la amenaza natural y socio-natural, la vulnerabilidad física y social y los resultados del balance hidrológico, permite establecer que La Cava posee un riesgo de sufrir inundaciones que provoquen la evacuación de la zona baja, si se produjeran precipitaciones diarias con un período de retorno superior a los cinco (5) años. Las consecuencias de estas inundaciones sobre asentamientos marginales y pobres tienen impactos particulares, debido a que vienen a empeorar una situación de vulnerabilidad pre-existente, y de por sí ya comprometida en lo habitacional y sanitario. Ante estos eventos, las pérdidas materiales pueden representar la totalidad de los bienes

y equipamientos, el daño en la infraestructura de la vivienda llega a ser total y emergen las enfermedades de vector hídrico.

Asimismo se produce la afectación de la actividad económica, que en estos casos representa la parte más importante de la fuente de ingresos. En concreto, para la actividad del cartonero, el anegamiento de La Cava produce el deterioro del papel y el cartón recopilado y acopiado para la venta, así como también la imposibilidad que los caballos, que empujan los carros, puedan subir por los accesos de fuerte pendiente hasta unos cuantos días después de pasadas las lluvias.

✚ El actual estado de vulnerabilidad social de La Cava de Villa Itatí se ha ido construyendo a lo largo del tiempo a partir de las decisiones tomadas por los actores de la misma sociedad. Por ello, el riesgo resultante de la combinación de las amenazas analizadas, con los tipos de vulnerabilidad económica, política, cultural, etc., que involucran a esos actores sociales, deriva de la ausencia de una gestión del territorio en lo que respecta a su planificación y ordenamiento, y a la falta de formación, articulación y coordinación de las instituciones del Estado para atender a las poblaciones vulnerables.

Esta falta de intervención del Estado se ha manifestado por ejemplo, en un aumento de la vulnerabilidad física por la no intervención ante el continuo crecimiento de viviendas asentadas en el sector bajo de La Cava.

✚ Este ordenamiento del espacio urbano y su planificación a futuro es clave para lograr la incorporación de sectores marginales a la “ciudad formal”. En este sentido, para La Cava en particular, pero para toda Villa Itatí en general, es necesario realizar una zonificación de las áreas con riesgo hídrico que permita establecer un plan de desarrollo de infraestructura, pero sobre todo para poder intervenir eficientemente ante una emergencia, no solo de origen hídrico sino también sanitario por la falta de saneamiento.

✚ En los hogares en situación de vulnerabilidad social expuestos a amenazas antrópico-contaminantes como los descritos en el estudio, la carencia de agua segura y saneamiento tiene consecuencias directas sobre la salud. Por el contrario, su acceso en cantidad y calidad suficiente, disminuye el riesgo, impacta positivamente sobre la salud, el bienestar general y la calidad de vida, sobre todo de los niños.

✚ La actividad llevada a cabo por los “carreros” e integrantes de la Asociación de Cartoneros de Villa Itatí pone de manifiesto la desigual exposición que tienen los sectores pobres a los riesgos ambientales, sumado a que con las tareas de reciclado que llevan adelante están produciendo un beneficio ambiental de suma importancia, no muchas veces reconocido por la comunidad.

Consideraciones finales:

- ✚ A partir de los resultados derivados del balance hidrológico y del análisis A-V-R. surge la obligación de recomendar la necesidad de intervenir en La Cava de Villa Itatí de modo de detener el asentamiento poblacional que se ha ido produciendo en los últimos años, sobre todo en zona baja, aquella que posee un riesgo mayor de inundación y se encuentra en contacto con el agua de la laguna.
- ✚ Conjuntamente con lo mencionado en el punto anterior se debe mediar con la población ya existente para mantener el espacio libre de viviendas que permita contar con un área lagunar que sea capaz de otorgar algún grado mayor de seguridad ante precipitaciones intensas.
- ✚ Esta intervención debe darse dentro del marco de un plan de ordenamiento territorial o planeamiento urbano de Villa Itatí y La Cava, que contemple la búsqueda de la sustentabilidad ambiental del espacio ocupado, permitiendo el acceso al abastecimiento de agua potable, saneamiento y drenaje urbano, como así también al resto de los servicios públicos esenciales (recolección de residuos sólidos, transporte, iluminación, etc.).
- ✚ Pero sin duda esta planificación debe llevarla adelante el Estado mediante sus políticas de gobierno, a partir de la participación activa de los diferentes actores sociales. De ninguna manera es posible que los propios habitantes de este asentamiento (o cualquier otro) lo puedan hacer por sí mismos, ya que esta incapacidad es intrínseca a su vulnerabilidad social.

En este sentido, la creación de estos espacios de participación donde confluyen los diferentes actores sociales y donde se discuten y ponen de manifiesto las preocupaciones locales son esenciales, así como también el trabajo de divulgación sobre el tema del agua (cuidado, higiene, etc.) en las escuelas, con las familias y con las asociaciones comunitarias en forma clara y efectiva. Son estas las bases para lograr un cambio hacia un manejo más seguro.

En el transcurso de esta experiencia se ha interactuado en muchas oportunidades con los habitantes de La Cava (mediante charlas, reuniones con vecinos, etc.) y con dirigentes sociales y del gobierno, intentando formar y capacitar en el uso y manejo del agua de La Cava. Como resultado se llega a la conclusión que este problema, como otros, exceden por magnitud y complejidad, la capacidad de organización de los propios vecinos o las asociaciones intermedias, y las soluciones deben ser llevadas a cabo por los organismos responsables del Estado, quienes tienen los instrumentos legales y de gobierno para hacerlo.

- ✚ La planificación y gestión ambiental son claves para cualquier estrategia de intervención que busque el mejoramiento de asentamientos precarios o villas de emergencia, sobre todo en grandes municipios fuertemente urbanizados, donde los problemas se presentan complejos, multidisciplinarios y donde también la capacidad de gestión del espacio público es limitada. En este sentido, dotar a los profesionales intervinientes en esta tarea de criterios ambientales y de sustentabilidad para el análisis y la búsqueda de soluciones es fundamental, y la evaluación ambiental la herramienta más adecuada para la toma de decisiones.

- ✚ Es rol del Estado garantizar un acceso equitativo al agua segura y velar por los intereses de las poblaciones vulnerables de bajos recursos en su gestión de los recursos hídricos. *"En el mundo hay más que suficiente agua para el uso doméstico, la agricultura y la industria. El problema radica en que algunos –principalmente la población más pobre– quedan excluidos sistemáticamente del acceso al agua por su pobreza, por sus limitados derechos o por políticas públicas que limitan el acceso a las infraestructuras que proporcionan agua para la vida y para los medios de sustento. La escasez es fruto de las instituciones y los procesos políticos que ponen a la población pobre en una situación de desventaja."*(PNUD, 2006). Argentina como parte de ese mundo, participa de esta realidad pero posee los recursos y las herramientas necesarias para revertirla.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Área ambiental Unidad de Coordinación Nacional del Programa Mejoramiento de Barrios (PROMEBA). Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la nación. "Documento Ambiental de la muestra de Conurbano Bonaerense". Año 2002.
- Asamblea del Milenio de las Naciones Unidas (Cumbre del Milenio), celebrada en Nueva York, Estados Unidos. Año 2000.
- Auge, M. P., "Hidrogeología de la Ciudad de Buenos Aires". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Departamento Ciencias Geológicas. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Año 2004.
- Cardona, A., Omar D. "Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo: elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo". En Los desastres no son naturales. Año 1991.
- Censo Social Quilmes 2010. Municipalidad de Quilmes. Año 2010.
- Código Alimentario Argentino (CAA) - Artículo 982 - Resolución conjunta SPRyRS N° 68/2007 y SAGPyA N° 196/2007.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo, Suecia. Año 1972.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, Brasil. Año 1992.
- Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales. Presidencia de la Nación. "Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe País 2007". Año 2007.
- Custodio, E & Llamas, M. R., "Hidrología Subterránea". Ed. Omega (2da. Edición). Barcelona. Año 1983.
- Chow, V. T., D.R. Maidment & L.W. Mays, "Hidrología Aplicada". Mc. Graw Hill. Bogotá. Año 1994.
- De Barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F. y Llambías, E. (edit): "Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires". Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Año 2005.
- EASNE, "Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires". CFI. Doc. Técnico N° 24. La Plata, Pcia. de Buenos Aires. Capitulo XV. Año 1972.

- EASNE, "Estudio de Aguas Subterráneas. Contribución al conocimiento geohidrológico de la porción inferior de la cuenca del Río Matanza". Consejo Federal de Inversiones, Provincia de Buenos Aires. Año 1972.
- Evaluación ambiental de los recursos hídricos del Sistema Metropolitano Bonaerense. Subsecretaría de Medio Ambiente Ministerio de Salud Pública y Medio Ambiente. Año 1981.
- Fernández, R., "La Ciudad Verde, Teoría de la Gestión Ambiental Urbana". Centro de Investigaciones Ambientales. Editorial Espacio. Año 2000.
- González, N., "Los ambientes Hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires", en Relatorio XVI Congreso Geológico Argentino. Año 2005.
- Hargreaves G. L., Hargreaves G. H & Riley J. P. "Irrigation water requirements for Senegal river basin". Año 1985.
- Hargreaves, G. H., Samani, Z. A., "Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Eng. in Agric.". Año 1985.
- Hernández, Mario A., "Método para estudios hidrológicos en una cuenca endorreica". Conferencias de Limnología, Instituto de Limnología "Dr. A. Ringuelet". La Plata. Año 1993.
- Hidra, Servicios de Ingeniería, "Proyecto de drenajes y forestación de Villa Itatí". Buenos Aires. Año 1992.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2001. Año 2001.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. Año 2010.
- Lavell, A. 1996. "Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación". En Ciudades en Riesgo. Comp. MA, Fernández. Perú, La Red.
- Laurencena, P.; Varela, L.; Kruse, E.; Rojo A. y M. Deluchi, "Características de las Variaciones Freáticas en un Área del Noreste de la Provincia de Buenos Aires". Groundwater and Human Development. Año 2002.
- Ley 11.820 de la provincia de Buenos Aires, texto actualizado con las modificaciones introducidas por la ley 12.292. Anexo A, Tablas I y II; Anexo B, Tabla I.
- Lineamientos Generales y Regionales para un Plan Maestro de Ordenamiento Hídrico del Territorio Bonaerense. Programa Hidrológico Internacional. Convenio Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Pcia. de Bs. As. y Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación. Año 1987.

- Merlinsky, G., "Vulnerabilidad social y riesgo ambiental: ¿Un plano invisible para las políticas públicas?". Publicación Mundo Urbano, Universidad Nacional de Quilmes. Instituto Germani y Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad del Salvador. Año 2006.
- Naciones Unidas. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio, Meta 7C, "Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente". Año 2000.
- Naciones Unidas. "El Agua, una responsabilidad compartida". 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Año 2007.
- Naciones Unidas. Informe sobre los cumplimientos de los objetivos de desarrollo del milenio. Año 2010.
- Naciones Unidas. Informe sobre los cumplimientos de los objetivos de desarrollo del milenio. Año 2011.
- Natenzon, C., "El riesgo y la vulnerabilidad social" en Revista HYDRIA N° 20. Año 2008.
- Orsolini, H., Zimmermann, E., Basile, P., "Hidrología. Procesos y Métodos". UNR Editora. Rosario. Año 2000.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe acerca de los progresos sobre el agua potable y saneamiento. Año 2010.
- Programa Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe sobre Desarrollo Humano 2006. "Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua". Año 2006.
- Resolución Autoridad del Agua (ADA) de la provincia de Buenos Aires N° 336/03 - Anexo II - Parámetros de calidad de las descargas límite admisibles. Año 2003.
- "Saneamiento de la Cuenca de los Arroyos San Francisco y Las Piedras". Solicitud de crédito al Programa Global de Desarrollo Urbano (B.I.D. - S.V.O.A.). Dirección Provincial de Hidráulica - Ministerio de Obras Públicas y Servicios Públicos. Año 1989
- Scatizza C., Paoletti H., Perera F. "Contaminación del recurso hídrico subterráneo por efluentes cloacales en un área residencial". I Seminario Hispano-Latinoamericano sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. Rosario. Año 2003.
- Sejenovich H., "La gestión del agua y los sectores sociales" en Revista HYDRIA N° 19. Año 2008.
- Thornthwaite, C. W. y Mather J. R., "Instrucciones y tablas para el cómputo de la evapotranspiración potencial y el balance hídrico". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. Año 1967.
- Triano, S. "Indicadores del déficit sanitario" en Revista HYDRIA N° 9. Año 2007.

- Tucci, C. M. E., "Gestión de Inundaciones Urbanas". Porto Alegre. Año 2006.
- Tucci, C. M. E., Bertoni J. C., "La urbanización y su impacto sobre la gestión del agua" en Revista HYDRIA N° 9. Año 2007.
- Universidad Nacional de Quilmes. "Quilmes: diagnóstico sobre las condiciones urbanas y ambientales". Año 2006.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Boletín N° 190, Julio de 2007.
- U.S. Department of the Interior Boureau of Reclamation; "Diseño de Presas Pequeñas", C.E. Continental. Año 1976.
- Verbitsky Bernardo, "Villa Miseria también es América". Buenos Aires. Ed. Sudamericana Año 1957.
- Wilches Chaux, G. "La vulnerabilidad Global" (1988). En: Maskrey, A (Comp.): "Los desastres no son naturales". Bogotá: La Red, Tercer Mundo Editores. Año 1993.
- Zalewsky, M., Programa Hidrológico Internacional. Fase V. años 1996-2001.

7 ADENDA – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

7.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS ESTIMADOS

El presente estudio de sensibilidad está dirigido a cuantificar la influencia sobre los resultados del balance hidrológico, analizando la variación de algunos de los parámetros considerados.

Para el caso de la Afluencia Subterránea se evaluó la variación de la Transmisividad, dado que el gradiente hidráulico y la longitud de la curva isofreática han podido ser corroborados “in situ”. Es así que, como el valor de Transmisividad adoptado en el balance fue igual a 100 m²/día, en primer lugar se consideró tomar para el análisis de sensibilidad valores extremos de 50 y 150 m²/día, pero dado los resultados preliminares obtenidos, se decidió incorporar valores intermedios de 80 y 120 m²/día respectivamente.

Respecto al Agua Importada, se optó por variar el Coeficiente de Vertido a 0,8, tradicionalmente utilizado en los cálculos de redes de saneamiento, en lugar del considerado originalmente de 0,9.

Por último, para la Precipitación Efectiva se consideró la posibilidad de que el CN correspondiera a un Grupo Hidrológico Tipo “C”, en lugar del Tipo “D” de los cálculos originales, por lo que, en base a la misma bibliografía, Chow et al. (1994) – Orsolini et al. (2000), se obtuvo un nuevo valor de CN para la condición II (CN II) igual a 88.

En resumen, los parámetros seleccionados, los valores resultantes del balance hidrológico original (presentado en el trabajo de Tesis), y los nuevos considerados para evaluar su sensibilidad se detallan en el siguiente Cuadro 1:

Cuadro 1: Análisis de sensibilidad. Parámetros seleccionados

Precipitación Efectiva		Agua Importada		Afluencia Subterránea				
Grupo Hidrológico		Coeficiente de Vertido		Transmisividad				
Original	Nuevo	Original	Nuevo	Original	Nuevos			
Tipo "D"-CN=92	Tipo "C"-CN=88	0,9	0,8	100	50	80	120	150

El resultado de las distintas combinaciones entre ellos conformó Escenarios diferentes, para cada uno de los cuales se determinó la variación del almacenamiento superficial en el período Septiembre – Noviembre de 2011 (donde no se registraron precipitaciones, ver Gráficos 3.15 y 3.16), y ayudados por la curva Altura – Volumen (ver Gráfico 3.18), se calculó la cota promedio de la laguna correspondiente a cada volumen obtenido. Estos resultados se muestran en el Cuadro 2 que se presenta a continuación.

Cuadro 2: Análisis de sensibilidad. Escenarios ensayados

Escenario	Precipitación Efectiva		Agua Importada		Afluencia Subterránea					ΔS_{sp} (*)	Cota (**)
	Grupo Hidrológico		Coef. de Vertido		Transmisividad						
	"C"-CN=88	"D"-CN=92	0,8	0,9	50	80	100	120	150	m ³	IGN
1	88	---	0,8	---	50	---	---	---	---	-86.969	---
2	88	---	0,8	---	---	80	---	---	---	-54.145	---
3	88	---	0,8	---	---	---	100	---	---	-32.263	---
4	88	---	0,8	---	---	---	---	120	---	-10.380	---
5	88	---	0,8	---	---	---	---	---	150	22.444	3,32
6	88	---	---	0,9	50	---	---	---	---	-58.528	---
7	88	---	---	0,9	---	80	---	---	---	-25.704	---
8	88	---	---	0,9	---	---	100	---	---	-3.822	---
9	88	---	---	0,9	---	---	---	120	---	18.061	3,18
10	88	---	---	0,9	---	---	---	---	150	50.885	3,85
11	---	92	0,8	---	50	---	---	---	---	-67.365	---
12	---	92	0,8	---	---	80	---	---	---	-34.541	---
13	---	92	0,8	---	---	---	100	---	---	-12.659	---
14	---	92	0,8	---	---	---	---	120	---	9.224	2,72
15	---	92	0,8	---	---	---	---	---	150	42.048	3,68
16	---	92	---	0,9	50	---	---	---	---	-38.924	---
17	---	92	---	0,9	---	80	---	---	---	-6.100	---
18	---	92	---	0,9	---	---	100	---	---	15.782	3,10
19	---	92	---	0,9	---	---	---	120	---	37.665	3,60
20	---	92	---	0,9	---	---	---	---	150	70.489	4,16

(*) Variación del almacenamiento superficial en el período donde no se registraron precipitaciones (Sep. - Nov. de 2011)

(**) Cota promedio

El Escenario correspondiente a los datos del balance original es el número 18, y aquellos que dieron como resultado volúmenes negativos (marcados en rojo) corresponden a los casos en que la suma de los términos de evapotranspiración y volumen bombeado (sobre todo éste último) supera al volumen de agua total que ingresó al sistema, conformando escenarios que no reflejan una situación real puesta de manifiesto a lo largo de la experiencia.

De la observación del cuadro anterior también se desprende que de haberse considerado sólo los valores de 50 y 150 m²/día de Transmisividad, los resultados favorables hubiesen sido muy pocos como para realizar un adecuado análisis.

Análisis de resultados

Para mejor visualización, en el Cuadro 3 se presentan únicamente aquellos Escenarios que dieron resultados válidos.

Cuadro 3: Análisis de sensibilidad. Escenarios factibles

Escenario	Precipitación Efectiva		Agua Importada		Afluencia Subterránea					ΔS_{sp}	Cota
	Grupo Hidrológico		Coef. de Vertido		Transmisividad						
	"C"-CN=88	"D"-CN=92	0,8	0,9	50	80	100	120	150	m ³	IGN
5	88	---	0,8	---	---	---	---	---	150	22.444	3,32
9	88	---	---	0,9	---	---	---	120	---	18.061	3,18
10	88	---	---	0,9	---	---	---	---	150	50.885	3,85
14	---	92	0,8	---	---	---	---	120	---	9.224	2,72
15	---	92	0,8	---	---	---	---	---	150	42.048	3,68
18	---	92	---	0,9	---	---	100	---	---	15.782	3,10
19	---	92	---	0,9	---	---	---	120	---	37.665	3,60
20	---	92	---	0,9	---	---	---	---	150	70.489	4,16

Los cuales también se representan en los Gráficos 1 y 2 para la variación del almacenamiento superficial y cota promedio según escenario, respectivamente.

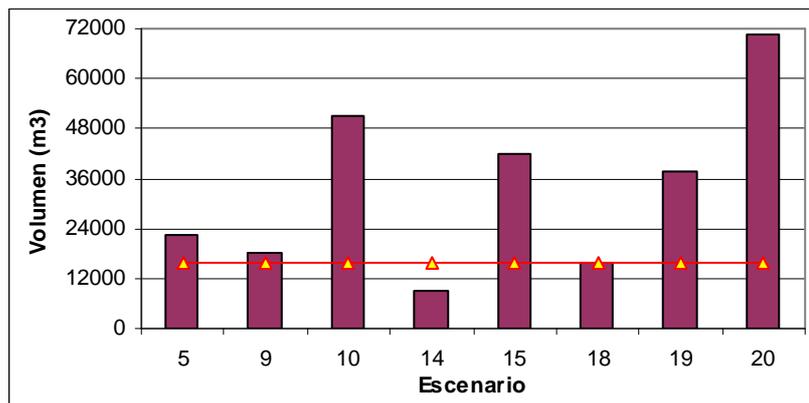


Gráfico 1: Variación del almacenamiento superficial según escenario. Se indica en amarillo los valores del balance original.

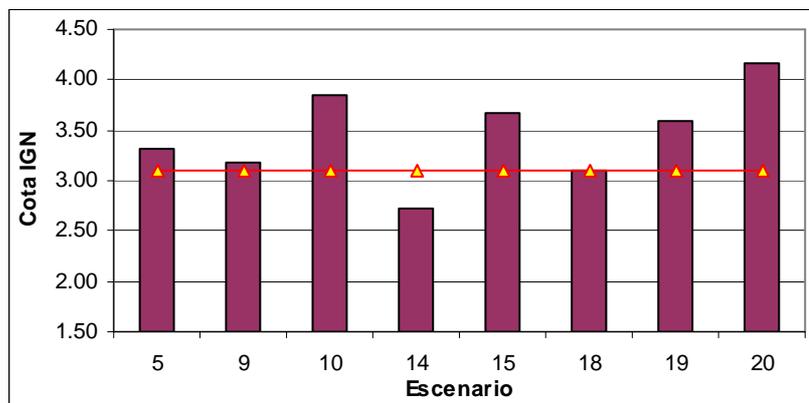


Gráfico 2: Cota promedio según escenario. Se indica en amarillo los valores del balance original.

Asimismo, en el Cuadro 4 se indican los niveles de referencia (ver Tabla 3.16: Relación Altura - Volumen), y su correspondencia con algunas de las cotas más relevantes.

Cuadro 4: Relación Cota – Volumen. Niveles de referencia

Cota IGN	Volumen [m ³]	Referencia
2,20	3.331	Fondo Canal acceso a E. Bombeo
3,30	21.475	Borde Superior Reja E. Bombeo
4,00	59.088	Piso Estación de Bombeo

Relacionando estos niveles con los obtenidos en el Cuadro 3, se desprende que todos aquellos Escenarios donde los niveles promedio superaron los 3,30 m de cota IGN suponen que funcionaron con el desborde por sobre la reja de protección de la bombas, lo cual no se corresponde con la consigna establecida para el funcionamiento de la estación, la cual se recuerda, es que las bombas se deben encender cuando el nivel del agua es próximo al borde superior de la reja y se detienen cuando llega al fondo del canal de acceso, para proteger los equipos de bombeo.

Por lo tanto los casos resultantes, que cumplen con variaciones de almacenamiento superficial y niveles adecuados son los Escenarios 9, 14 y 18. De los dos primeros el que se acerca mejor al propuesto en el balance original es el número 9, en donde la disminución del CN por el cambio en el Grupo Hidrológico (de 92 a 88) es compensada por un aumento de la Transmisividad (de 100 a 120 m²/día), dando como resultado un nivel promedio prácticamente igual al obtenido originalmente (3,18 a 3,10 m de cota IGN), pero con un valor superior de Transmisividad que si bien esta dentro del rango de los posibles, es más difícil de justificar.

En el Escenario 14, donde el dato relevante es el cambio del Coeficiente de Vertido de 0,9 a 0,8, el nivel se encuentra dentro de lo aceptable (2,72 cota IGN), pero algo bajo respecto a lo que pudo verificarse en el seguimiento realizado durante el estudio.

A partir de todo lo expuesto es posible expresar que el análisis de sensibilidad ha permitido encontrar otras combinaciones de parámetros que representarían adecuadamente los resultados obtenidos, pero al ser igualmente válidas que las arribadas originalmente, se sostiene que la combinación obtenida en el Escenario 18 cerraría mejor el balance hidrológico en primera instancia, para luego ubicarse el Escenario 9 y el Escenario 14 en segundo y tercer lugar respectivamente.

8 ANEXO I – BALANCE HIDROLÓGICO

- Insolación Diaria

Hemisferio Sur												
Día	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	1,21	1,15	1,07	0,98	0,89	0,83	0,82	0,86	0,94	1,03	1,13	1,19
2	1,20	1,15	1,07	0,97	0,89	0,83	0,82	0,87	0,95	1,04	1,13	1,19
3	1,20	1,14	1,07	0,97	0,89	0,83	0,82	0,87	0,95	1,04	1,13	1,20
4	1,20	1,14	1,06	0,97	0,89	0,83	0,82	0,87	0,95	1,04	1,13	1,20
5	1,20	1,14	1,06	0,96	0,89	0,83	0,82	0,87	0,96	1,04	1,14	1,20
6	1,20	1,14	1,06	0,96	0,89	0,83	0,82	0,87	0,96	1,05	1,14	1,20
7	1,20	1,14	1,05	0,96	0,89	0,83	0,82	0,88	0,96	1,05	1,14	1,20
8	1,20	1,13	1,05	0,95	0,87	0,83	0,82	0,88	0,97	1,06	1,14	1,20
9	1,20	1,13	1,05	0,95	0,87	0,83	0,82	0,88	0,97	1,06	1,15	1,20
10	1,20	1,13	1,04	0,95	0,87	0,83	0,83	0,88	0,97	1,06	1,15	1,20
11	1,19	1,13	1,04	0,95	0,87	0,83	0,83	0,89	0,98	1,07	1,15	1,21
12	1,19	1,12	1,04	0,95	0,87	0,83	0,83	0,89	0,98	1,07	1,15	1,21
13	1,19	1,12	1,04	0,94	0,86	0,82	0,83	0,89	0,98	1,07	1,16	1,21
14	1,19	1,12	1,03	0,94	0,86	0,82	0,83	0,89	0,98	1,08	1,16	1,21
15	1,19	1,11	1,03	0,94	0,86	0,82	0,83	0,9	0,99	1,08	1,16	1,21
16	1,19	1,11	1,03	0,93	0,86	0,82	0,83	0,9	0,99	1,08	1,16	1,21
17	1,19	1,11	1,02	0,93	0,85	0,82	0,83	0,9	0,99	1,08	1,16	1,21
18	1,18	1,11	1,02	0,93	0,85	0,82	0,84	0,9	1,00	1,09	1,17	1,21
19	1,18	1,10	1,02	0,93	0,85	0,82	0,84	0,9	1,00	1,09	1,17	1,21
20	1,18	1,10	1,01	0,92	0,85	0,82	0,84	0,91	1,00	1,09	1,17	1,21
21	1,18	1,10	1,01	0,92	0,85	0,82	0,84	0,91	1,01	1,10	1,17	1,21
22	1,17	1,09	1,01	0,92	0,84	0,82	0,84	0,91	1,01	1,10	1,18	1,21
23	1,17	1,09	1,00	0,91	0,84	0,82	0,84	0,92	1,01	1,10	1,18	1,21
24	1,17	1,09	1,00	0,91	0,84	0,82	0,85	0,92	1,02	1,10	1,18	1,21
25	1,17	1,08	1,00	0,91	0,84	0,82	0,85	0,92	1,02	1,11	1,18	1,21
26	1,17	1,08	1,00	0,91	0,84	0,82	0,85	0,92	1,02	1,11	1,18	1,21
27	1,16	1,08	0,99	0,90	0,84	0,82	0,85	0,93	1,02	1,11	1,19	1,21
28	1,16	1,07	0,99	0,90	0,84	0,82	0,85	0,93	1,02	1,12	1,19	1,21
29	1,16	---	0,98	0,90	0,83	0,82	0,86	0,93	1,03	1,12	1,19	1,21
30	1,16	---	0,98	0,89	0,83	0,82	0,86	0,94	1,03	1,12	1,19	1,21
31	1,15	---	0,98	---	0,83	---	0,86	0,94	---	1,12	---	1,21

• Precipitación Diaria Año 2011

Día	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	0	0	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	101,1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	7,8	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,9	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	4
7	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	17	0	0
8	2	5	0	7,1	0	0	0	0	0	8,8	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	13,9	0
10	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0
11	8,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0,2	0	0	0	0	5,0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	6,0	0	13,9	0	0
14	0	0	0	18	0,2	0	0	0	0	0	0	0,5
15	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	8,8
16	0	0	11,9	0	0	40,8	0	0,5	0	0	0	6
17	19	0	0	30,9	0	14,9	0	4	3	0	0	12,9
18	0	0,5	0	2	0	0	0,2	0	0	0	0	0
19	0	20	0	0	0	23,1	46,9	0	0	2	0	0
20	46,9	82	0	3	0	0,7	0	2,0	0	0	12,9	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,9	0
22	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,0	12,9
23	0	2	10,9	0,2	6,0	42,9	0	0	0	0	0	0
24	0	0,5	8,8	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,7
25		0,7	0	0	23,8	0	0	0	0	0	0	0
26	11,9	0	0,5	0	3,0	0	16	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	-	0	0	0	0	0	0	10,9	0,5	0,7	0
30	0	-	0	24,8	0	0	0	0	0	0	2	0
31	2	-	0	-	0	-	0	0	-	0	-	0
Total	91,1	110,9	32,3	194,9	39,5	126,6	63,1	17,5	13,9	43,2	52,0	45,8

• Planilla Control de Bombeo

Mes	Día		BOMBA 1				BOMBA 2				BOMBA 3				Tiempo de Funcionamiento		
			Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		B-1	B-2	B-3
			A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	hs	hs	hs
Marzo	Martes	15	8.0			15.0								7	0	0	
	Miércoles	16	8.0			15.0								7	0	0	
	Jueves	17	8.0			15.0								7	0	0	
	Viernes	18									11.5			15.0	0	0	3.5
	Sábado	19	8.0			17.0					8.0			15.0	9	0	7
	Domingo	20									8.0			15.0	0	0	7
	Lunes	21									8.0			13.0	0	0	5
	Martes	22	8.0			15.0									7	0	0
	Miércoles	23	8.0			15.0	8.0	11.0	13.0	15.0					7	5	0
	Jueves	24	8.0			15.0					8.0	11.5			7	0	3.5
	Viernes	25									8.0			15.0	0	0	7
	Sábado	26	8.0			13.0									5	0	0
	Domingo	27													0	0	0
	Lunes	28	8.0			19.0					8.0			13.0	11	0	5
	Martes	29	10.0			18.0									8	0	0
	Miércoles	30									8.0			17.0	0	0	9
Jueves	31									8.0			19.0	0	0	11	
Abril	Viernes	1	9.0			18.5								9.5	0	0	
	Sábado	2									18.0			24.0	0	0	6
	Domingo	3									0.0			8.0	0	0	8
	Lunes	4	8.0			17.0									9	0	0
	Martes	5									10.5			19.0	0	0	8.5
	Miércoles	6	8.0			17.0					8.0			17.0	9	0	9
	Jueves	7									8.0			17.0	0	0	9
	Viernes	8	8.0			14.0									6	0	0
	Sábado	9									9.0			17.0	0	0	8
	Domingo	10													0	0	0
	Lunes	11	9.0			18.0	9.0			18.0					9	9	0
	Martes	12	8.0			18.0									10	0	0
	Miércoles	13	8.0			17.0									9	0	0
	Jueves	14	8.0			17.0									9	0	0
	Viernes	15	8.0			15.0									7	0	0
	Sábado	16	8.0			13.0									5	0	0
	Domingo	17	9.0			24.0									15	0	0
	Lunes	18	0.0			17.0									17	0	0
	Martes	19					8.0			18.0					0	10	0
	Miércoles	20					8.5			17.0					0	8.5	0
	Jueves	21					9.0			18.0					0	9	0
	Viernes	22	8.0			18.0									10	0	0
	Sábado	23	8.5			18.0									9.5	0	0
	Domingo	24													0	0	0
	Lunes	25	8.0			18.0									10	0	0
	Martes	26	8.0			17.0									9	0	0
	Miércoles	27	8.0			17.0									9	0	0
	Jueves	28	8.0			17.0									9	0	0
Viernes	29	8.0			17.0									9	0	0	
Sábado	30	8.0			17.0									9	0	0	
Mayo	Domingo	1	10.0			19.0								9	0	0	
	Lunes	2	8.0			17.0								9	0	0	
	Martes	3	8.0			17.0								9	0	0	
	Miércoles	4	8.0			18.0								10	0	0	

Mes	Día		BOMBA 1				BOMBA 2				BOMBA 3				Tiempo de Funcionamiento		
			Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		B-1	B-2	B-3
			A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	hs	hs	hs
	Jueves	5	8.0			17.0								9	0	0	
	Viernes	6	8.0			19.0								11	0	0	
	Sábado	7	9.0			18.0								9	0	0	
	Domingo	8	10.0			20.0								10	0	0	
	Lunes	9	8.0			17.0								9	0	0	
	Martes	10	8.0			17.0								9	0	0	
	Miércoles	11	8.0			17.0								9	0	0	
	Jueves	12	8.0			17.0								9	0	0	
	Viernes	13	8.0			15.0								7	0	0	
	Sábado	14	8.0			13.0								5	0	0	
	Domingo	15	8.0			13.0								5	0	0	
	Lunes	16	8.0			17.0								9	0	0	
	Martes	17	8.0			18.0								10	0	0	
	Miércoles	18	10.0			17.0								7	0	0	
	Jueves	19	10.0			17.0								7	0	0	
	Viernes	20	8.0			19.0								11	0	0	
	Sábado	21	8.0			17.0								9	0	0	
	Domingo	22	9.0			14.0								5	0	0	
	Lunes	23												0	0	0	
	Martes	24			19.0	24.0								5	0	0	
	Miércoles	25	0.0			24.0								24	0	0	
	Jueves	26	0.0			19.0								19	0	0	
	Viernes	27	9.0			17.0								8	0	0	
	Sábado	28	8.0			17.0								9	0	0	
	Domingo	29	8.0			17.0								9	0	0	
	Lunes	30	8.0			17.0								9	0	0	
	Martes	31	8.0			15.0								7	0	0	
Junio	Miércoles	1	10.0			15.0								5	0	0	
	Jueves	2	8.0			13.0								5	0	0	
	Viernes	3	8.0			15.0								7	0	0	
	Sábado	4	8.0			13.0								5	0	0	
	Domingo	5	8.0			13.0								5	0	0	
	Lunes	6	8.0			17.0								9	0	0	
	Martes	7	8.0			15.0								7	0	0	
	Miércoles	8	8.0			17.0								9	0	0	
	Jueves	9	8.0			17.0								9	0	0	
	Viernes	10	8.0			17.0								9	0	0	
	Sábado	11	8.0			17.0								9	0	0	
	Domingo	12	8.0			17.0								9	0	0	
	Lunes	13	8.0			17.0								9	0	0	
	Martes	14					8.0			24.0					0	16	0
	Miércoles	15					0.0			24.0					0	24	0
	Jueves	16					0.0			24.0					0	24	0
	Viernes	17					0.0			24.0					0	24	0
	Sábado	18					0.0	9.0	17.0	24.0					0	16	0
	Domingo	19					0.0			24.0					0	24	0
	Lunes	20					0.0			24.0					0	24	0
	Martes	21					0.0	8.0							0	8	0
	Miércoles	22					8.0			24.0					0	16	0
	Jueves	23					0.0			24.0					0	24	0
	Viernes	24					0.0			24.0					0	24	0
	Sábado	25					0.0			24.0					0	24	0
	Domingo	26					0.0			22.0					0	22	0

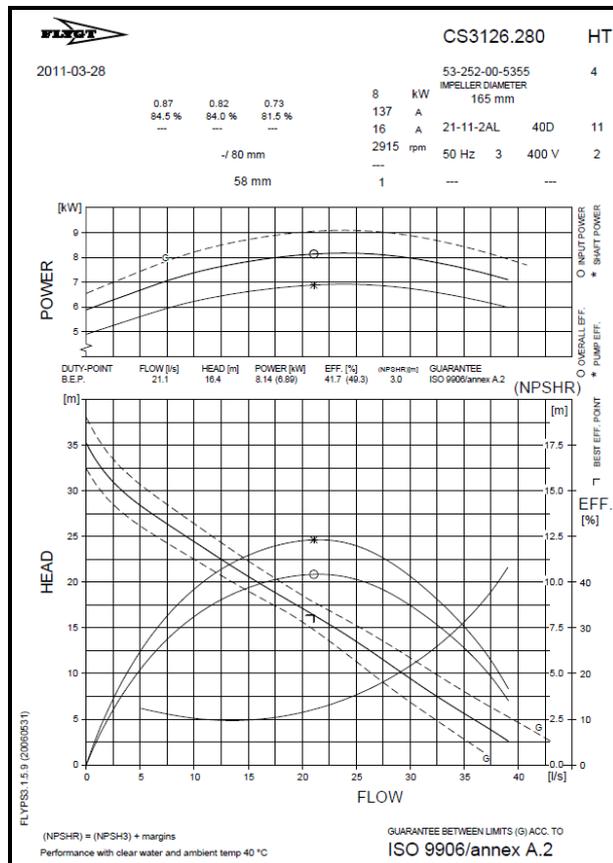
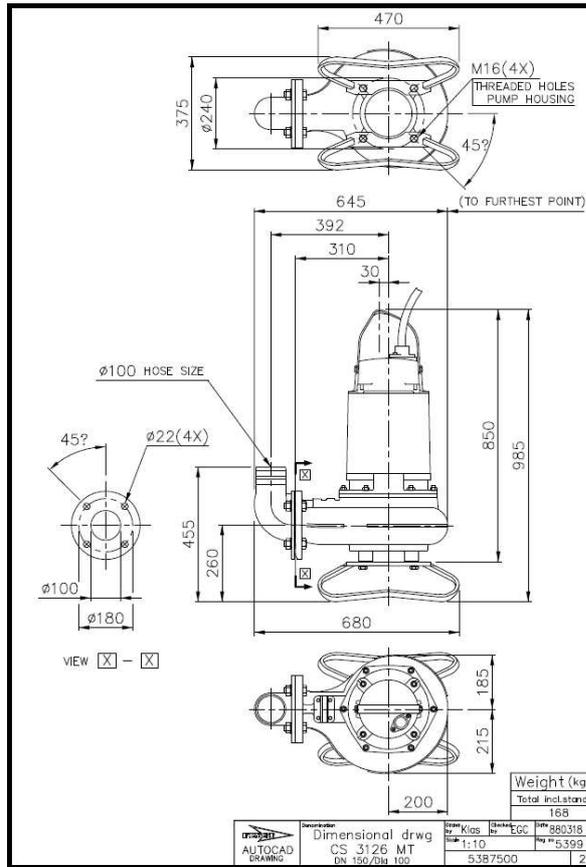
Mes	Día		BOMBA 1				BOMBA 2				BOMBA 3				Tiempo de Funcionamiento		
			Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		B-1	B-2	B-3
			A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	hs	hs	hs
Junio	Lunes	27					9.0			20.0					0	11	0
	Martes	28					8.0			22.0					0	14	0
	Miércoles	29					9.0			18.0					0	9	0
	Jueves	30					8.5			18.0					0	9.5	0
Julio	Viernes	1	8.5			19.0									10.5	0	0
	Sábado	2													0	0	0
	Domingo	3													0	0	0
	Lunes	4	8.0			20.0									12	0	0
	Martes	5	8.0			17.0									9	0	0
	Miércoles	6									8.0			20.0	0	0	12
	Jueves	7									8.5			20.0	0	0	11.5
	Viernes	8									8.5			19.0	0	0	10.5
	Sábado	9									8.0			18.0	0	0	10
	Domingo	10									8.0			20.0	0	0	12
	Lunes	11									9.0			20.0	0	0	11
	Martes	12									8.0			19.0	0	0	11
	Miércoles	13									8.5			19.0	0	0	10.5
	Jueves	14									8.0			17.0	0	0	9
	Viernes	15									8.3			17.0	0	0	8.7
	Sábado	16									8.0			18.0	0	0	10
	Domingo	17									9.0			19.0	0	0	10
	Lunes	18									8.0			24.0	0	0	16
	Martes	19									0.0			18.0	0	0	18
	Miércoles	20									8.0			24.0	0	0	16
	Jueves	21									0.0			18.0	0	0	18
	Viernes	22									8.0			19.0	0	0	11
	Sábado	23									8.0			18.0	0	0	10
	Domingo	24									8.0			19.0	0	0	11
	Lunes	25									8.0			24.0	0	0	16
	Martes	26									0.0			19.0	0	0	19
	Miércoles	27									8.0			19.0	0	0	11
	Jueves	28									8.0			18.0	0	0	10
	Viernes	29									8.0			18.0	0	0	10
	Sábado	30									8.0			19.0	0	0	11
	Domingo	31									8.5			18.5	0	0	10
Agosto	Lunes	1								8.0			19.0	0	0	11	
	Martes	2								8.0			18.0	0	0	10	
	Miércoles	3								8.0			18.0	0	0	10	
	Jueves	4								8.0			19.0	0	0	11	
	Viernes	5								8.0			19.0	0	0	11	
	Sábado	6								8.0			18.0	0	0	10	
	Domingo	7								8.0			18.0	0	0	10	
	Lunes	8								8.0			19.0	0	0	11	
	Martes	9								8.0			18.0	0	0	10	
	Miércoles	10								8.0			17.0	0	0	9	
	Jueves	11								8.0			17.0	0	0	9	
	Viernes	12								8.0			24.0	0	0	16	
	Sábado	13								0.0			24.0	0	0	24	
	Domingo	14								0.0			24.0	0	0	24	
	Lunes	15								0.0			24.0	0	0	24	
	Martes	16								0.0			19.0	0	0	19	
	Miércoles	17								9.0			20.0	0	0	11	
	Jueves	18								9.0			19.0	0	0	10	

Mes	Día		BOMBA 1				BOMBA 2				BOMBA 3				Tiempo de Funcionamiento			
			Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		B-1	B-2	B-3	
			A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	hs	hs	hs	
Septiembre	Viernes	19									8.0				19.0	0	0	11
	Sábado	20									8.0				19.0	0	0	11
	Domingo	21									8.0				19.0	0	0	11
	Lunes	22									8.0				19.0	0	0	11
	Martes	23									8.0				20.0	0	0	12
	Miércoles	24									8.0				20.0	0	0	12
	Jueves	25									8.0				19.0	0	0	11
	Viernes	26									8.0				19.0	0	0	11
	Sábado	27									8.0				20.0	0	0	12
	Domingo	28									8.0				19.0	0	0	11
	Lunes	29									8.0				19.0	0	0	11
	Martes	30									8.0				19.0	0	0	11
	Miércoles	31									8.0				19.0	0	0	11
Septiembre	Jueves	1									8.0				18.0	0	0	10
	Viernes	2									8.0				18.0	0	0	10
	Sábado	3									8.0				18.0	0	0	10
	Domingo	4									8.0				18.0	0	0	10
	Lunes	5									8.0				18.0	0	0	10
	Martes	6									8.0				18.0	0	0	10
	Miércoles	7									8.0				17.0	0	0	9
	Jueves	8									8.0				19.0	0	0	11
	Viernes	9									8.0				19.0	0	0	11
	Sábado	10									8.0				19.0	0	0	11
	Domingo	11									8.0				19.0	0	0	11
	Lunes	12									8.0				19.0	0	0	11
	Martes	13									8.0				19.0	0	0	11
	Miércoles	14									8.0				16.0	0	0	8
	Jueves	15									8.0				18.0	0	0	10
	Viernes	16									9.0				18.0	0	0	9
	Sábado	17									9.0				18.0	0	0	9
	Domingo	18									8.0				18.0	0	0	10
	Lunes	19									8.0				19.0	0	0	11
	Martes	20									8.0				19.0	0	0	11
	Miércoles	21									8.0				19.0	0	0	11
	Jueves	22									8.0				18.0	0	0	10
	Viernes	23									8.0				18.0	0	0	10
	Sábado	24									8.0				18.0	0	0	10
	Domingo	25									8.0				18.0	0	0	10
	Lunes	26									8.0				18.0	0	0	10
	Martes	27									8.0				18.0	0	0	10
	Miércoles	28									8.0				18.0	0	0	10
	Jueves	29									8.0				18.0	0	0	10
	Viernes	30									8.0				18.0	0	0	10
Octubre	Sábado	1									8.0				18.0	0	0	10
	Domingo	2									9.0				17.0	0	0	8
	Lunes	3									8.0				18.0	0	0	10
	Martes	4									9.0				19.0	0	0	10
	Miércoles	5									8.0				19.0	0	0	11
	Jueves	6									8.0				18.0	0	0	10
	Viernes	7									9.0				18.0	0	0	9
	Sábado	8									9.0				19.0	0	0	10
	Domingo	9									8.0				19.0	0	0	11
	Lunes	10									8.0				19.0	0	0	11

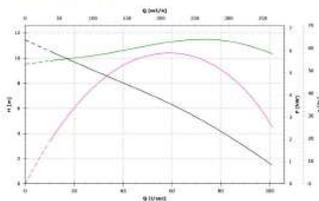
Mes	Día		BOMBA 1				BOMBA 2				BOMBA 3				Tiempo de Funcionamiento					
			Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		B-1	B-2	B-3			
			A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	hs	hs	hs			
Octubre	Martes	11											9.0			18.0	0	0	9	
	Miércoles	12											9.0			18.0	0	0	9	
	Jueves	13											8.0			17.0	0	0	9	
	Viernes	14											9.0			17.0	0	0	8	
	Sábado	15											9.0			17.0	0	0	8	
	Domingo	16											9.0			18.0	0	0	9	
	Lunes	17											9.0			17.0	0	0	8	
	Martes	18											9.0			17.0	0	0	8	
	Miércoles	19											8.0			17.0	0	0	9	
	Jueves	20											9.0			16.0	0	0	7	
	Viernes	21											9.0			17.0	0	0	8	
	Sábado	22											10.0			18.0	0	0	8	
	Domingo	23											9.0			19.0	0	0	10	
	Lunes	24											10.0			17.0	0	0	7	
	Martes	25											8.0			19.0	0	0	11	
	Miércoles	26											8.0			19.0	0	0	11	
	Jueves	27											8.0			18.0	0	0	10	
	Viernes	28											7.0			18.0	0	0	11	
	Sábado	29											8.0			17.0	0	0	9	
	Domingo	30											7.0			19.0	0	0	12	
	Lunes	31											8.0			17.0	0	0	9	
	Noviembre	Martes	1											7.0			19.0	0	0	12
		Miércoles	2											8.0			17.0	0	0	9
		Jueves	3											8.0			18.0	0	0	10
		Viernes	4											8.0			17.0	0	0	9
		Sábado	5											9.0			17.0	0	0	8
		Domingo	6											9.0			18.0	0	0	9
		Lunes	7											9.0			18.0	0	0	9
		Martes	8											8.0			18.0	0	0	10
		Miércoles	9											10.0			17.0	0	0	7
		Jueves	10											8.0			18.0	0	0	10
Viernes		11											8.0			17.0	0	0	9	
Sábado		12											8.0			19.0	0	0	11	
Domingo		13											8.0			19.0	0	0	11	
Lunes		14											8.0			19.0	0	0	11	
Martes		15											8.0			17.0	0	0	9	
Miércoles		16											8.0			17.0	0	0	9	
Jueves		17											8.0			17.0	0	0	9	
Viernes		18											8.0			17.0	0	0	9	
Sábado		19											8.0			17.0	0	0	9	
Domingo		20											8.0			17.0	0	0	9	
Lunes		21											8.0			17.0	0	0	9	
Martes		22											8.0			17.0	0	0	9	
Miércoles		23											8.0			18.0	0	0	10	
Jueves		24											8.0			18.0	0	0	10	
Viernes		25											8.0			18.0	0	0	10	
Sábado		26											9.0			18.0	0	0	9	
Domingo		27											9.0			17.0	0	0	8	
Lunes		28											9.0			17.0	0	0	8	
Martes		29											9.0			18.0	0	0	9	
Miércoles		30											9.0			17.0	0	0	8	
Diciembre	Jueves	1											8.0			17.0	0	0	9	
	Viernes	2											9.0			17.0	0	0	8	

Mes	Día		BOMBA 1				BOMBA 2				BOMBA 3				Tiempo de Funcionamiento				
			Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		Mañana		Tarde		B-1	B-2	B-3		
			A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	hs	hs	hs		
	Sábado	3											8.0			17.0	0	0	9
	Domingo	4											9.0			17.0	0	0	8
	Lunes	5											8.0			19.0	0	0	11
	Martes	6											9.0			19.0	0	0	10
	Miércoles	7											8.0			17.0	0	0	9
	Jueves	8											9.0			18.0	0	0	9
	Viernes	9											8.0			18.0	0	0	10
	Sábado	10											9.0			18.0	0	0	9
	Domingo	11											8.0			17.0	0	0	9
	Lunes	12											9.0			18.0	0	0	9
	Martes	13											8.0			19.0	0	0	11
	Miércoles	14											9.0			19.0	0	0	10
	Jueves	15											8.0			18.0	0	0	10
	Viernes	16											9.0			19.0	0	0	10
	Sábado	17											8.0			19.0	0	0	11
	Domingo	18											9.0			16.0	0	0	7
	Lunes	19											8.0			16.0	0	0	8
	Martes	20											9.0			16.0	0	0	7
	Miércoles	21											8.0			16.0	0	0	8
	Jueves	22											9.0			16.0	0	0	7
	Viernes	23											8.0			17.0	0	0	9
	Sábado	24											9.0			17.0	0	0	8
	Domingo	25											8.0			17.0	0	0	9
	Lunes	26											9.0			17.0	0	0	8
	Martes	27											8.0			17.0	0	0	9
	Miércoles	28											8.0			17.0	0	0	9
	Jueves	29											8.0			17.0	0	0	9
	Viernes	30											8.0			17.0	0	0	9
	Sábado	31											8.0			17.0	0	0	9

- Curvas Características de las Bombas



DRP 750/4/150 A0HT/50




Multi-channel open impeller
 Rated power output (P2) 6.5 kW
 Free passage 95 mm

Technical data		Constructive characteristics	
Number of poles	4	Outlet	DN150 PN10
Rated power output (P2)	6.5 kW	Outlet orientation	H (horizontal)
Input power (P1)	8.6 kW	Type of starting	Y/D
Nominal absorbed current (In)	14.9 A	Weight	130 kg
rated power factor (cos phi)	0.83	Standard cable type	O7RN-F 7G1.5+3x0.75
Nominal power frequency (f)	50 Hz	EX cable type	N.A.
Rated nominal voltage(Vn)	400/700 V	Standard paint type	Bicomponent epoxy paint
N° phases	3	Maximum acoustic pressure	70 dB
IPMotor	68	Set of standard mechanical seals	Two Silicon carbide mechanical seals (SiC) and One carbon-Aluminium oxide mechanical seal (Al)
ATEX thermal class	not applicable	Probe for water presence	✓
insulation class	H		

Use limits		Materials	
Maximum operating temperature	40 °C	Case	Grey Cast Iron - EN-GJL 250 (02)
Maximum immersion depth	20 m	Shaft	Stainless Steel - AISI 420 (23)
PH of treated fluid	6 to 11 pH	Cooling jacket	Carbon Steel - Fe360 + Fe370 (55)
max starts per hour	15	Standard gasket	Rubber - NBR (77)
		EX gasket	Not applicable (00)
		Nuts and bolts	Stainless Steel - class A2-70 (42)
		Hydraulic	Grey Cast Iron - EN-GJL 250 (02)
		Impeller	Grey Cast Iron - EN-GJL 250 (02)
		Cutting disk	Not applicable (00)
		Cutter	Not applicable (00)
		Grid	Not applicable (00)

Test limits	
Density of treated fluid	1 Kg/dm ³
Viscosity of treated fluid	1 mm ² /s

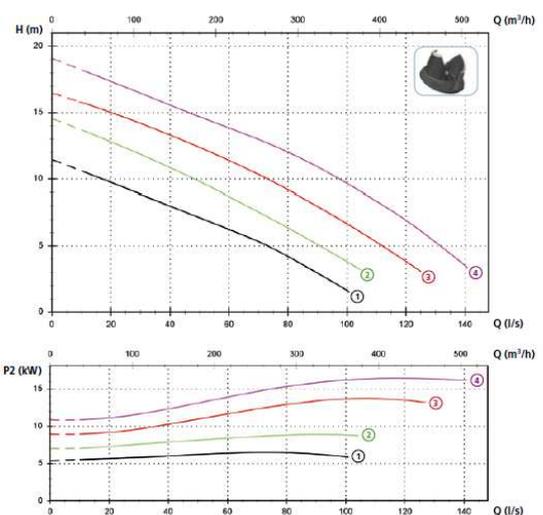
www.zenit.com All data are property of Zenit 1

PRODUCT CATALOGUE electrical submersible pumps

DRP

Models with horizontal DN150 PN10-16 flanged delivery port - 4 poles

Performances



Technical data

	V	Phases	P1 (kw)	P2 (kw)	A	Rpm	Ø	Cable (*)	Free passage	
①	DRP 750/4/150 A0HT/50	400	3	8.6	6.5	14.9	1450	DN150 PN10-16	A	95 mm
②	DRP 1000/4/150 A0HT/50	400	3	11.5	8.9	20	1450	DN150 PN10-16	A	95 mm
③	DRP 1500/4/150 A0HT/50	400	3	15.8	13.6	28.2	1450	DN150 PN10-16	B	95x110 mm
④	DRP 2000/4/150 A0HT/50	400	3	20.7	16.4	36	1450	DN150 PN10-16	B	95x115 mm

(*) A = O7RN-F 7G1.5+3x0.75 - 10 m
 B = H07RN-F 8G6 + H07RN-F 4G6 + H07RN-F 2G1 - 10 m
 Electrical and mechanical features are equal to the cable H07RN-F

149

• Evolución del Balance Hidrológico de Paso Diario

Mes	Día	Ingresos (m ³)				Egresos (m ³)			ΔS_{sp}
		Pe	Qi	Qsb	Ingresos Totales	Evt	Qb	Egresos Totales	
Marzo	15	0	1908	507	2415	0	1680	1680	735
	16	15	1908	507	2430	0	1680	1680	750
	17	0	1908	507	2415	105	1680	1785	630
	18	0	1908	507	2415	93	805	898	1517
	19	0	1908	507	2415	82	3770	3852	-1438
	20	0	1908	507	2415	104	1610	1714	701
	21	0	1908	507	2415	107	1150	1257	1158
	22	0	1908	507	2415	121	1680	1801	614
	23	2	1908	507	2417	80	2880	2960	-544
	24	0	1908	507	2415	71	2485	2556	-141
	25	0	1908	507	2415	85	1610	1695	720
	26	0	1908	507	2415	88	1200	1288	1127
	27	0	1908	507	2415	67	0	67	2348
	28	0	1908	507	2415	76	3790	3866	-1451
29	0	1908	507	2415	82	1920	2002	412	
30	0	1908	507	2415	89	2070	2159	256	
31	0	1908	507	2415	102	2530	2632	-217	
Abril	1	0	1908	507	2415	90	2280	2370	45
	2	21155	1908	507	23570	84	1380	1464	22106
	3	0	1908	507	2415	86	1840	1926	489
	4	730	1908	507	3145	64	2160	2224	920
	5	0	1908	507	2415	73	1955	2028	387
	6	0	1908	507	2415	74	4230	4304	-1889
	7	0	1908	507	2415	78	2070	2148	267
	8	0	1908	507	2415	69	1440	1509	906
	9	0	1908	507	2415	63	1840	1903	512
	10	0	1908	507	2415	74	0	74	2341
	11	0	1908	507	2415	85	4320	4405	-1990
	12	0	1908	507	2415	92	2400	2492	-78
	13	0	1908	507	2415	100	2160	2260	155
	14	356	1908	507	2771	70	2160	2230	541
	15	0	1908	507	2415	58	1680	1738	677
	16	0	1908	507	2415	63	1200	1263	1152
	17	5296	1908	507	7711	67	3600	3667	4044
	18	0	1908	507	2415	54	4080	4134	-1720
	19	0	1908	507	2415	56	2400	2456	-41
	20	25	1908	507	2440	63	2040	2103	337
21	0	1908	507	2415	50	2160	2210	205	
22	0	1908	507	2415	69	2400	2469	-54	
23	0	1908	507	2415	52	2280	2332	83	
24	0	1908	507	2415	57	0	57	2358	
25	0	1908	507	2415	64	2400	2464	-49	
26	0	1908	507	2415	67	2160	2227	188	
27	0	1908	507	2415	76	2160	2236	179	
28	0	1908	507	2415	75	2160	2235	180	
29	0	1908	507	2415	70	2160	2230	185	
30	1147	1908	507	3562	67	2160	2227	1334	
Mayo	1	38	1657	507	2202	36	2160	2196	6
	2	0	1657	507	2164	24	2160	2184	-20
	3	0	1657	507	2164	31	2160	2191	-27
	4	0	1657	507	2164	41	2400	2441	-277
	5	0	1657	507	2164	49	2160	2209	-45

Mes	Día	Ingresos (m ³)				Egresos (m ³)			ΔS_{sp}	
		Pe	Qi	Qsb	Ingresos Totales	Evt	Qb	Egresos Totales		
	6	0	1657	507	2164	47	2640	2687	-524	
	7	0	1657	507	2164	47	2160	2207	-44	
	8	0	1657	507	2164	44	2400	2444	-281	
	9	0	1657	507	2164	36	2160	2196	-32	
	10	0	1657	507	2164	49	2160	2209	-45	
	11	0	1657	507	2164	58	2160	2218	-54	
	12	0	1657	507	2164	49	2160	2209	-45	
	13	0	1657	507	2164	46	1680	1726	437	
	14	0	1657	507	2164	50	1200	1250	914	
	15	0	1657	507	2164	46	1200	1246	917	
	16	0	1657	507	2164	46	2160	2206	-42	
	17	0	1657	507	2164	49	2400	2449	-285	
	18	0	1657	507	2164	50	1680	1730	434	
	19	0	1657	507	2164	54	1680	1734	430	
	20	0	1657	507	2164	58	2640	2698	-534	
	21	0	1657	507	2164	61	2160	2221	-57	
	22	0	1657	507	2164	58	1200	1258	906	
	23	0	1657	507	2164	28	0	28	2136	
	24	0	1657	507	2164	33	1200	1233	931	
	25	1008	1657	507	3172	36	5760	5796	-2624	
	26	25	1657	507	2189	31	4560	4591	-2402	
	27	0	1657	507	2164	36	1920	1956	207	
	28	0	1657	507	2164	40	2160	2200	-36	
	29	0	1657	507	2164	38	2160	2198	-34	
	30	0	1657	507	2164	37	2160	2197	-34	
	31	0	1657	507	2164	40	1680	1720	444	
	Junio	1	0	1657	507	2164	34	1200	1234	930
		2	0	1657	507	2164	33	1200	1233	930
		3	0	1657	507	2164	30	1680	1710	454
		4	0	1657	507	2164	16	1200	1216	948
		5	0	1657	507	2164	22	1200	1222	942
6		0	1657	507	2164	26	2160	2186	-22	
7		0	1657	507	2164	20	1680	1700	464	
8		0	1657	507	2164	25	2160	2185	-21	
9		0	1657	507	2164	32	2160	2192	-28	
10		0	1657	507	2164	34	2160	2194	-30	
11		0	1657	507	2164	41	2160	2201	-38	
12		0	1657	507	2164	44	2160	2204	-40	
13		0	1657	507	2164	26	2160	2186	-22	
14		0	1657	507	2164	27	3840	3867	-1703	
15		0	1657	507	2164	39	5760	5799	-3635	
16		4121	1657	507	6284	48	5760	5808	477	
17		2571	1657	507	4735	37	5760	5797	-1063	
18		0	1657	507	2164	33	3840	3873	-1710	
19		5127	1657	507	7291	48	5760	5808	1483	
20		0	1657	507	2164	36	5760	5796	-3633	
21		0	1657	507	2164	28	1920	1948	216	
22		0	1657	507	2164	30	3840	3870	-1706	
23		8973	1657	507	11137	28	5760	5788	5348	
24		0	1657	507	2164	26	5760	5786	-3622	
25		0	1657	507	2164	17	5760	5777	-3613	
26		0	1657	507	2164	10	5280	5290	-3127	
27		0	1657	507	2164	15	2640	2655	-491	
28		0	1657	507	2164	19	3360	3379	-1216	

Mes	Día	Ingresos (m ³)				Egresos (m ³)			ΔS_{sp}
		Pe	Qi	Qsb	Ingresos Totales	Evt	Qb	Egresos Totales	
	29	0	1657	507	2164	20	2160	2180	-16
	30	0	1657	507	2164	20	2280	2300	-136
	1	0	1657	507	2164	12	2520	2532	-368
Julio	2	0	1657	507	2164	11	0	11	2152
	3	0	1657	507	2164	10	0	10	2154
	4	0	1657	507	2164	11	2880	2891	-727
	5	0	1657	507	2164	17	2160	2177	-13
	6	0	1657	507	2164	15	2760	2775	-611
	7	0	1657	507	2164	20	2645	2665	-501
	8	0	1657	507	2164	25	2415	2440	-277
	9	0	1657	507	2164	30	2300	2330	-166
	10	0	1657	507	2164	32	2760	2792	-628
	11	0	1657	507	2164	33	2530	2563	-399
	12	0	1657	507	2164	39	2530	2569	-406
	13	0	1657	507	2164	34	2415	2449	-285
	14	0	1657	507	2164	30	2070	2100	64
	15	0	1657	507	2164	43	2001	2044	120
	16	0	1657	507	2164	34	2300	2334	-171
	17	0	1657	507	2164	27	2300	2327	-163
	18	0	1657	507	2164	28	3680	3708	-1544
	19	5531	1657	507	7695	19	4140	4159	3536
	20	0	1657	507	2164	16	3680	3696	-1532
	21	0	1657	507	2164	21	4140	4161	-1997
	22	0	1657	507	2164	22	2530	2552	-388
	23	0	1657	507	2164	30	2300	2330	-166
	24	0	1657	507	2164	33	2530	2563	-399
	25	0	1657	507	2164	51	3680	3731	-1567
	26	200	1657	507	2364	35	4370	4405	-2041
	27	0	1657	507	2164	28	2530	2558	-394
	28	0	1657	507	2164	37	2300	2337	-173
	29	0	1657	507	2164	27	2300	2327	-163
	30	0	1657	507	2164	9	2530	2539	-375
	31	0	1657	507	2164	10	2300	2310	-146
	Agosto	1	0	1657	507	2164	12	2530	2542
2		0	1657	507	2164	16	2300	2316	-152
3		0	1657	507	2164	25	2300	2325	-161
4		0	1657	507	2164	14	2530	2544	-381
5		0	1657	507	2164	30	2530	2560	-397
6		0	1657	507	2164	30	2300	2330	-167
7		0	1657	507	2164	34	2300	2334	-171
8		0	1657	507	2164	34	2530	2564	-401
9		0	1657	507	2164	38	2300	2338	-174
10		0	1657	507	2164	46	2070	2116	48
11		0	1657	507	2164	48	2070	2118	46
12		0	1657	507	2164	55	3680	3735	-1571
13		0	1657	507	2164	37	5520	5557	-3393
14		0	1657	507	2164	34	5520	5554	-3390
15		0	1657	507	2164	33	5520	5553	-3389
16		0	1657	507	2164	36	4370	4406	-2242
17		0	1657	507	2164	29	2530	2559	-395
18		0	1657	507	2164	34	2300	2334	-170
19		0	1657	507	2164	21	2530	2551	-387
20		0	1657	507	2164	14	2530	2544	-380
21		0	1657	507	2164	12	2530	2542	-378

Mes	Día	Ingresos (m ³)				Egresos (m ³)			ΔS_{sp}
		Pe	Qi	Qsb	Ingresos Totales	Evt	Qb	Egresos Totales	
	22	0	1657	507	2164	14	2530	2544	-380
	23	0	1657	507	2164	21	2760	2781	-618
	24	0	1657	507	2164	30	2760	2790	-626
	25	0	1657	507	2164	34	2530	2564	-400
	26	0	1657	507	2164	23	2530	2553	-390
	27	0	1657	507	2164	29	2760	2789	-625
	28	0	1657	507	2164	37	2530	2567	-403
	29	0	1657	507	2164	34	2530	2564	-401
	30	0	1657	507	2164	37	2530	2567	-403
	31	0	1657	507	2164	29	2530	2559	-395
Septiembre	1	0	1657	507	2164	31	2300	2331	-167
	2	0	1657	507	2164	38	2300	2338	-174
	3	0	1657	507	2164	53	2300	2353	-189
	4	0	1657	507	2164	49	2300	2349	-185
	5	0	1657	507	2164	43	2300	2343	-179
	6	0	1657	507	2164	49	2300	2349	-185
	7	0	1657	507	2164	48	2070	2118	46
	8	0	1657	507	2164	52	2530	2582	-418
	9	0	1657	507	2164	59	2530	2589	-425
	10	0	1657	507	2164	62	2530	2592	-428
	11	0	1657	507	2164	39	2530	2569	-405
	12	0	1657	507	2164	68	2530	2598	-435
	13	0	1657	507	2164	46	2530	2576	-412
	14	0	1657	507	2164	41	1840	1881	283
	15	0	1657	507	2164	49	2300	2349	-185
	16	0	1657	507	2164	64	2070	2134	30
	17	0	1657	507	2164	68	2070	2138	25
	18	0	1657	507	2164	41	2300	2341	-177
	19	0	1657	507	2164	47	2530	2577	-413
	20	0	1657	507	2164	57	2530	2587	-423
	21	0	1657	507	2164	66	2530	2596	-432
	22	0	1657	507	2164	46	2300	2346	-182
	23	0	1657	507	2164	35	2300	2335	-171
	24	0	1657	507	2164	46	2300	2346	-182
	25	0	1657	507	2164	65	2300	2365	-201
	26	0	1657	507	2164	78	2300	2378	-215
	27	0	1657	507	2164	64	2300	2364	-200
	28	0	1657	507	2164	75	2300	2375	-211
	29	2	1657	507	2166	84	2300	2384	-218
	30	0	1657	507	2164	69	2300	2369	-205
Octubre	1	0	1657	507	2164	65	2300	2365	-201
	2	0	1657	507	2164	73	1840	1913	250
	3	0	1657	507	2164	32	2300	2332	-168
	4	0	1657	507	2164	45	2300	2345	-181
	5	0	1657	507	2164	58	2530	2588	-424
	6	0	1657	507	2164	76	2300	2376	-212
	7	273	1657	507	2437	69	2070	2139	297
	8	264	1657	507	2428	70	2300	2370	58
	9	0	1657	507	2164	69	2530	2599	-435
	10	0	1657	507	2164	68	2530	2598	-434
	11	0	1657	507	2164	71	2070	2141	22
	12	0	1657	507	2164	56	2070	2126	38
	13	81	1657	507	2245	73	2070	2143	102
	14	0	1657	507	2164	70	1840	1910	254

Mes	Día	Ingresos (m ³)				Egresos (m ³)			ΔS_{sp}
		Pe	Qi	Qsb	Ingresos Totales	Evt	Qb	Egresos Totales	
Octubre	15	0	1657	507	2164	86	1840	1926	237
	16	0	1657	507	2164	94	2070	2164	0
	17	0	1657	507	2164	59	1840	1899	264
	18	0	1657	507	2164	59	1840	1899	264
	19	0	1657	507	2164	71	2070	2141	22
	20	0	1657	507	2164	91	1610	1701	463
	21	0	1657	507	2164	97	1840	1937	227
	22	0	1657	507	2164	83	1840	1923	240
	23	0	1657	507	2164	60	2300	2360	-196
	24	0	1657	507	2164	72	1610	1682	482
	25	0	1657	507	2164	76	2530	2606	-442
	26	0	1657	507	2164	56	2530	2586	-422
	27	0	1657	507	2164	56	2300	2356	-192
	28	0	1657	507	2164	81	2530	2611	-447
	29	0	1657	507	2164	85	2070	2155	9
	30	0	1657	507	2164	61	2760	2821	-658
31	0	1657	507	2164	61	2070	2131	32	
Noviembre	1	0	1657	507	2164	79	2760	2839	-675
	2	0	1657	507	2164	89	2070	2159	5
	3	0	1657	507	2164	111	2300	2411	-248
	4	0	1657	507	2164	108	2070	2178	-14
	5	0	1657	507	2164	107	1840	1947	217
	6	0	1657	507	2164	86	2070	2156	8
	7	0	1657	507	2164	104	2070	2174	-10
	8	0	1657	507	2164	115	2300	2415	-251
	9	81	1657	507	2245	113	1610	1723	522
	10	0	1657	507	2164	84	2300	2384	-220
	11	0	1657	507	2164	89	2070	2159	5
	12	0	1657	507	2164	107	2530	2637	-473
	13	0	1657	507	2164	118	2530	2648	-484
	14	0	1657	507	2164	101	2530	2631	-468
	15	0	1657	507	2164	108	2070	2178	-14
	16	0	1657	507	2164	118	2070	2188	-25
	17	0	1657	507	2164	103	2070	2173	-9
	18	0	1657	507	2164	114	2070	2184	-20
	19	0	1657	507	2164	134	2070	2204	-40
	20	42	1657	507	2206	115	2070	2185	21
21	692	1657	507	2856	111	2070	2181	674	
22	0	1657	507	2164	109	2070	2179	-15	
23	0	1657	507	2164	111	2300	2411	-247	
24	0	1657	507	2164	132	2300	2432	-268	
25	0	1657	507	2164	151	2300	2451	-287	
26	0	1657	507	2164	145	2070	2215	-51	
27	0	1657	507	2164	157	1840	1997	167	
28	0	1657	507	2164	155	1840	1995	169	
29	0	1657	507	2164	143	2070	2213	-49	
30	0	1657	507	2164	88	1840	1928	236	
Diciembre	1	0	1908	507	2415	68	2070	2138	277
	2	0	1908	507	2415	101	1840	1941	474
	3	0	1908	507	2415	107	2070	2177	238
	4	0	1908	507	2415	111	1840	1951	463
	5	0	1908	507	2415	121	2530	2651	-236
	6	0	1908	507	2415	119	2300	2419	-4
	7	0	1908	507	2415	121	2070	2191	224

Mes	Día	Ingresos (m ³)				Egresos (m ³)			ΔS_{sp}
		<i>Pe</i>	<i>Qi</i>	<i>Qsb</i>	Ingresos Totales	<i>Evt</i>	<i>Qb</i>	Egresos Totales	
	8	0	1908	507	2415	133	2070	2203	212
	9	0	1908	507	2415	120	2300	2420	-5
	10	0	1908	507	2415	133	2070	2203	212
	11	0	1908	507	2415	139	2070	2209	206
	12	0	1908	507	2415	112	2070	2182	233
	13	0	1908	507	2415	94	2530	2624	-209
	14	0	1908	507	2415	96	2300	2396	19
	15	0	1908	507	2415	101	2300	2401	14
	16	0	1908	507	2415	92	2300	2392	22
	17	861	1908	507	3276	100	2530	2630	646
	18	0	1908	507	2415	106	1610	1716	699
	19	0	0	1908	507	2415	117	1840	458
	20	0	0	1908	507	2415	138	1610	666
	21	-	0	1908	507	2415	157	1840	418
	22	12.9	861	1908	507	3276	147	1610	1519
	23	0	0	1908	507	2415	97	2070	248
	24	0.7	0	1908	507	2415	73	1840	501
	25	0	0	1908	507	2415	88	2070	257
	26	0	0	1908	507	2415	114	1840	461
	27	0	0	1908	507	2415	124	2070	221
	28	0	0	1908	507	2415	128	2070	217
	29	0	0	1908	507	2415	123	2070	222
	30	0	0	1908	507	2415	134	2070	211
	31	0	0	1908	507	2415	118	2070	226

9 ANEXO II – ANÁLISIS DE LABORATORIO

- Análisis en Muestras de Verano:

	Calle 47 N° 200, (1900) La Plata (0221) - 423-6684 / 423-6691 int. 106/111 Tel/Fax: (0221)-427-7714 email: labis@ing.unlp.edu.ar		Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ingeniería Departamento de Hidráulica Laboratorio de Ingeniería Sanitaria
---	---	---	---

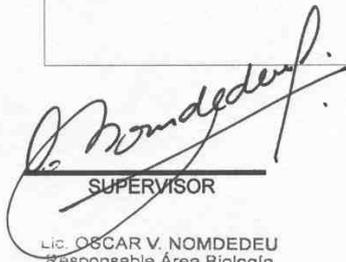
PROTOCOLO ANALITICO

ANALISIS BACTERIOLÓGICO

FECHA TOMA DE MUESTRA	29/03/2011	PROTOCOLO	1103-037
DENOMINACION DE LA MUESTRA	Bomba Villa Itatí - B	TIPO DE MUESTRA	Efluente
SOLICITANTE DEL SERVICIO	Angheben, Enrique.	DIRECCION	N/C
LOCALIDAD DE PROCEDENCIA	Quilmes	CADENA DE CUSTODIA	1103-037
ENVIADA POR	Angheben.	RECIBIDA POR	Pérez, Irma E.
INGRESO LABORATORIO	29/03/2011	SALIDA	01/04/2011

ITEM	DETERMINACION	RESULTADO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCIÓN	TÉCNICA	MÉTODO
1	Bacterias coliformes totales	> 1.100.000	NMP/ 100ml	3	Método de tubos múltiples	SM-9221
2	Bacterias coliformes termoresistentes	> 1.100.000	NMP/ 100ml	3	Método de tubos múltiples	SM-9221
3	Pseudomonas	> 16	NMP / 100 ml.	2.2	Método de tubos múltiples	SM-9230 F

Observaciones: Pozo de bombeo.

 _____ SUPERVISOR Lic. OSCAR V. NOMDEDEU Responsable Área Biología y Ecotoxicología M.P.B.E. 047 Lab. Ingeniería Sanitaria Depto. de Hidráulica U.N.L.P.	 _____ DIRECTOR TÉCNICO ELENAM. ROSALES Director Técnico M.P. 44.865 Lab. Ingeniería Sanitaria Depto. de Hidráulica U.N.L.P.
--	---

Código Análisis: 9508



Calle 47 N° 200, (1900) La Plata
 (0221) - 423-6684 / 423-6691 int. 106/111
 Tel/Fax: (0221)-427-7714
 email: labis@ing.unlp.edu.ar

Universidad Nacional de La Plata
 Facultad de Ingeniería
 Departamento de Hidráulica
 Laboratorio de Ingeniería Sanitaria



PROTOCOLO ANALITICO

ANALISIS DE EFLUENTE

FECHA TOMA DE MUESTRA	29/03/2011	PROTOCOLO	1103-037
DENOMINACION DE LA MUESTRA	Bomba Villa Itatí	TIPO DE MUESTRA	Efluente
SOLICITANTE DEL SERVICIO	Angheben, Enrique.	DIRECCION	N/C
LOCALIDAD DE PROCEDENCIA	Quilmes	CADENA DE CUSTODIA	1103-037
ENVIADA POR	Angheben.	RECIBIDA POR	Pérez, Irma E.
INGRESO LABORATORIO	29/03/2011	SALIDA	27/04/2011

ITEM	DETERMINACION	RESULTADO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCIÓN	TÉCNICA	MÉTODO
1	pH	7.5	u de pH	+/- 0.1	Potenciometrico	SM-4500-H+B
2	Cloruros	67	mg/l	5	Argentométrico. Método de Mohr	SM-4500-Cl
3	Calcio	74	mg/l	2	EDTA Titrimétrico	SM-3500-Ca B
4	Sulfatos	35	mg/l	1	Nefelométrico	SM-4500-SO4- E.
5	Magnesio	9	mg/l	2	Método de cálculo	SM-3500- Mg B.
6	Demanda química de oxígeno	77	mg/l	2	Método de reflujo abierto	SM-5220 B
7	Demanda bioquímica de oxígeno	25	mg/l	2	Método de Incubación	SM-5210 B
8	Nitrógeno Total Kjeldhal	8.4	mg/l	0.3	Macro Kjeldahl	SM-4500-N
9	Bicarbonatos	305	mg/l	6	Titrimétrico	SM-2320 B
10	Nitrógeno Amoniacal	< 0.2	mg/l	0.2	Destilación y Titulométrico	SM-4500-NH3 C
11	Carbonatos	< 3	mg/l	3	Titrimétrico	SM-2320 B
12	Fósforo Total	1.17	mg/l	0.01	Colorimétrico de Ácido Ascórbico	SM-4500 PE
13	Conductividad	992	µS/cm	1	Conductimétrico	SM-2510 B.
14	Sustancias activas al azul de metileno	0.07	mg/l	0.02	Espectrofotometría UV Vis	SM-5540-C
15	Sólidos totales a 105 °C	662	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 B.
16	Nitratos	< 2	mg/l	2	Espectrofotométrico UV	SM-4500-NO3- B.
17	Nitritos	1.21	mg/l	0.03	Colorimétrico	SM-4500-NO2 B
18	Sodio	177	mg/l	0.05	Fotometría de emisión de llama	SM- 3500-Na B.



Bomba Villa Itatí

1103-037

19	Potasio	11.8	mg/l	0.1	Fotometría de emisión de llama	SM-3500-K B.
20	Sólidos suspendidos totales	5	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 D
21	Sólidos suspendidos fijos	1	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 E
22	Sólidos suspendidos volátiles	4	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 E
23	Cadmio	< 0.002	mg/l	0.002	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
24	Cromo	< 0.003	mg/l	0.003	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
25	Plomo	< 0.02	mg/l	0.02	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
26	Mercurio	< 0.001	mg/l	0.001	Espectrofotometría de Absorción	SM-3112 B

Observaciones:

Pozo de bombeo.

SUPERVISOR

Dr. ANDRES PORTA
 Director
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Area Departamental Hidráulica
 U.N.L.P.

DIRECTOR TÉCNICO

Ing. ELENA M. ROSALES
 Director Técnico
 M.P. 44.865
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Depto. de Hidráulica U.N.L.P.

Código Análisis:



Calle 47 N° 200, (1900) La Plata
 (0221) - 423-6684 / 423-6691 int. 106/111
 Tel/Fax: (0221)-427-7714
 email: labis@ing.unlp.edu.ar

Universidad Nacional de La Plata
 Facultad de Ingeniería
 Departamento de Hidráulica
 Laboratorio de Ingeniería Sanitaria



PROTOCOLO ANALITICO

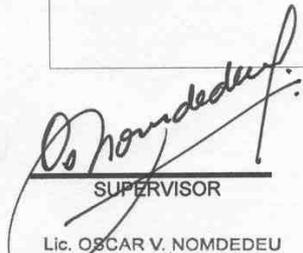
ANALISIS BACTERIOLÓGICO

FECHA TOMA DE MUESTRA	5/4/2011	PROTOCOLO	1104-009
DENOMINACION DE LA MUESTRA	Pozo freático - B	TIPO DE MUESTRA	Efluente
SOLICITANTE DEL SERVICIO	Angheben, Enrique.	DIRECCION	N/C
LOCALIDAD DE PROCEDENCIA	Quilmes	CADENA DE CUSTODIA	1104-009
ENVIADA POR	Angheben.	RECIBIDA POR	Pérez, Irma E.
INGRESO LABORATORIO	05/04/2011	SALIDA	09/04/2011

ITEM	DETERMINACION	RESULTADO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCIÓN	TÉCNICA	MÉTODO
1	Bacterias coliformes totales	2.400.000	NMP/ 100ml	3	Método de tubos múltiples	SM-9221
2	Bacterias coliformes termoresistentes	39.000	NMP/ 100ml	3	Método de tubos múltiples	SM-9221
3	Pseudomonas	16	NMP / 100 ml.	2.2	Método de tubos múltiples	SM-9230 F

Observaciones:

Villa Itatí.


 SUPERVISOR

Lic. OSCAR V. NOMDEDEU
 Responsable Área Biología
 y Ecotoxicología M.P.B.E. 047
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Depto. de Hidráulica U.N.L.P.

Código Análisis:


 DIRECTOR TÉCNICO

ing. ELENA M. ROSALES
 Director Técnico
 M.P. 44.865
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Depto. de Hidráulica U.N.L.P.



Calle 47 N° 200, (1900) La Plata
 (0221) - 423-6684 / 423-6691 int. 106/111
 Tel/Fax: (0221)-427-7714
 email: labis@ing.unlp.edu.ar

Universidad Nacional de La Plata
 Facultad de Ingeniería
 Departamento de Hidráulica
 Laboratorio de Ingeniería Sanitaria



PROTOCOLO ANALITICO

ANALISIS DE AGUA DE POZO

FECHA TOMA DE MUESTRA	5/4/2011	PROTOCOLO	1104-009
DENOMINACION DE LA MUESTRA	Pozo freático	TIPO DE MUESTRA	Agua de Pozo
SOLICITANTE DEL SERVICIO	Angheben, Enrique.	DIRECCION	N/C
LOCALIDAD DE PROCEDENCIA	Quilmes	CADENA DE CUSTODIA	1104-009
ENVIADA POR	Angheben.	RECIBIDA POR	Pérez, Irma E.
INGRESO LABORATORIO	05/04/2011	SALIDA	27/04/2011

ITEM	DETERMINACION	RESULTADO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCIÓN	TÉCNICA	MÉTODO
1	pH	7.0	u de pH	+/- 0.1	Potenciometrico	SM-4500-H+B
2	Cloruros	77	mg/l	5	Argentométrico. Método de Mohr	SM-4500-Cl
3	Sulfatos	50	mg/l	1	Nefelométrico	SM-4500-SO4- E.
4	Calcio	59	mg/l	2	EDTA Titrimétrico	SM-3500-Ca B
5	Magnesio	8	mg/l	2	Método de cálculo	SM-3500- Mg B.
6	Demanda química de oxígeno	51	mg/l	2	Método de reflujo abierto	SM-5220 B
7	Demanda bioquímica de oxígeno	15	mg/l	2	Método de Incubación	SM-5210 B
8	Nitrógeno Total Kjeldhal	5.8	mg/l	0.3	Macro Kjeldahl	SM-4500-N
9	Bicarbonatos	305	mg/l	6	Titrimétrico	SM-2320 B
10	Nitrógeno Amoniacal	1.8	mg/l	0.2	Destilación y Titulométrico	SM-4500-NH3 C
11	Carbonatos	< 3	mg/l	3	Titrimétrico	SM-2320 B
12	Fósforo Total	1.19	mg/l	0.01	Colorimétrico de Ácido Ascórbico	SM-4500 PE
13	Conductividad	703	µS/cm	1	Conductimétrico	SM-2510 B.
14	Sustancias activas al azul de metileno	< 0.02	mg/l	0.02	Espectrofotometria UV Vis	SM-5540-C
15	Sólidos totales a 105 °C	469	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 B.
16	Nitratos	3	mg/l	2	Espectrofotométrico UV	SM-4500-NO3- B.
17	Nitritos	< 0.03	mg/l	0.03	Colorimétrico	SM-4500-NO2 B
18	Sodio	108	mg/l	0.05	Fotometria de emisión de llama	SM- 3500-Na B.



Pozo freático

1104-009

19	Potasio	6.5	mg/l	0.1	Fotometría de emisión de llama	SM-3500-K B.
20	Sólidos suspendidos totales	78	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 D
21	Sólidos suspendidos fijos	58	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 E
22	Sólidos suspendidos volátiles	20	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 E
23	Cadmio	< 0.002	mg/l	0.002	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
24	Cromo	< 0.003	mg/l	0.003	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
25	Plomo	< 0.02	mg/l	0.02	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
26	Mercurio	< 0.001	mg/l	0.001	Espectrofotometría de Absorción	SM-3112 B

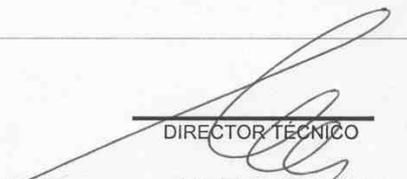
Observaciones:

Villa Itatí.


 SUPERVISOR

Dr. ANDRES PORTA
 Director
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Area Departamental Hidráulica
 U.N.L.P.

Código Análisis:


 DIRECTOR TÉCNICO

Ing. ELENA M. ROSALES
 Director Técnico
 M.P. 44.865
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Depto. de Hidráulica U.N.L.P.

• Análisis en Muestras de Invierno:

	Calle 47 N° 200, (1900) La Plata (0221) - 423-6684 / 423-6691 int. 106/111 Tel/Fax: (0221)-427-7714 email: labis@ing.unlp.edu.ar	Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ingeniería Departamento de Hidráulica Laboratorio de Ingeniería Sanitaria	
---	---	---	---

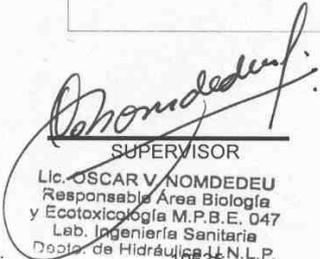
PROTOCOLO ANALITICO

ANALISIS BACTERIOLÓGICO

FECHA TOMA DE MUESTRA	10/08/2011	PROTOCOLO	1108-029
DENOMINACION DE LA MUESTRA	Pozo freático - B	TIPO DE MUESTRA	Efluente
SOLICITANTE DEL SERVICIO	Angheben, Enrique.	DIRECCION	N/C
LOCALIDAD DE PROCEDENCIA	Quilmes	CADENA DE CUSTODIA	1108-029
ENVIADA POR	Angheben.	RECIBIDA POR	Pérez, Irma E.
INGRESO LABORATORIO	10/08/2011	SALIDA	16/09/2011

ITEM	DETERMINACION	RESULTADO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCIÓN	TÉCNICA	MÉTODO
1	Bacterias coliformes totales	24.000	NMP/100ml	3	Método de tubos múltiples	SM-9221
2	Bacterias coliformes termoresistentes	4.600	NMP/100ml	3	Método de tubos múltiples	SM-9221
3	Pseudomonas	< 2.2	NMP / 100 ml.	2.2	Método de tubos múltiples	SM-9230 F

Observaciones:

 SUPERVISOR Lic. OSCAR V. NOMDEDEU Responsable Área Biología y Ecotoxicología M.P.B.E. 047 Lab. Ingeniería Sanitaria Depto. de Hidráulica U.N.L.P.	 DIRECTOR TÉCNICO Ing. ELENA M. ROSALES Director Técnico M.P. 44.865 Lab. Ingeniería Sanitaria Depto. de Hidráulica U.N.L.P.
---	---

Código Análisis: 10635



Calle 47 N° 200, (1900) La Plata
 (0221) - 423-6684 / 423-6691 int. 106/111
 Tel/Fax: (0221)-427-7714
 email: labis@ing.unlp.edu.ar

Universidad Nacional de La Plata
 Facultad de Ingeniería
 Departamento de Hidráulica
 Laboratorio de Ingeniería Sanitaria



PROTOCOLO ANALITICO

ANALISIS DE AGUA DE POZO

FECHA TOMA DE MUESTRA	10/08/2011	PROTOCOLO	1108-029
DENOMINACION DE LA MUESTRA	Pozo freático	TIPO DE MUESTRA	Agua de Pozo
SOLICITANTE DEL SERVICIO	Angheben, Enrique.	DIRECCION	N/C
LOCALIDAD DE PROCEDENCIA	Quilmes	CADENA DE CUSTODIA	1108-029
ENVIADA POR	Angheben.	RECIBIDA POR	Pérez, Irma E.
INGRESO LABORATORIO	10/08/2011	SALIDA	16/09/2011

ITEM	DETERMINACION	RESULTADO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCIÓN	TÉCNICA	MÉTODO
1	pH	7.4	u de pH	+/- 0.1	Potenciométrico	SM-4500-H+B
2	Cadmio	< 0.002	mg/l	0.002	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
3	Cloruros	193	mg/l	5	Argentométrico. Método de Mohr	SM-4500-CI
4	Cromo	0.004	mg/l	0.003	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
5	Sulfatos	155	mg/l	1	Nefelométrico	SM-4500-SO4- E.
6	Calcio	181	mg/l	2	EDTA Titrimétrico	SM-3500-Ca B
7	Magnesio	3	mg/l	2	Método de cálculo	SM-3500- Mg B.
8	Plomo	< 0.02	mg/l	0.02	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
9	Demanda química de oxígeno	60	mg/l	2	Método de reflujo abierto	SM-5220 B
10	Demanda bioquímica de oxígeno	< 2	mg/l	2	Método de Incubación	SM-5210 B
11	Mercurio	0.001	mg/l	0.001	Espectrofotometría de Absorción	SM-3112 B
12	Nitrógeno Total Kjeldahl	4.1	mg/l	0.3	Macro Kjeldahl	SM-4500-N
13	Bicarbonatos	538	mg/l	6	Titrimétrico	SM-2320 B
14	Carbonatos	< 3	mg/l	3	Titrimétrico	SM-2320 B
15	Nitrógeno Amoniacal	< 0.2	mg/l	0.2	Destilación y Titulométrico	SM-4500-NH3 C
16	Fósforo Total	< 0.01	mg/l	0.01	Colorimétrico de Ácido Ascórbico	SM-4500 PE
17	Conductividad	1754	µS/cm	1	Conductimétrico	SM-2510 B.
18	Sustancias activas al azul de metileno	< 0.02	mg/l	0.02	Espectrofotometría UV Vis	SM-5540-C



Calle 47 N° 200, (1900) La Plata
 (0221) - 423-6684 / 423-6691 int. 106/111
 Tel/Fax: (0221)-427-7714
 email: labis@ing.unlp.edu.ar

Universidad Nacional de La Plata
 Facultad de Ingeniería
 Departamento de Hidráulica
 Laboratorio de Ingeniería Sanitaria



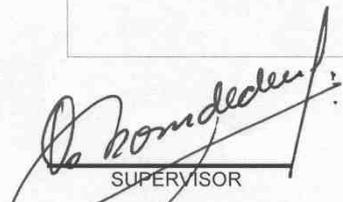
PROTOCOLO ANALITICO

ANALISIS BACTERIOLÓGICO

FECHA TOMA DE MUESTRA	10/08/2011	PROTOCOLO	1108-029
DENOMINACION DE LA MUESTRA	Bomba Villa Itatí - B	TIPO DE MUESTRA	Efluente
SOLICITANTE DEL SERVICIO	Angehen, Enrique.	DIRECCION	N/C
LOCALIDAD DE PROCEDENCIA	Quilmes	CADENA DE CUSTODIA	1108-029
ENVIADA POR	Angehen.	RECIBIDA POR	Pérez, Irma E.
INGRESO LABORATORIO	10/08/2011	SALIDA	16/09/2011

ITEM	DETERMINACION	RESULTADO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCIÓN	TÉCNICA	MÉTODO
1	Bacterias coliformes totales	> 110,000	NMP/ 100ml	3	Método de tubos múltiples	SM-9221
2	Bacterias coliformes termoresistentes	> 110.000	NMP/ 100ml	3	Método de tubos múltiples	SM-9221
3	Pseudomonas	2.2	NMP / 100 ml.	2.2	Método de tubos múltiples	SM-9230 F

Observaciones:


 SUPERVISOR

Lic. OSCAR V. NOMDEDEU
 Responsable Área Biología
 y Ecotoxicología M.P.B.E. 047
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Depto. de Hidráulica U.N.L.P.

Código Análisis:

10638N.L.P.


 DIRECTOR TÉCNICO
 Ing. ELENA M. ROSALES
 Director Técnico
 M.P. 44.865
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Depto. de Hidráulica U.N.L.P.



Calle 47 N° 200, (1900) La Plata
 (0221) - 423-6684 / 423-6691 int. 106/111
 Tel/Fax: (0221)-427-7714
 email: labis@ing.unlp.edu.ar

Universidad Nacional de La Plata
 Facultad de Ingeniería
 Departamento de Hidráulica
 Laboratorio de Ingeniería Sanitaria



PROTOCOLO ANALITICO

ANALISIS DE AGUA DE POZO

FECHA TOMA DE MUESTRA	10/08/2011	PROTOCOLO	1108-029
DENOMINACION DE LA MUESTRA	Bomba Villa Itatí	TIPO DE MUESTRA	Agua de Pozo
SOLICITANTE DEL SERVICIO	Angheben, Enrique.	DIRECCION	N/C
LOCALIDAD DE PROCEDENCIA	Quilmes	CADENA DE CUSTODIA	1108-029
ENVIADA POR	Angheben.	RECIBIDA POR	Pérez, Irma E.
INGRESO LABORATORIO	10/08/2011	SALIDA	16/09/2011

ITEM	DETERMINACION	RESULTADO	UNIDAD	LIMITE DE DETECCIÓN	TÉCNICA	MÉTODO
1	pH	7.6	u de pH	+/- 0.1	Potenciometrico	SM-4500-H+B
2	Cloruros	66	mg/l	5	Argentométrico. Método de Mohr	SM-4500-Cl
3	Cadmio	< 0.002	mg/l	0.002	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
4	Calcio	71	mg/l	2	EDTA Titrimétrico	SM-3500-Ca B
5	Sulfatos	60	mg/l	1	Nefelométrico	SM-4500-SO4- E.
6	Cromo	< 0.003	mg/l	0.003	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
7	Magnesio	10	mg/l	2	Método de cálculo	SM-3500- Mg B.
8	Plomo	< 0.02	mg/l	0.02	Espectrofotometría de Absorción	SM-3111 B
9	Demanda química de oxígeno	83	mg/l	2	Método de reflujo abierto	SM-5220 B
10	Mercurio	0.001	mg/l	0.001	Espectrofotometría de Absorción	SM-3112 B
11	Demanda bioquímica de oxígeno	15	mg/l	2	Método de Incubación	SM-5210 B
12	Bicarbonatos	501	mg/l	6	Titrimétrico	SM-2320 B
13	Nitrógeno Total Kjeldhal	2.9	mg/l	0.3	Macro Kjeldahl	SM-4500-N
14	Nitrógeno Amoniacal	0.5	mg/l	0.2	Destilación y Titulométrico	SM-4500-NH3 C
15	Carbonatos	< 3	mg/l	3	Titrimétrico	SM-2320 B
16	Fósforo Total	0.6	mg/l	0.01	Colorimétrico de Ácido Ascórbico	SM-4500 PE
17	Conductividad	1055	µS/cm	1	Conductimétrico	SM-2510 B.
18	Sustancias activas al azul de metileno	1.37	mg/l	0.02	Espectrofotometria UV Vis	SM-5540-C



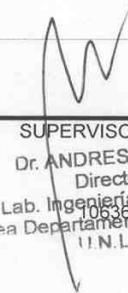
Pozo freático

1108-029

19	Sólidos totales a 105 °C	1170	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 B.
20	Nitratos	86	mg/l	2	Espectrofotométrico UV	SM-4500-NO3- B.
21	Nitritos	0.06	mg/l	0.03	Colorimétrico	SM-4500-NO2 B
22	Sodio	223	mg/l	0.05	Fotometría de emisión de llama	SM- 3500-Na B.
23	Potasio	1.6	mg/l	0.1	Fotometría de emisión de llama	SM-3500-K B.
24	Sólidos suspendidos totales	125	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 D
25	Sólidos suspendidos fijos	94	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 E
26	Sólidos suspendidos volátiles	31	mg/l	1	Gravimétrico	SM-2540 E

Observaciones:

Código Análisis:


 SUPERVISOR
 Dr. ANDRES PORTA
 Director
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Área Departamental Hidráulica
 U.N.L.P.


 DIRECTOR TÉCNICO
 Ing. ELENA M. ROSALES
 Director Técnico
 M.P. 44.865
 Lab. Ingeniería Sanitaria
 Depto. de Hidráulica U.N.L.P.