

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL COMPLEMENTARIO DE LA AMPLIACIÓN A CICLO COMBINADO DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA BRIGADIER LÓPEZ, PROVINCIA DE SANTA FE.

CAPÍTULO 4 – LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

INDICE

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2 | MEDIO FÍSICO | 5 |
| 2.1 | CLIMATOLOGÍA | 5 |
| 2.1.1 | Características Climáticas Generales | 5 |
| 2.1.2 | Análisis Climático del Área del Proyecto | 8 |
| 2.2 | CALIDAD DEL AIRE | 47 |
| 2.2.1 | Información Antecedente | 47 |
| 2.2.2 | Muestreo de Calidad de Aire | 51 |
| 2.2.3 | Resultados | 56 |
| 2.2.4 | Conclusiones | 62 |
| 2.3 | GEOLOGÍA | 64 |
| 2.3.1 | Estratigrafía | 65 |
| 2.3.2 | Estructura | 73 |
| 2.3.3 | Geomorfología | 74 |
| 2.3.4 | Hidrogeología | 78 |
| 2.4 | EDAFOLOGÍA | 80 |
| 2.5 | HIDROLOGÍA | 83 |
| 2.5.1 | Caracterización General | 83 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 2.5.2 | Hidrología del Área de Estudio | 85 |
| 2.5.3 | Calidad de Aguas Superficiales | 93 |
| 3 | MEDIO BIÓTICO | 102 |
| 3.1 | CARACTERIZACIÓN REGIONAL | 102 |
| 3.2 | RELEVAMIENTO DEL ÁREA | 111 |
| 3.3 | COMUNIDADES ACUÁTICAS | 120 |
| 3.3.1 | Bentos | 120 |
| 3.3.2 | Plancton | 124 |
| 3.3.3 | Necton | 131 |
| 3.4 | ÁREAS SENSIBLES Y PROTEGIDAS | 136 |
| 3.4.1 | Áreas Protegidas | 136 |
| 3.4.2 | Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves | 142 |
| 3.4.3 | Áreas Valiosas de Pastizal | 143 |
| 4 | MEDIO ANTRÓPICO | 145 |
| 4.1 | JURISDICCIONES Y ASENTAMIENTOS POBLACIONALES INVOLUCRADOS | 145 |
| 4.2 | ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS | 145 |
| 4.3 | ASPECTOS ECONÓMICOS | 153 |
| 4.3.1 | Mercado de Trabajo | 153 |
| 4.3.2 | Sectores Económicos | 155 |
| 4.4 | ESTRUCTURA Y DINÁMICA TERRITORIAL | 160 |
| 4.4.1 | Características del Área Ligada al Tendido del Acueducto, Obra de Toma y Cañería de Descarga | 165 |
| 4.4.2 | Ordenamiento Territorial | 172 |
| 4.5 | INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO | 172 |
| 4.5.1 | Infraestructura de Transporte | 172 |
| 4.5.2 | Infraestructura de Servicios Públicos | 174 |
| 4.5.3 | Infraestructura de Energía | 175 |
| 4.5.4 | Equipamiento Urbano | 177 |
| 4.6 | ASPECTOS CULTURALES | 179 |
| 5 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL | 181 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 5.1 | IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS SENSIBLES | 181 |
| 5.1.1 | Perspectiva Ecológica | 182 |
| 5.1.2 | Perspectiva Antrópica | 183 |
| 5.2 | MAPA DE ÁREAS SENSIBLES | 183 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA | 185 |

CAPÍTULO 4 – LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

El objetivo fundamental de este Capítulo del estudio es evaluar de manera integral la zona donde se desarrollará el proyecto (Capítulo 2), para lo cual se ha obtenido información tanto de aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales correspondientes al área de influencia tanto directa como indirecta del mismo, lo que permitirá evaluar y cuantificar los probables impactos ambientales, atribuibles o derivados de las actividades del mismo en los capítulos subsiguientes del estudio (Capítulos 5, 6 y 7).

1 **INTRODUCCIÓN**

El impacto que un proyecto pueda tener en el ambiente depende tanto del conjunto de actividades y acciones involucradas, como del conjunto de elementos y procesos que conforman el sistema ambiental en el cuál se insertará el mismo.

Por estas razones, se hace necesario analizar el proyecto desde un punto de vista ambiental, elaborando una caracterización profunda del ambiente mediante la descripción de los aspectos generales del medio (rasgos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos) correspondientes al estado previo a la iniciación del proyecto. Esto es lo que se conoce como Línea de Base Ambiental (LBA).

Al respecto, dado que el Proyecto bajo análisis corresponde a una etapa de desarrollo posterior de la Central Termoeléctrica Brigadier López (CTBL), cuyo Estudio de Impacto Ambiental fue elaborado por esta misma Consultora en 2009 (Serman & Asociados S.A., 2009), la elaboración de la presente Línea de Base Ambiental consistió en la actualización de la información de base compilada en aquella ocasión, haciendo hincapié en aquellos aspectos del ambientes críticos en la implementación del ciclo combinado.

2 MEDIO FÍSICO

2.1 CLIMATOLOGÍA

En este punto se lleva a cabo la caracterización climática del área del Proyecto. En primera instancia, se describe de manera general las características climáticas reinantes en el área, en base a información bibliográfica. En la segunda parte de esta caracterización, se presenta un análisis climático del área a partir de datos estadísticos meteorológicos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional.

Conforme a la localización del área de estudio, se han utilizado los datos de dos estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional: Sauce Viejo Aero (31,42° S – 60,49° O), ubicada a 3 km del área de la traza del acueducto; y Paraná Aero (31,47° S – 60,29° O), localizada a 30 km del mismo (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de las dos estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional más cercanas a la traza del acueducto.

2.1.1 Características Climáticas Generales

El clima de la provincia de Santa Fe presenta dos gradientes, uno térmico de norte a sur, y otro hídrico de este a oeste (Figura 2). En base al régimen térmico el clima puede definirse como templado sin estación fría en el sur y templado y cálido en el norte; y por el régimen hídrico varía de húmedo a subhúmedo de este a oeste (Lewis y Collantes, 1974).

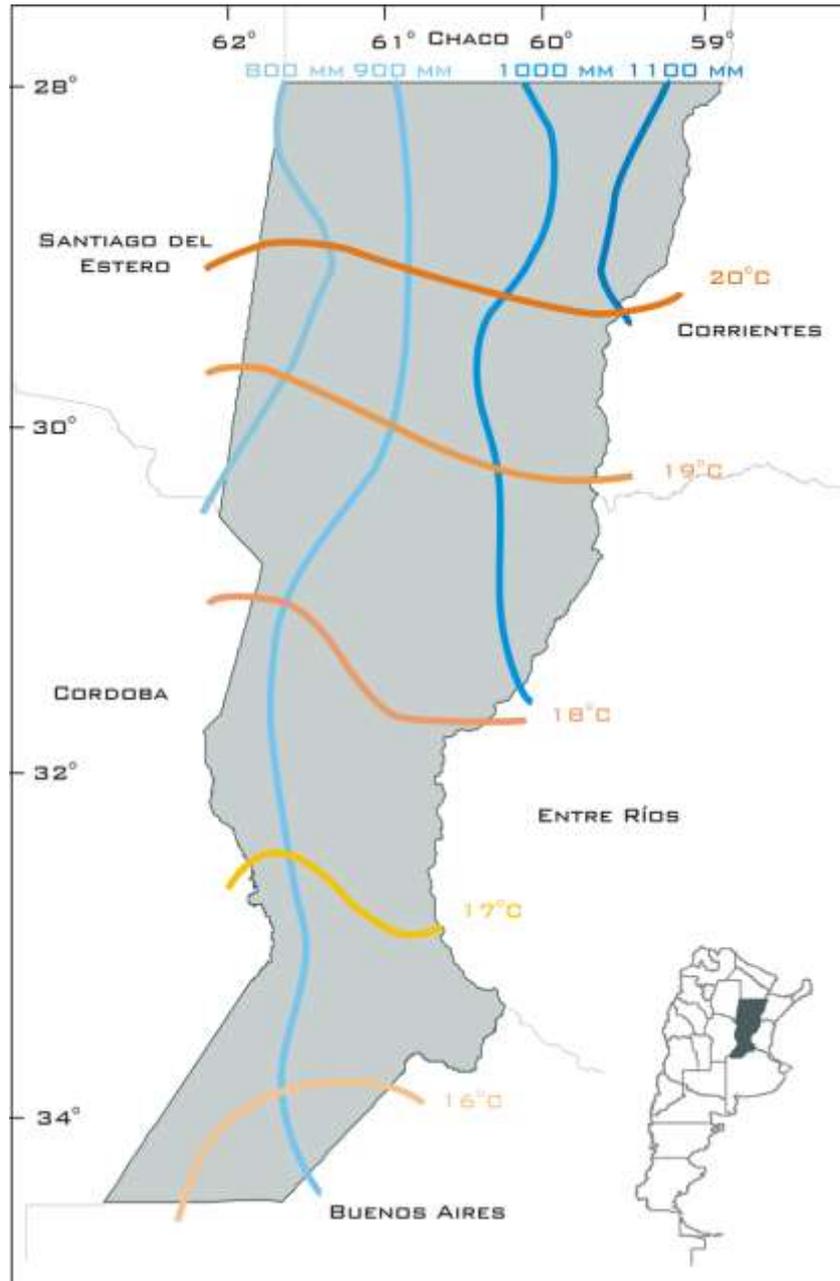


Figura 2. Isolíneas de temperatura (líneas naranjas) y precipitaciones (líneas azules) anuales promedio.
Fuente: Elaboración propia en base a Arzamendia y Giraudo, 2004.

En líneas generales la temperatura media anual de la provincia de Santa Fe oscila entre los 15° al sur y los 21° al norte, existiendo una definida sucesión estacional que se manifiesta hacia el norte en menores rigores invernales. Posee un amplio período estival, perfil típico de los climas templados, donde las diferencias más pronunciadas corresponden al monto y régimen de las precipitaciones, el promedio anual de lluvias oscila entre los 800 y 1100 mm. Si bien no existe una estación seca definida, se registran mínimos a fines del verano y durante el invierno (ADI, 2004).

Por su condición de planicie abierta no hay restricciones a la influencia de los vientos húmedos del anticiclón del Atlántico Sur, que son atraídos con mayor frecuencia en el verano cuando por las bajas presiones que caracterizan el área en esta estación, por el efecto de la continentalidad, se forma el centro ciclónico Chaqueño, que atrae los vientos húmedos antes mencionados.

Este centro anticiclónico de alta presión contrasta notablemente con la zona ecuatorial en donde se observa la existencia de un cinturón de presiones algo más bajas de lo normal, entre 1011 y 1008 hPa, los cuales reciben el nombre de depresiones ecuatoriales (Strahler & Strahler, 2000) (Figura 3).

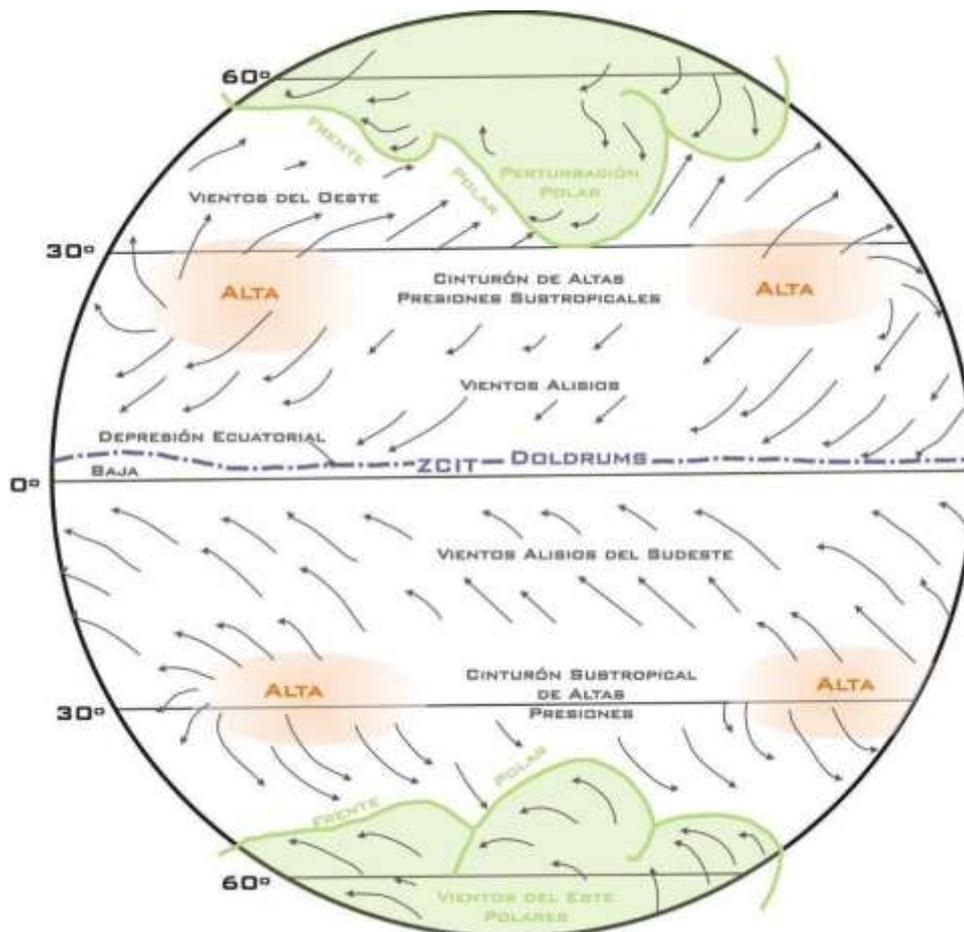


Figura 3. Esquema de los vientos planetarios en superficie (Strahler & Strahler, 2000).

En la franja de altas presiones subtropicales, la cual se halla comprendida entre los 25 y 40° S (para el caso del hemisferio en el cual se encuentra localizada el área de estudio) los vientos siguen un movimiento circular hacia el exterior del espiral (Strahler & Strahler, 2000).

Durante los meses de invierno queda bien definido el collar barométrico, instalándose un área de altas presiones que opera como freno a la penetración de las masas de aire de origen atlántico y generadores de vientos secos. Adopta la forma de una vaguada que indica que las presiones más bajas se ubican en el chaco boreal, en Bolivia y Paraguay.

2.1.2 Análisis Climático del Área del Proyecto

Como se mencionó previamente, el siguiente análisis climático se realizó en base a información estadística suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional. Se tomaron los datos de las variables climáticas más relevantes correspondientes al período 2001-2010 para las estaciones meteorológicas Sauce Viejo Aero (31,42° S – 60,49° O) y Paraná Aero (31,47° S – 60,29° O). La justificación de la elección de dos estaciones meteorológicas radica en la idea de una mejor caracterización climática del área del proyecto.

2.1.2.1 Temperatura

La temperatura media anual registrada en Paraná es de 18,3 °C, con una temperatura máxima media anual de 24,3 °C y una mínima de 13,5 °C.

En la Figura 4 se presenta la marcha anual de las temperaturas medias mensuales para el período correspondiente. Las mismas siguen un ritmo estacional típico de las zonas templadas. Enero es el mes más cálido, registrando una temperatura media mensual de 25,3 °C. En el otro extremo térmico está julio con una temperatura media mensual de 11,8 °C.

Las temperaturas máximas y mínimas medias siguen el mismo patrón estacional que las temperaturas medias (Figura 5). La temperatura máxima media mensual más elevada es 31,5 °C y corresponde a enero. La temperatura mínima media mensual más baja se registra en julio y es de 8,8 °C.

La amplitud térmica anual, calculada a partir de las temperaturas medias mensuales para Paraná, es de 13,5 °C.

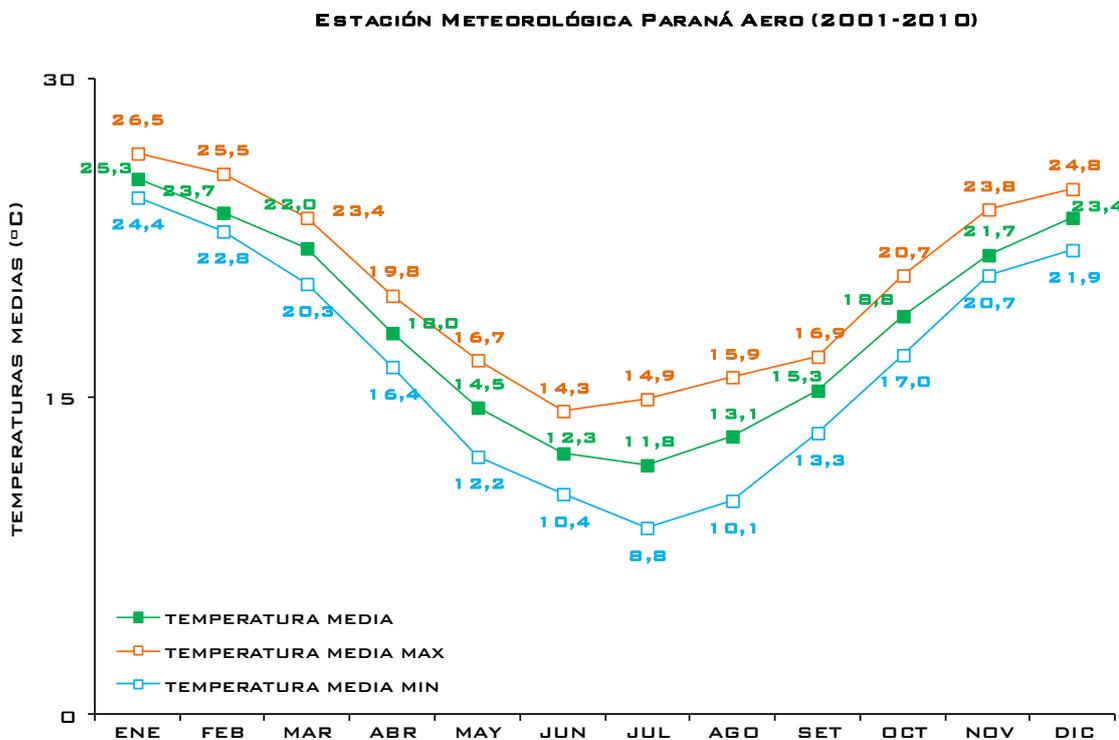


Figura 4. Temperaturas medias mensuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

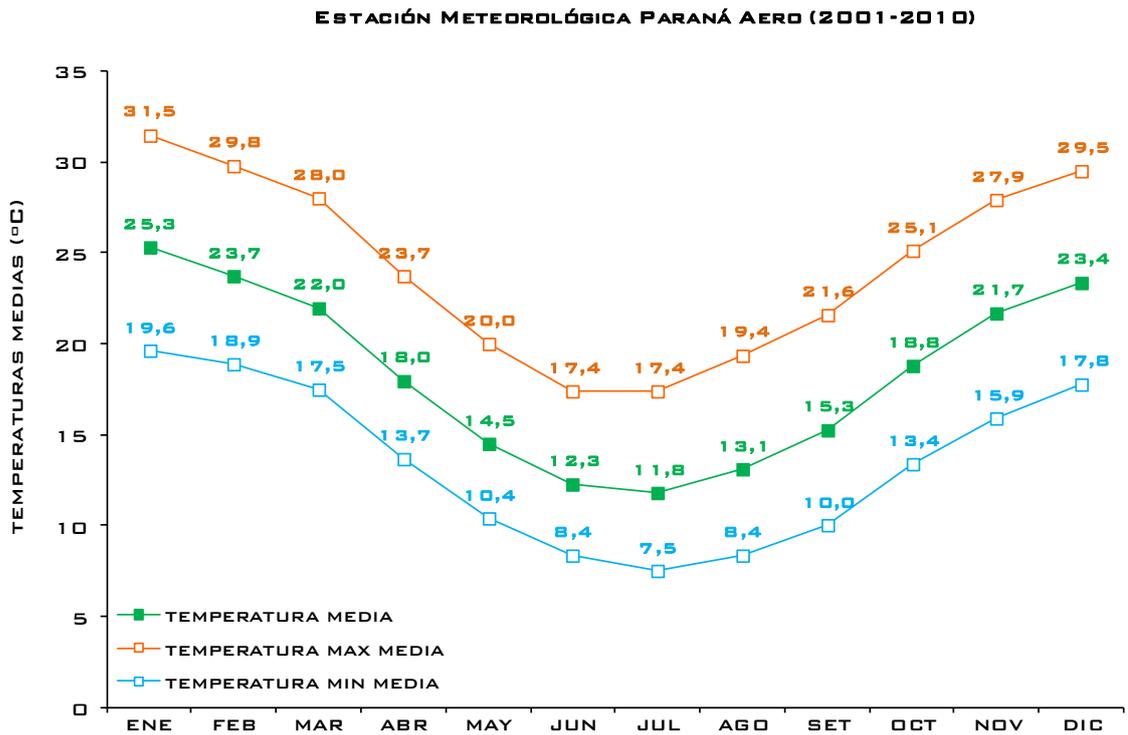


Figura 5. Temperaturas máximas y mínimas mensuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 1 se presentan la totalidad de los datos estadísticos de temperaturas.

Tabla 1. Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales y anuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

| Estación Meteorológica Paraná Aero (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| TEMPERATURA (°C) | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| valor medio | 25,3 | 23,7 | 22,0 | 18,0 | 14,5 | 12,3 | 11,8 | 13,1 | 15,3 | 18,8 | 21,7 | 23,4 | 18,3 |
| valor medio máx. | 26,5 | 25,5 | 23,4 | 19,8 | 16,7 | 14,3 | 14,9 | 15,9 | 16,9 | 20,7 | 23,8 | 24,8 | 18,9 |
| valor medio mín. | 24,4 | 22,8 | 20,3 | 16,4 | 12,2 | 10,4 | 8,8 | 10,1 | 13,3 | 17,0 | 20,7 | 21,9 | 17,5 |
| valor máx. medio | 31,5 | 29,8 | 28,0 | 23,7 | 20,0 | 17,4 | 17,4 | 19,4 | 21,6 | 25,1 | 27,9 | 29,5 | 24,3 |
| valor mín. medio | 19,6 | 18,9 | 17,5 | 13,7 | 10,4 | 8,4 | 7,5 | 8,4 | 10,0 | 13,4 | 15,9 | 17,8 | 13,5 |

En cuanto a los datos correspondientes a Sauce Viejo, la temperatura media anual es de 18,9 °C, levemente mayor a la registrada en Paraná. La temperatura máxima media anual también es levemente mayor (24,9 °C), mientras que la temperatura mínima media anual es la misma para ambas estaciones (13,5 °C).

En la Figura 6 se presenta la marcha anual de las temperaturas medias mensuales de Sauce Viejo para el período correspondiente. Las mismas siguen el mismo ritmo estacional típico de las zonas templadas observado en los datos de Paraná. Enero, el mes más cálido, registra una temperatura media mensual de 25,9 °C (levemente superior a la registrada en Paraná); y julio, el mes más frío, 11,9 (menor a la registrada en Paraná).

Las temperaturas máximas y mínimas medias siguen el mismo patrón estacional que las temperaturas medias (Figura 7). La temperatura máxima media mensual más elevada registrada en Sauce Viejo corresponde a enero (31,9 °C). La temperatura mínima media mensual más baja corresponde a julio (6,9 °C). Se observa que ambas temperaturas son relativamente similares a las registradas en Paraná.

La amplitud térmica anual, calculada a partir de las temperaturas medias mensuales para Sauce Viejo, es de tan solo 14 °C, algo superior a los 13,5 °C registrados en Paraná.

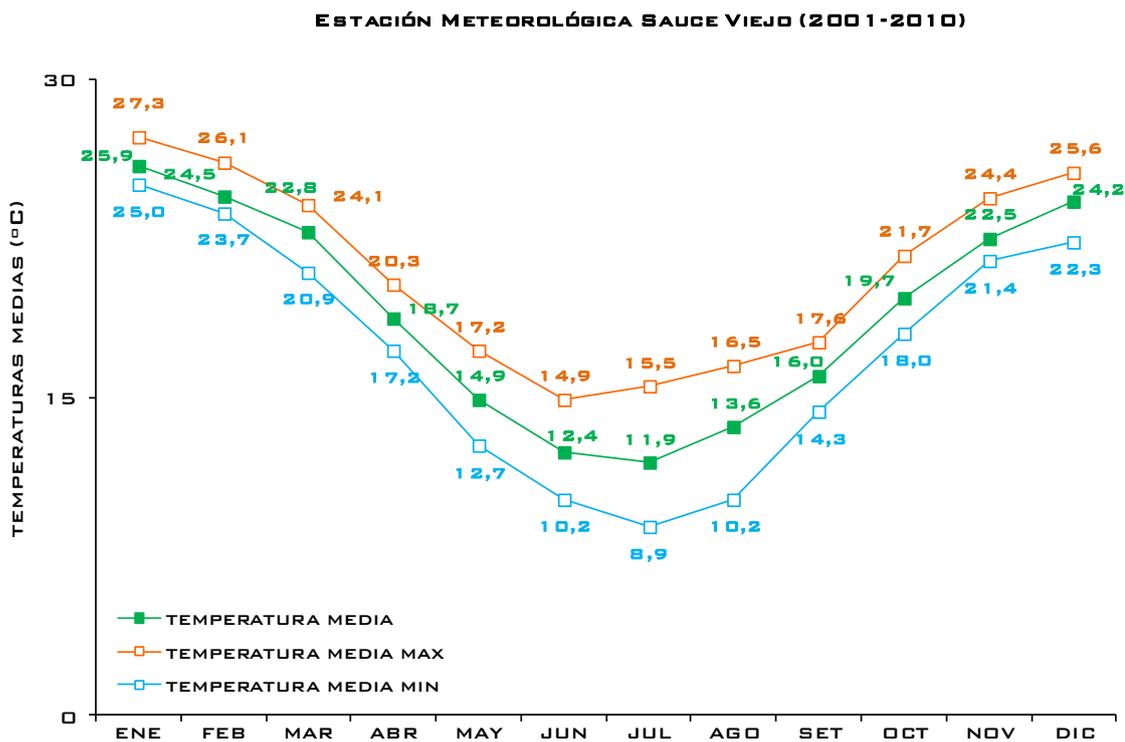


Figura 6. Temperaturas medias mensuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

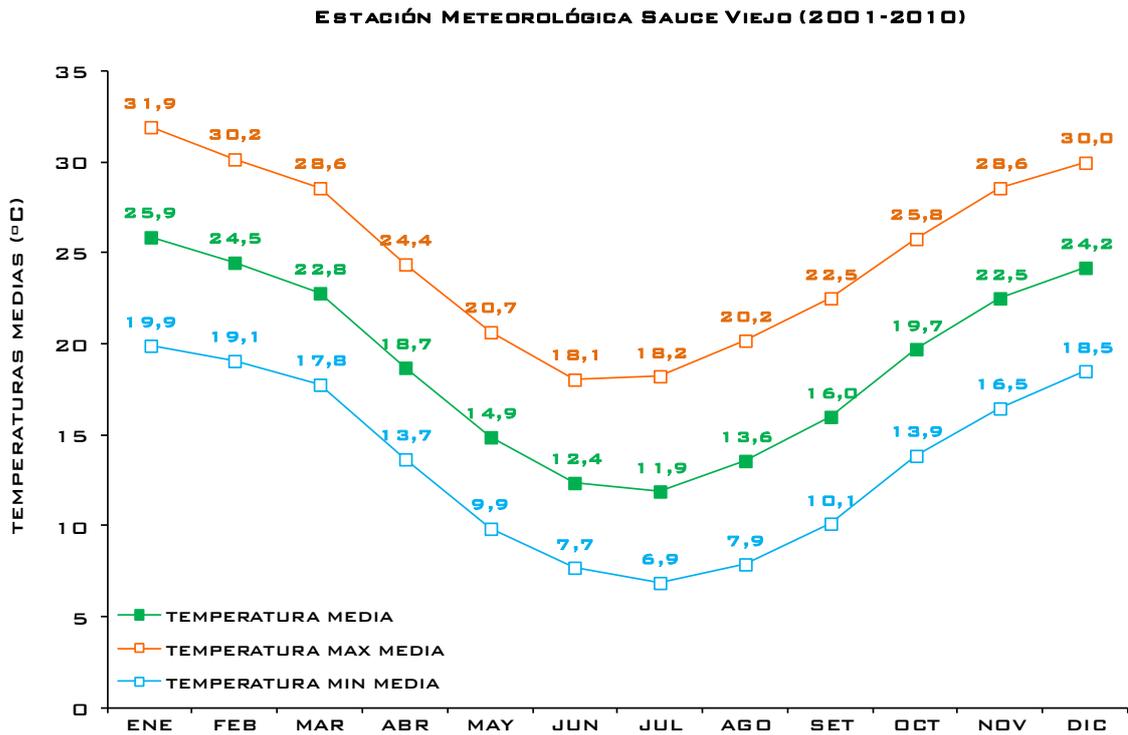


Figura 7. Temperaturas máximas y mínimas mensuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 2 se presentan la totalidad de los datos estadísticos de temperaturas correspondientes a Sauce Viejo.

Tabla 2. Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales y anuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

| Estación Meteorológica Sauce Viejo (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| TEMPERATURA (°C) | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| valor medio | 25,9 | 24,5 | 22,8 | 18,7 | 14,9 | 12,4 | 11,9 | 13,6 | 16,0 | 19,7 | 22,5 | 24,2 | 18,9 |
| valor medio máx. | 27,3 | 26,1 | 24,1 | 20,3 | 17,2 | 14,9 | 15,5 | 16,5 | 17,6 | 21,7 | 24,4 | 25,6 | 19,4 |
| valor medio mín. | 25,0 | 23,7 | 20,9 | 17,2 | 12,7 | 10,2 | 8,9 | 10,2 | 14,3 | 18,0 | 21,4 | 22,3 | 18,0 |
| valor máx. medio | 31,9 | 30,2 | 28,6 | 24,4 | 20,7 | 18,1 | 18,2 | 20,2 | 22,5 | 25,8 | 28,6 | 30,0 | 24,9 |
| valor mín. medio | 19,9 | 19,1 | 17,8 | 13,7 | 9,9 | 7,7 | 6,9 | 7,9 | 10,1 | 13,9 | 16,5 | 18,5 | 13,5 |

En la Figura 8 se presentan en simultáneo los valores de temperatura (media, máxima media y mínima media) para ambas estaciones meteorológicas.

Las temperaturas medias mensuales en Sauce Viejo son levemente mayores a las registradas en Paraná. En cuanto a las temperaturas máximas y mínimas medias, se observa que las primeras son las que presentan similitudes entre ambas estaciones, presentando leves diferencias.

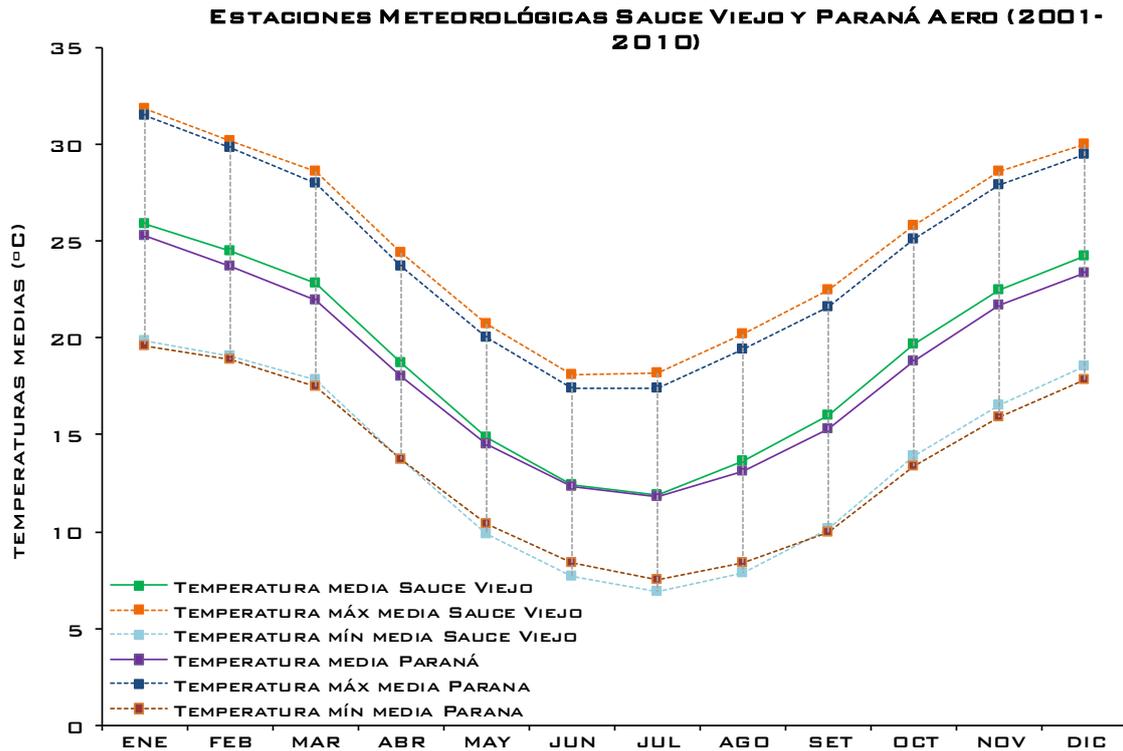


Figura 8. Comparación de los valores de temperatura media, máxima media y mínima media entre las estaciones meteorológicas Sauce Viejo y Paraná Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

2.1.2.2 Precipitaciones

El valor medio anual de precipitaciones acumuladas en Paraná es de 1196,6 mm, y la frecuencia media anual (la cantidad de días con precipitaciones mayores a los 0,1 mm) es de 80,8 días con precipitaciones.

En la Figura 9 se presenta la marcha anual de las precipitaciones medias mensuales acumuladas y las frecuencias medias mensuales para el período considerado. Como se puede observar, los valores de precipitaciones acumuladas presentan un patrón estacional, siendo mayores para los meses más cálidos (entre octubre y abril) y menores para los meses más fríos (entre marzo y septiembre). Diciembre y marzo son los meses más húmedos alcanzando valores medios mensuales de 158,3 y 209,2 mm, respectivamente. Junio es el mes más seco con un valor medio de 24,5 mm.

En cuanto a las frecuencias de las precipitaciones, se observa una cierta estacionalidad evidente. Sin embargo, julio, el mes más seco, es uno de los que presenta la menor frecuencia media mensual (3,8 días), y marzo, uno de los meses más húmedos, es el que presenta la mayor (9,2 días). Diciembre también presenta una frecuencia alta de días con precipitaciones (9,1 días).

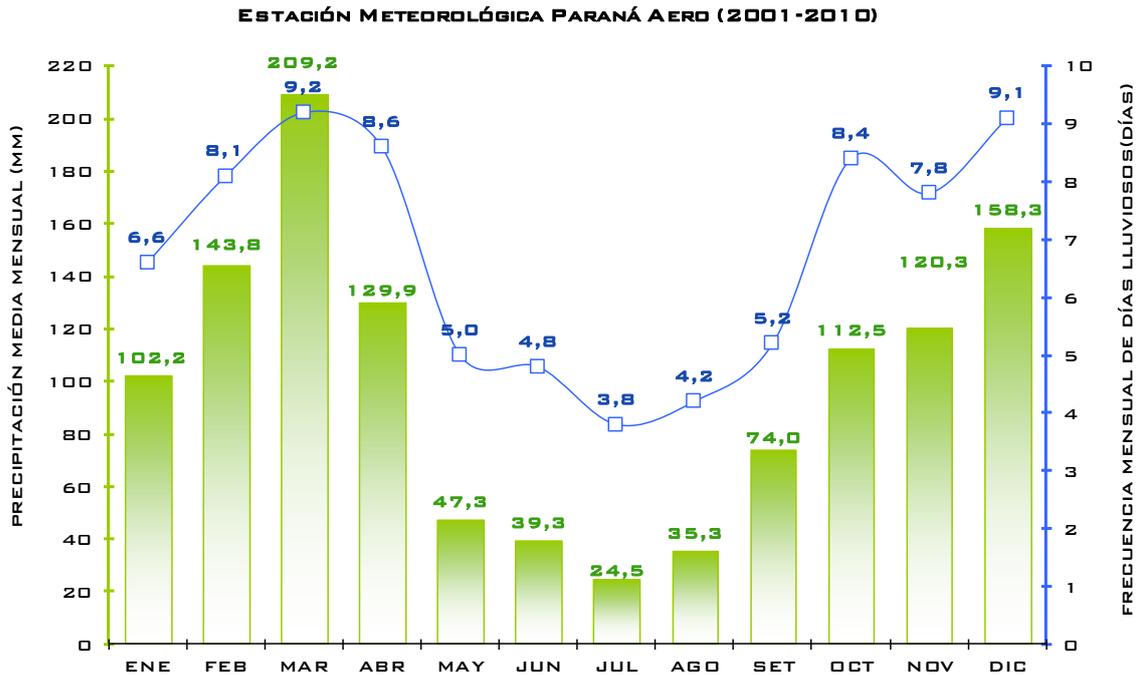


Figura 9. Precipitaciones medias mensuales acumuladas y frecuencias medias mensuales de precipitaciones (>1 mm). Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

En la Figura 10 se observa que los valores máximos y mínimos de precipitaciones acumuladas no necesariamente coinciden con los meses más húmedos y secos, respectivamente.

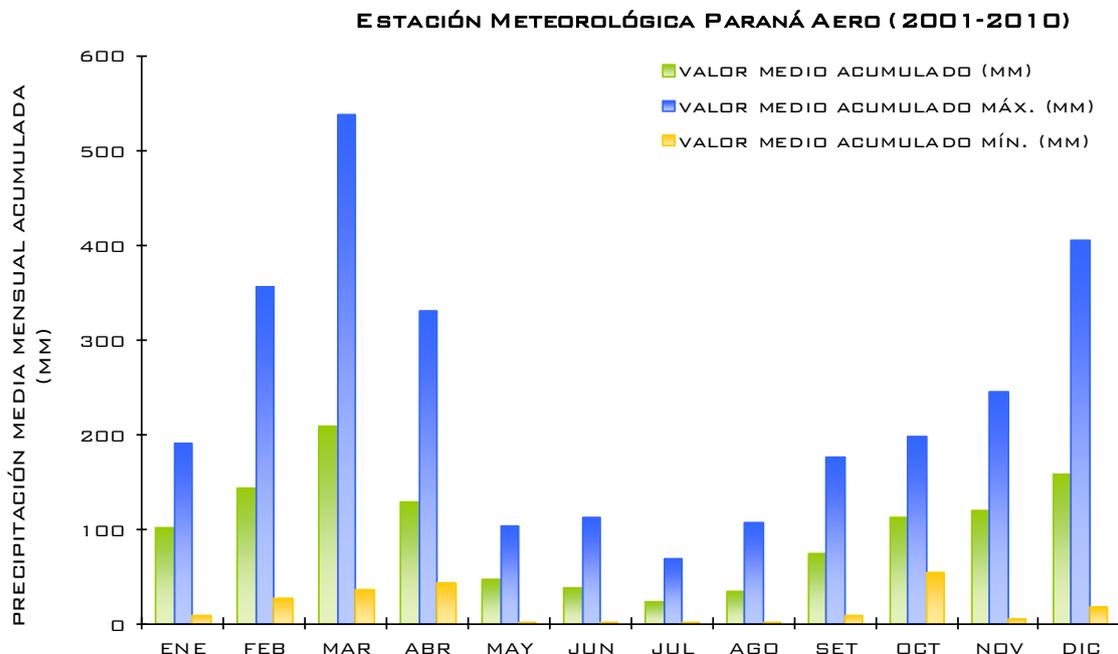


Figura 10. Precipitaciones medias mensuales acumuladas. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 3 se presentan la totalidad de los datos estadísticos de precipitaciones (mm acumulados y frecuencias) correspondientes a Paraná Aero.

Tabla 3. Precipitaciones medias mensuales y anuales acumuladas y frecuencias medias mensuales y anuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

| Estación Meteorológica Paraná Aero (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| PRECIPITACIONES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| valor medio acumulado (mm) | 102,2 | 143,8 | 209,2 | 129,9 | 47,3 | 39,3 | 24,5 | 35,3 | 74,0 | 112,5 | 120,3 | 158,3 | 1196,6 |
| valor medio acumulado máx. (mm) | 190,6 | 356,0 | 539,1 | 331,2 | 103,8 | 113,0 | 70,0 | 108,4 | 176,0 | 199,0 | 245,1 | 404,9 | 1491,9 |
| valor medio acumulado mín. (mm) | 9,7 | 27,7 | 36,7 | 43,7 | 0,3 | 1,0 | 0,5 | 0,2 | 8,8 | 55,6 | 6,7 | 17,7 | 687,3 |
| frecuencia media (días) | 6,6 | 8,1 | 9,2 | 8,6 | 5,0 | 4,8 | 3,8 | 4,2 | 5,2 | 8,4 | 7,8 | 9,1 | 80,8 |
| frecuencia media máx. (días) | 12,0 | 11,0 | 17,0 | 12,0 | 8,0 | 13,0 | 6,0 | 10,0 | 8,0 | 15,0 | 10,0 | 15,0 | 98,0 |
| frecuencia media mín. (días) | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 5,0 | 3,0 | 5,0 | 74,0 |

Por otro lado, en Sauce Viejo, el valor medio anual de precipitaciones acumuladas es 1066,8 mm, menor al registrado en Paraná; y la frecuencia media anual (la cantidad de días con precipitaciones mayores a los 0,1 mm) es de 73 días con precipitaciones, menor al registrado en la otra estación.

Los valores medios mensuales de precipitaciones acumuladas para Sauce Viejo (Figura 11), presentan un patrón estacional similar al observado para Paraná, siendo mayores para los meses más cálidos (entre septiembre y abril) y menores para los meses más fríos (entre marzo y agosto). El principal contraste radica en las diferencias existentes entre los valores mensuales de los meses más húmedos y el resto de los meses húmedos. En Sauce Viejo esta diferencia es menos significativa que en la otra estación, siendo diciembre (151,3 mm) y marzo (184,7 mm) los meses más húmedos.

Julio y agosto son los meses más secos, con valores medios de 17,9 y 26,2 mm acumulados, respectivamente.

En cuanto a las frecuencias de las precipitaciones, tampoco se observa en Sauce Viejo una estacionalidad evidente (Figura 11). Sin embargo, julio, el mes más seco, es uno de los meses que presenta la menor frecuencia media mensual (3 días), y marzo, uno de los meses más húmedos, es el que presenta la mayor frecuencia (9,6 días).

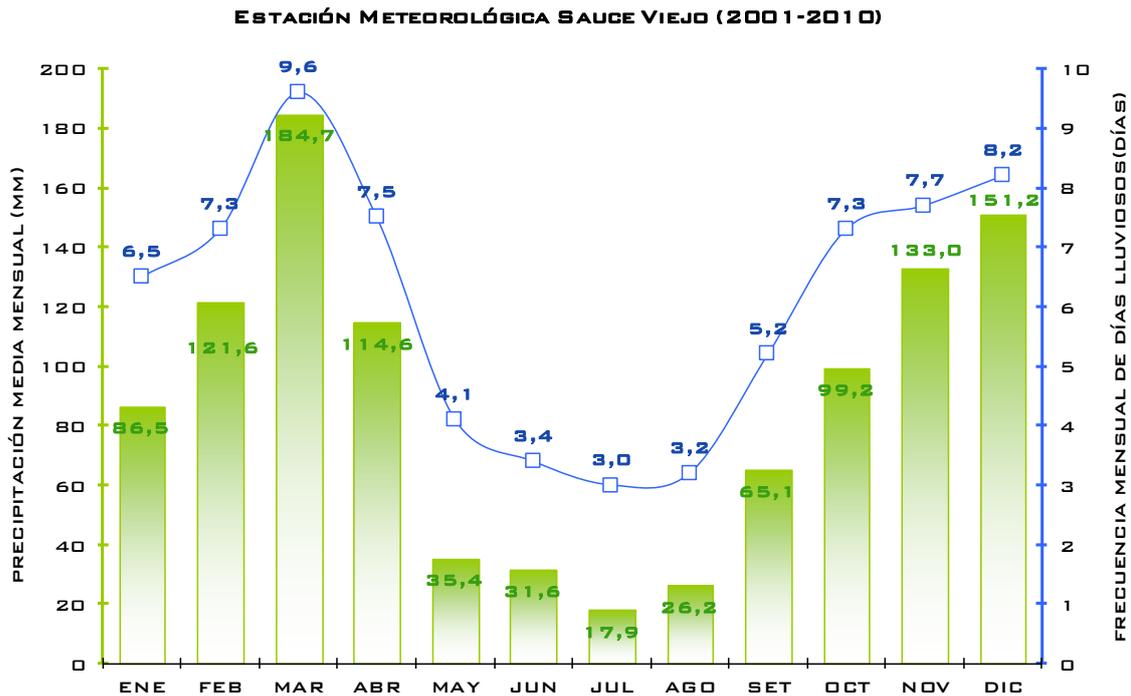


Figura 11. Precipitaciones medias mensuales acumuladas y frecuencias medias mensuales de precipitaciones (> 1 mm). Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En la Figura 12 se observan los valores medios, mínimos y máximos mensuales de precipitaciones acumuladas en Sauce Viejo.

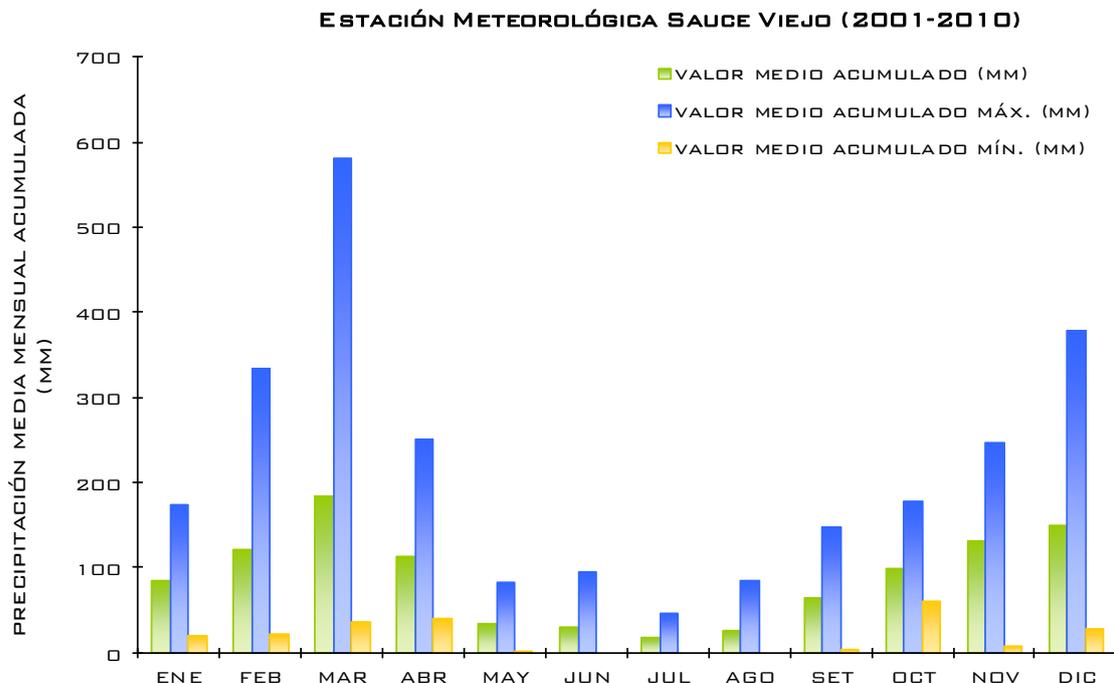


Figura 12. Precipitaciones medias mensuales acumuladas. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 4 se presentan la totalidad de los datos estadísticos de precipitaciones (mm acumulados y frecuencias) correspondientes a Sauce Viejo Aero.

Tabla 4. Precipitaciones medias mensuales y anuales acumuladas y frecuencias medias mensuales y anuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

| Estación Meteorológica Sauce Viejo (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| PRECIPITACIONES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| valor medio acumulado (mm) | 86,5 | 121,6 | 184,7 | 114,6 | 35,4 | 31,6 | 17,9 | 26,2 | 65,1 | 99,2 | 133,0 | 151,2 | 1066,8 |
| valor medio acumulado máx. (mm) | 174,0 | 334,2 | 582,4 | 252,0 | 82,7 | 95,0 | 48,0 | 86,2 | 149,0 | 178,9 | 247,5 | 380,0 | 1338,1 |
| valor medio acumulado mín. (mm) | 21,1 | 23,0 | 37,4 | 42,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,2 | 61,0 | 9,0 | 29,1 | 577,7 |
| frecuencia media (días) | 6,5 | 7,3 | 9,6 | 7,5 | 4,1 | 3,4 | 3,0 | 3,2 | 5,2 | 7,3 | 7,7 | 8,2 | 73,0 |
| frecuencia media máx. (días) | 11,0 | 12,0 | 18,0 | 11,0 | 6,0 | 8,0 | 7,0 | 9,0 | 11,0 | 10,0 | 11,0 | 15,0 | 89,0 |
| frecuencia media mín. (días) | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 4,0 | 3,0 | 5,0 | 63,0 |

En cuanto a las precipitaciones, los valores anuales de mililitros acumulados y frecuencias en una y otra estación son relativamente similares, sin embargo, la estación Paraná Aero presenta en general valores superiores a los que se presentan en Sauce Viejo.

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES SAUCE VIEJO Y PARANÁ AERO (2001-2010)

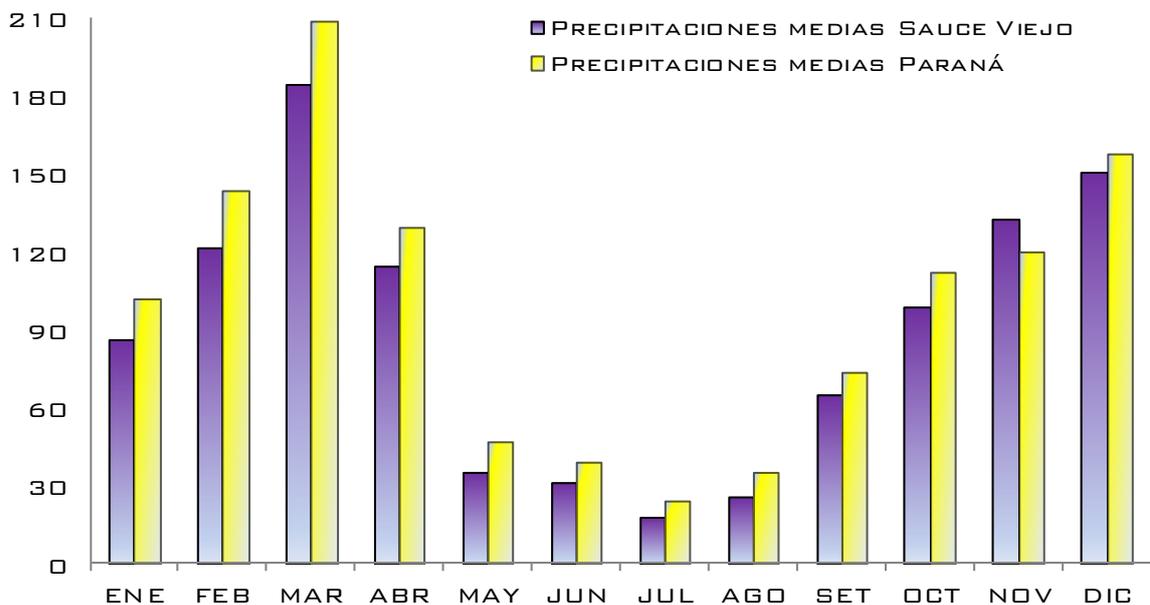


Figura 13. Comparación de los valores medios mensuales de precipitaciones acumuladas entre las estaciones meteorológicas Sauce Viejo y Paraná Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

2.1.2.3 Humedad Relativa

La humedad relativa del aire tiene un valor medio anual de 70,9 % en Paraná, valor bastante cercano a la saturación.

Los valores medios mensuales varían levemente a lo largo de los distintos meses del año, manteniéndose siempre por arriba del 65 % (Figura 14), evidenciando una importante y persistente saturación atmosférica con vapor de agua, situación característica de los climas oceánicos.

Estos valores tienen una variación estacional inversa a la temperatura. Los meses de otoño e invierno (marzo, abril, mayo, junio y julio) registran los valores más altos, siendo junio el que presenta el valor máximo (79,2 %). Los valores más bajos se registran en los meses de primavera y verano, siendo noviembre y diciembre los meses con menor humedad relativa (63,6 y 63,7%).

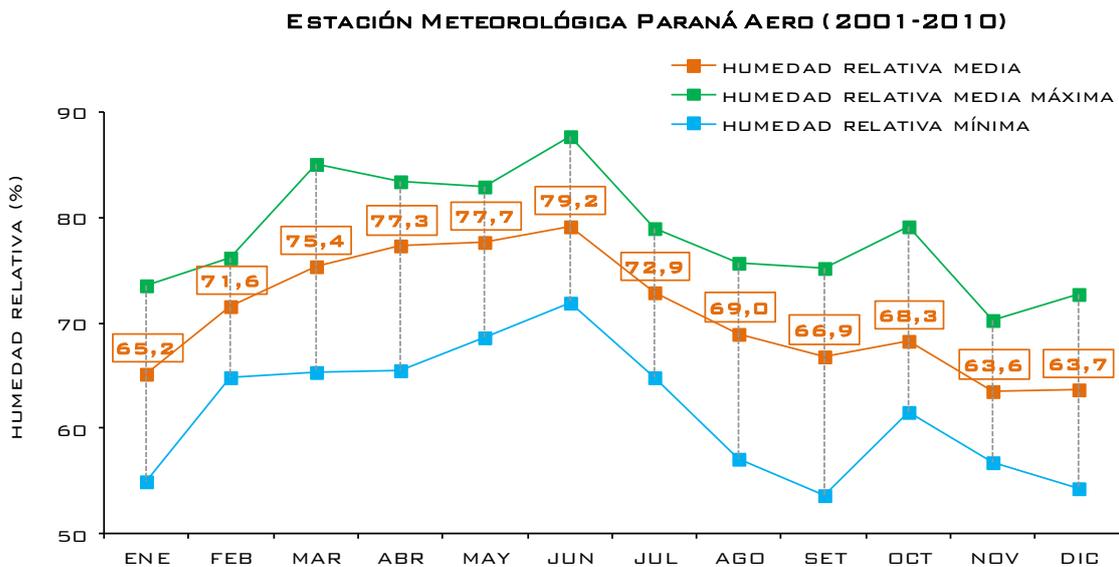


Figura 14. Humedad relativa media mensual. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 5 se presentan la totalidad de los datos estadísticos del porcentaje de humedad relativa correspondientes a Paraná.

Tabla 5. Humedades relativas medias mensuales y anuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

| Estación Meteorológica Paraná Aero (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| HUMEDAD RELATIVA (%) | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| Humedad relativa media | 65,2 | 71,6 | 75,4 | 77,3 | 77,7 | 79,2 | 72,9 | 69,0 | 66,9 | 68,3 | 63,6 | 63,7 | 70,9 |
| Humedad relativa media máxima | 73,6 | 76,3 | 85,1 | 83,4 | 83,0 | 87,7 | 79,1 | 75,8 | 75,2 | 79,2 | 70,3 | 72,8 | 75,2 |
| Humedad relativa mínima | 55,0 | 64,8 | 65,3 | 65,5 | 68,7 | 72,0 | 64,8 | 57,1 | 53,7 | 61,5 | 56,8 | 54,3 | 64,9 |
| Temperatura media | 25,3 | 23,7 | 22,0 | 18,0 | 14,5 | 12,3 | 11,8 | 13,1 | 15,3 | 18,8 | 21,7 | 23,4 | 18,3 |

Para Sauce Viejo, el valor medio anual de la humedad relativa del aire es de 72,8 %, levemente superior al porcentaje medio anual registrado en Paraná, pero igualmente, valor bastante cercano a la saturación.

De manera similar a lo que ocurre en Paraná, los valores medios mensuales varían levemente a lo largo de los distintos meses del año (Figura 15), siendo los meses de otoño e invierno (de marzo a agosto) los que registran los valores más altos, y los meses de primavera y verano (de septiembre a febrero) los que registran los valores más bajos. Mayo es el mes que presenta el valor máximo de humedad relativa (87,8 %), y enero, el mínimo (57,1 %).

De todos modos, todos los valores medios se encuentran por arriba de los 65 %, evidenciando la saturación atmosférica con vapor de agua característica de los climas oceánicos.

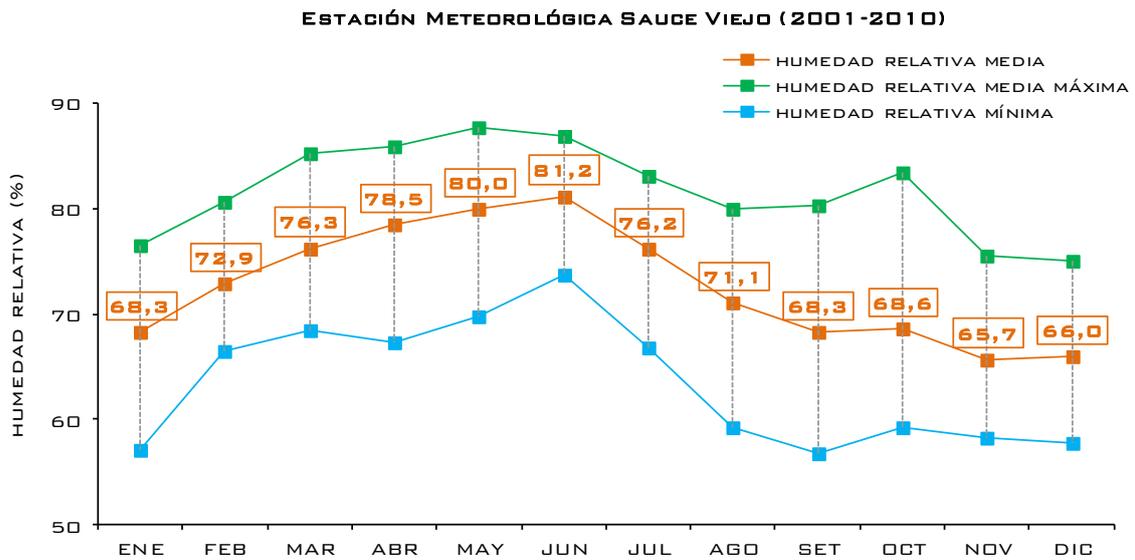


Figura 15. Humedad relativa media mensual. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 6 se presentan la totalidad de los datos estadísticos del porcentaje de humedad relativa correspondientes a Sauce Viejo.

Tabla 6. Humedades relativas medias mensuales y anuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

| Estación Meteorológica Sauce Viejo (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| HUMEDAD RELATIVA (%) | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| Humedad relativa media | 68,3 | 72,9 | 76,3 | 78,5 | 80,0 | 81,2 | 76,2 | 71,1 | 68,3 | 68,6 | 65,7 | 66,0 | 72,8 |
| Humedad relativa media máxima | 76,5 | 80,7 | 85,3 | 85,9 | 87,8 | 86,9 | 83,1 | 80,0 | 80,4 | 83,5 | 75,5 | 75,0 | 81,2 |
| Humedad relativa mínima | 57,1 | 66,5 | 68,5 | 67,4 | 69,8 | 73,7 | 66,8 | 59,2 | 56,7 | 59,2 | 58,3 | 57,7 | 65,9 |
| Temperatura media | 25,9 | 24,5 | 22,8 | 18,7 | 14,9 | 12,4 | 11,9 | 13,6 | 16,0 | 19,7 | 22,5 | 24,2 | 18,9 |

En la Figura 16 se presentan en simultáneo los valores de humedad relativa para ambas estaciones meteorológicas.

Se observa una leve diferencia de la humedad relativa media entre ambas estaciones, las cuales pueden ser explicadas por la diferencia térmica entre ellas. Al igual que lo que pasa durante el año, a menores temperaturas (meses de otoño e invierno), mayores valores de humedad relativa.

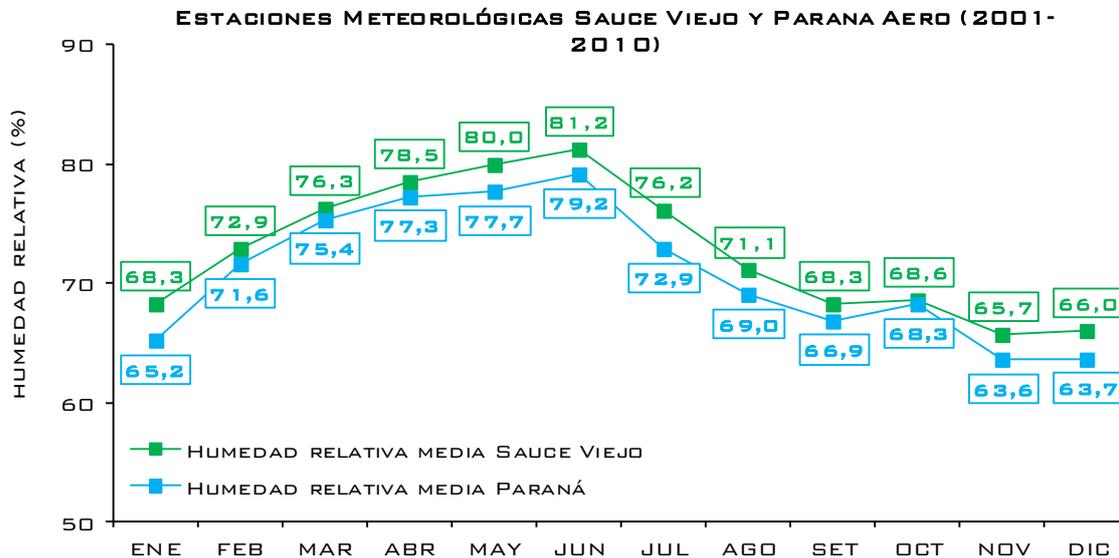


Figura 16. Comparación de los valores medios de humedad relativa entre las estaciones meteorológicas Sauce Viejo y Paraná Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

2.1.2.4 Presión Atmosférica

A continuación se presenta la marcha anual de la presión atmosférica media mensual para el período considerado en la estación Paraná (Figura 17). El valor medio anual es de 1005,7 hPa.

Los valores de presión media mensual también tienen una variación estacional inversa a la temperatura (al igual que la humedad relativa). Los meses más fríos son los meses con mayores valores de presión (mayo y agosto registra la presión media mensual máxima de 1012,2 hPa), y los meses más cálidos son los meses donde se registran los valores de presión más bajos (diciembre presenta una presión media mensual mínima con 999,6 hPa).

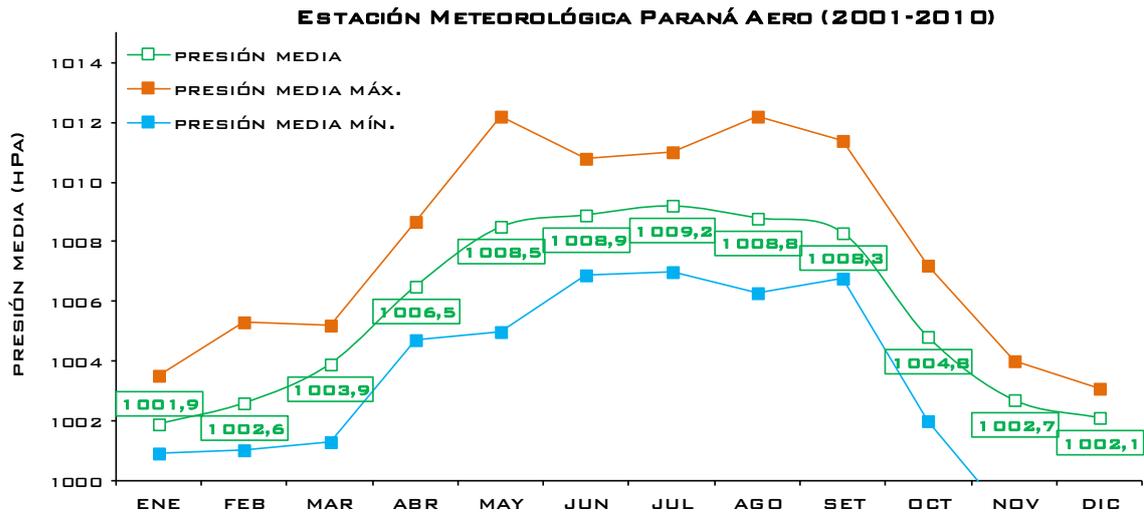


Figura 17. Presión atmosférica media mensual. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

En la siguiente tabla se presentan los valores estadísticos de presión atmosférica correspondientes a la estación meteorológica Paraná Aero.

Tabla 7. Presiones atmosféricas medias mensuales y anuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

| PRESIÓN (hPa) | Estación Meteorológica Paraná Aero (2001-2010) | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| Presión media | 1001,9 | 1002,6 | 1003,9 | 1006,5 | 1008,5 | 1008,9 | 1009,2 | 1008,8 | 1008,3 | 1004,8 | 1002,7 | 1002,1 | 1005,7 |
| Presión media máx. | 1003,5 | 1005,3 | 1005,2 | 1008,7 | 1012,2 | 1010,8 | 1011,0 | 1012,2 | 1011,4 | 1007,2 | 1004,0 | 1003,1 | 1006,1 |
| Presión media mín. | 1000,9 | 1001,0 | 1001,3 | 1004,7 | 1005,0 | 1006,9 | 1007,0 | 1006,3 | 1006,8 | 1002,0 | 998,5 | 999,6 | 1004,9 |

La marcha anual de la presión atmosférica media mensual de la estación Sauce Viejo se presenta en la Figura 18. Esta estación registra un valor medio anual de 1012,7 hPa.

Al igual que lo que sucede con los datos de Paraná Aero, los valores mensuales presentan una variación estacional inversa a la temperatura. Los meses más fríos son los meses con mayores valores de presión (agosto registra la presión media mensual máxima de 1019,1 hPa), y los meses más cálidos son los meses donde se registran los valores de presión más bajos (noviembre presenta una presión media mensual mínima con 1005,5 hPa).

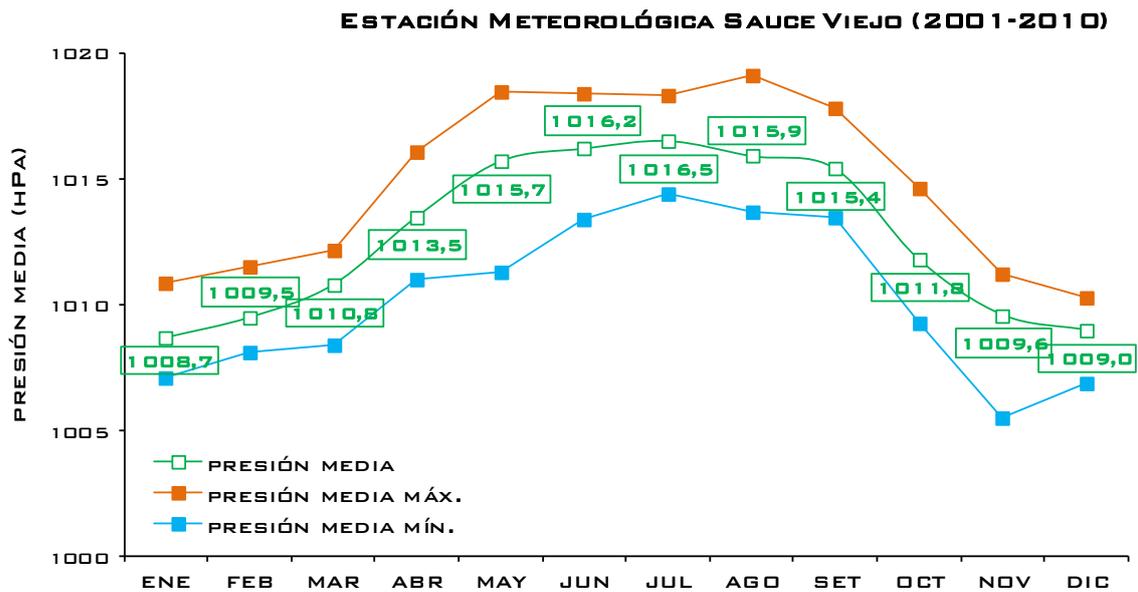


Figura 18. Presión atmosférica media mensual. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 8 se presentan los valores estadísticos de presión atmosférica correspondientes a la estación meteorológica Sauce Viejo.

Tabla 8. Presiones atmosféricas medias mensuales y anuales. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

| PRESIÓN (HPa) | Estación Meteorológica Sauce Viejo (2001-2010) | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| Presión media | 1008,7 | 1009,5 | 1010,8 | 1013,5 | 1015,7 | 1016,2 | 1016,5 | 1015,9 | 1015,4 | 1011,8 | 1009,6 | 1009,0 | 1012,7 |
| Presión media máx. | 1010,9 | 1011,5 | 1012,2 | 1016,1 | 1018,5 | 1018,4 | 1018,3 | 1019,1 | 1017,8 | 1014,6 | 1011,2 | 1010,3 | 1013,4 |
| Presión media mín. | 1007,1 | 1008,1 | 1008,4 | 1011,0 | 1011,3 | 1013,4 | 1014,4 | 1013,7 | 1013,5 | 1009,3 | 1005,5 | 1006,9 | 1012,2 |

La presión atmosférica registra valores mayores en la estación Sauce Viejo comparados con los obtenidos para Paraná Aero.

2.1.2.5 Eventos Meteorológicos Críticos

Existen distintos eventos meteorológicos críticos que se dan con mayor o menor frecuencia en la región. La Figura 19 muestra las frecuencias medias mensuales para dichos eventos.

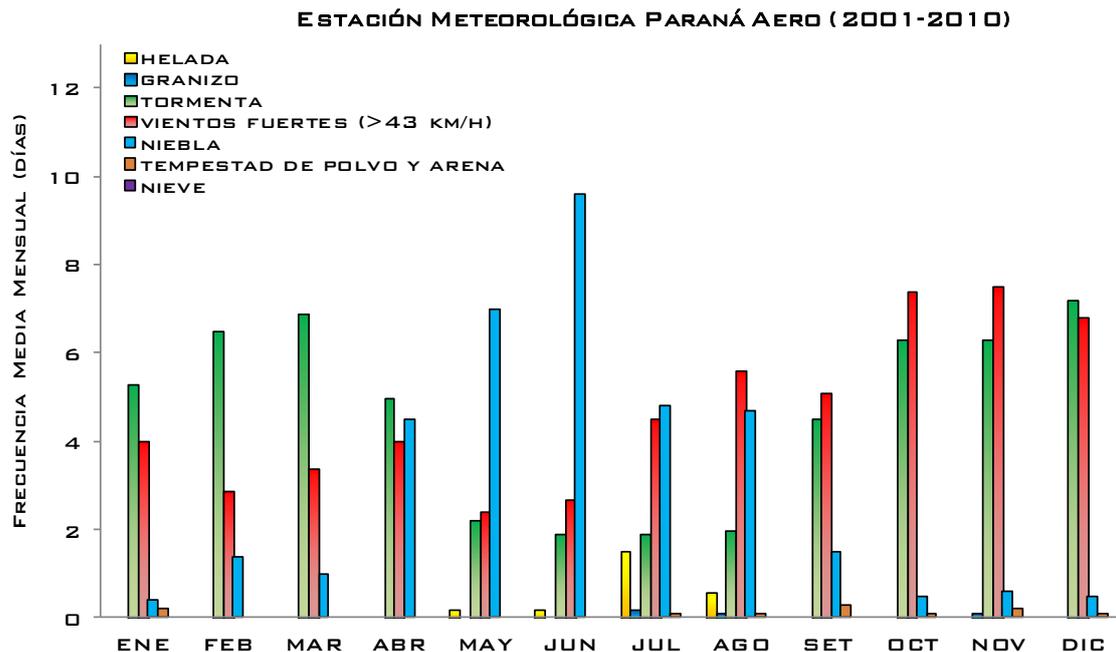


Figura 19. Frecuencias medias mensuales de eventos meteorológicos críticos. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

La frecuencia media anual de días con caída de granizo es baja para dicha estación, siendo sólo de 0,4 días. La misma se registró en los meses de julio, agosto y noviembre.

La niebla es un evento meteorológico bastante habitual durante todo el año. La frecuencia media de días con niebla en un año es de 36,5; siendo los meses de mayo y junio los que registran las frecuencias medias más elevadas (7 y 9,6 días).

Las tormentas son otro evento habitual que tiene lugar durante todo el año. La frecuencia media anual alcanza los 56 días. Las frecuencias medias mensuales muestra estacionalidad, aumentan durante los meses de verano y primavera, y disminuyen durante los meses de otoño e invierno. Diciembre es el mes con el valor medio máximo (7,2 días).

Tempestades de polvo y arena se registraron solo durante los meses de julio a enero, alcanzando una frecuencia media anual de 1,1 días.

El registro de heladas es relativamente bajo para la estación Paraná Aero, alcanzando un valor medio anual de 2,5 días. Este evento se extiende entre los meses de mayo y agosto, siendo el mes de julio el de mayor frecuencia (1,5 días).

Los vientos fuertes (con velocidades superiores a los 43 km/h) se registran durante todo el año en Paraná (73,7 días/año), especialmente entre octubre y diciembre. Octubre y Noviembre son los meses con mayor frecuencia media (7,4 y 7,5 días).

Cabe destacar que no se registraron días con nieve ni ventisca baja para la zona durante el período considerado, mientras que en el caso de la ventisca alta, solo se registró en el mes de octubre.

Con respecto al estado del tiempo, Paraná Aero registra una frecuencia media anual de 73,7 días cubiertos y 144,8 días con cielo claro, para el período considerado.

En cuanto a los valores medios mensuales, en la Figura 20 se observa que las frecuencias de días con cielo claro no presentan estacionalidad. En cambio, las frecuencias de días nublados son mayores durante los meses fríos y menores durante los meses cálidos.

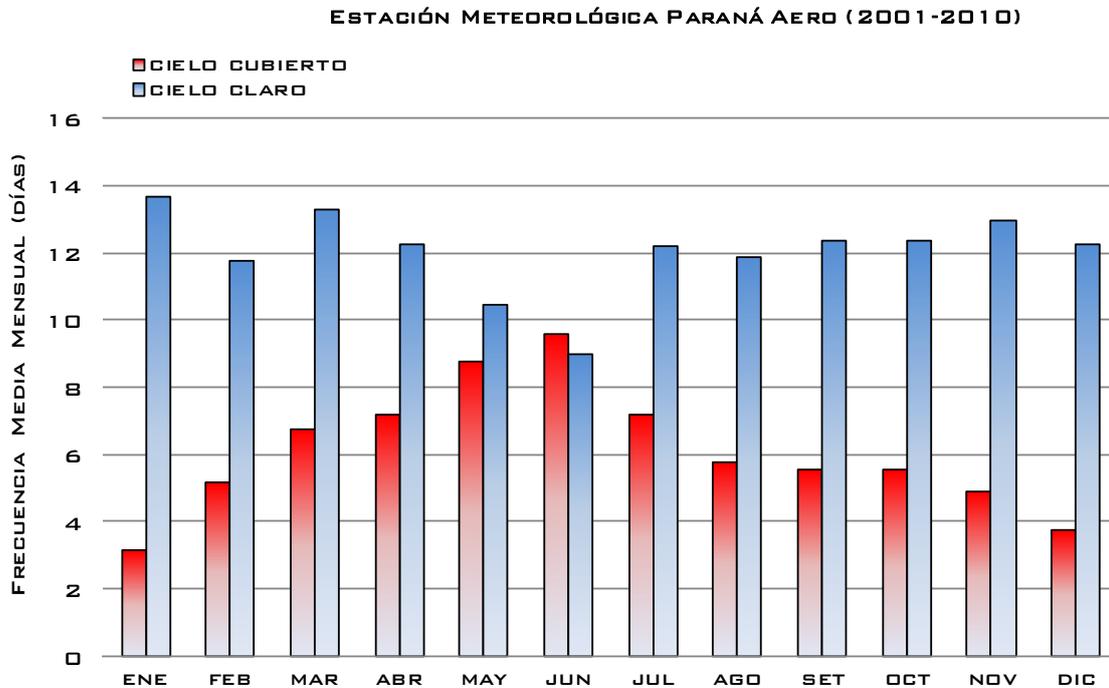


Figura 20. Frecuencias medias mensuales de días cubiertos y con cielo claro. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 9 se presentan los valores estadísticos correspondientes a los eventos meteorológicos críticos para Paraná Aero.

Tabla 9. Frecuencias medias mensuales y anuales de eventos meteorológicos críticos. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

| EVENTOS | Estación Meteorológica Paraná Aero (2001-2010) | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| Helada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,2 | 1,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,5 |
| Granizo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,4 |
| Cielo cubierto | 3,2 | 5,2 | 6,8 | 7,2 | 8,8 | 9,6 | 7,2 | 5,8 | 5,6 | 5,6 | 4,9 | 3,8 | 73,7 |
| Cielo claro | 13,7 | 11,8 | 13,3 | 12,3 | 10,5 | 9 | 12,2 | 11,9 | 12,4 | 12 | 13 | 12 | 144,8 |
| Tormenta | 5,3 | 6,5 | 6,9 | 5 | 2,2 | 1,9 | 1,9 | 2 | 4,5 | 6,3 | 6,3 | 7,2 | 56 |
| Vientos fuertes (>43 km/h) | 4 | 2,9 | 3,4 | 4 | 2,4 | 2,7 | 4,5 | 5,6 | 5,1 | 7,4 | 7,5 | 6,8 | 56,3 |
| Nieve | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ventisca alta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 |
| Ventisca baja | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tempestad de polvo y arena | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 1,1 |
| Niebla | 0,4 | 1,4 | 1 | 4,5 | 7 | 9,6 | 4,8 | 4,7 | 1,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 36,5 |

En la Figura 21 se presentan las frecuencias medias mensuales de los eventos meteorológicos críticos para Sauce Viejo.

La frecuencia media anual de días con caída de granizo es de 0,6. Los eventos estuvieron distribuidos indistintamente a lo largo del año (enero, marzo, junio, septiembre, octubre y noviembre).

La niebla es un evento meteorológico que se presenta prácticamente durante todo el año en Sauce Viejo, con una frecuencia media anual de 36,2 días. Durante los meses más fríos (mayo y junio) se registran las frecuencias medias mensuales más altas. Junio es el mes que presenta la frecuencia máxima (7,5 días).

Las tormentas son un evento habitual que tiene lugar durante todo el año. La frecuencia media anual alcanza los 54,4 días. Las frecuencias medias mensuales muestran estacionalidad aumentando durante los meses de verano y primavera, y disminuyen durante los meses de otoño e invierno. Noviembre y diciembre son los meses con valor medio máximo (7,6 y 7,3 días).

De agosto a enero y marzo, se registran tempestades de polvo y arena en Paraná Aero con frecuencias muy bajas, alcanzando una frecuencia media anual de 0,9 días.

Se registraron heladas en Paraná Aero entre mayo y septiembre, con una frecuencia media anual de 9,7 días.

El registro de vientos fuertes en Sauce Viejo es muy similar que el que se da en Paraná Aero, sin presentar una clara estacionalidad. La frecuencia media anual es de 55,5 días. Y los valores máximos se presentan en octubre (7 días).

No se registraron días ni con ventisca ni con nieve para la zona durante el período considerado.

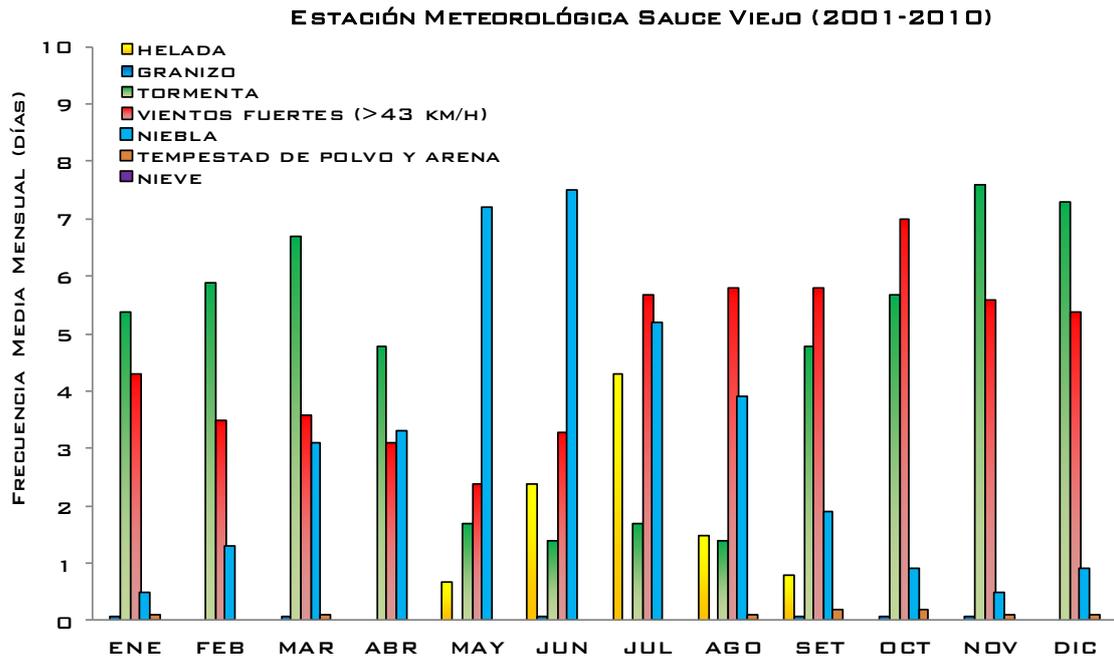


Figura 21. Frecuencias medias mensuales de eventos meteorológicos críticos. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

Con respecto al estado del tiempo, Sauce Viejo presenta un valor medio anual de 69,5 días cubiertos al año y 145,7 días con cielo claro.

En cuanto a los valores medios mensuales, en la Figura 22 se observa que las frecuencias de días con cielo claro no presentan una marcada estacionalidad. En cambio, las frecuencias de días nublados son las mayores durante los meses fríos y menores durante los meses cálidos.

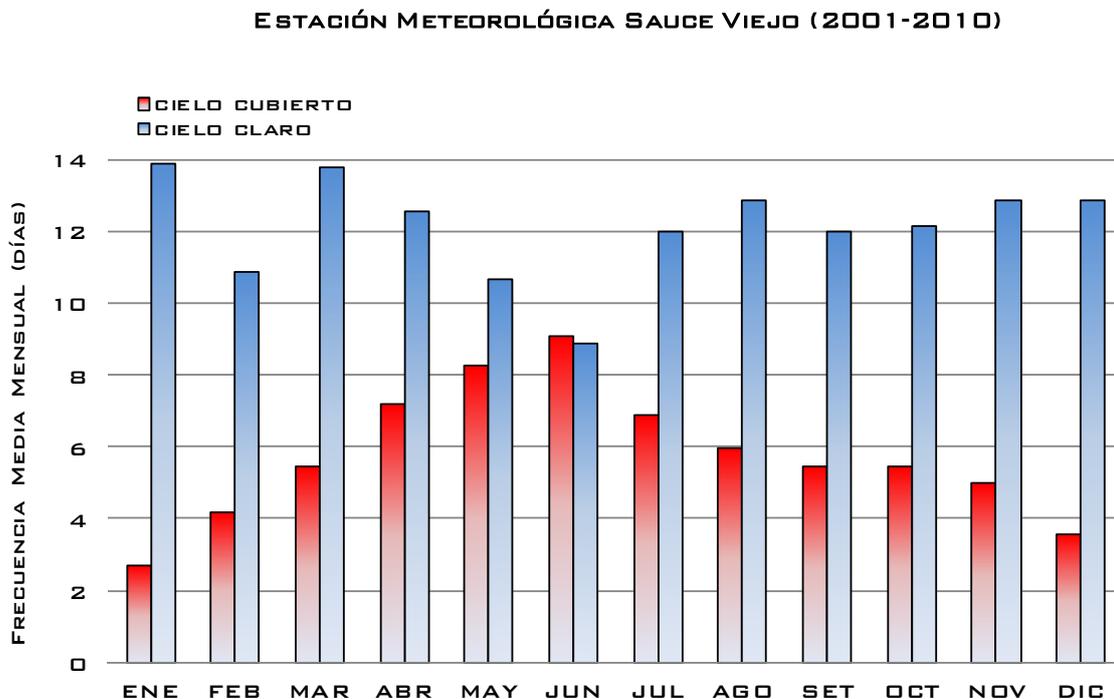


Figura 22. Frecuencias medias mensuales de días cubiertos y con cielo claro. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En la Tabla 10 se presentan los valores estadísticos correspondientes a los eventos meteorológicos críticos para Sauce Viejo.

Tabla 10. Frecuencias medias mensuales y anuales de eventos meteorológicos críticos. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

| EVENTOS | Estación Meteorológica Sauce Viejo (2001-2010) | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-------|
| | FRECUENCIA (días) | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
| Helada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 2,4 | 4,3 | 1,5 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 9,7 |
| Granizo | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,6 |
| Cielo cubierto | 2,7 | 4,2 | 5,5 | 7,2 | 8,3 | 9,1 | 6,9 | 6 | 5,5 | 5,5 | 5 | 3,6 | 69,5 |
| Cielo claro | 13,9 | 10,9 | 13,8 | 12,6 | 10,7 | 8,9 | 12 | 12,9 | 12 | 12 | 12,9 | 13 | 145,7 |
| Tormenta | 5,4 | 5,9 | 6,7 | 4,8 | 1,7 | 1,4 | 1,7 | 1,4 | 4,8 | 5,7 | 7,6 | 7,3 | 54,4 |
| Vientos fuertes (>43 km/h) | 4,3 | 3,5 | 3,6 | 3,1 | 2,4 | 3,3 | 5,7 | 5,8 | 5,8 | 7 | 5,6 | 5,4 | 55,5 |
| Nieve | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ventisca alta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ventisca baja | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tempestad de polvo y arena | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,9 |
| Niebla | 0,5 | 1,3 | 3,1 | 3,3 | 7,2 | 7,5 | 5,2 | 3,9 | 1,9 | 0,9 | 0,5 | 0,9 | 36,2 |

Se puede decir que en general se presentan similitudes sobre la ocurrencia de los distintos eventos meteorológicos para ambas estaciones. Solo se observan diferencias con respecto a la ocurrencia de las heladas. La frecuencia es de 9,7 días para la estación Sauce Viejo mientras que para la estación Paraná Aero es de 2,5 días.

2.1.2.6 Vientos

En la Figura 23 se observan las marchas anuales de la velocidad media del viento y la frecuencia de días calmos (en escala de 1000). Y en la Tabla 11 se presentan los valores estadísticos de la velocidad del viento, correspondientes a Paraná Aero.

Tabla 11. Velocidades medias mensuales y anuales de los vientos¹. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

| VIENTOS | Estación Meteorológica Paraná Aero (2001-2010) | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| valores medios | 10,6 | 10,3 | 9,6 | 9,5 | 9,4 | 10,0 | 11,3 | 12,7 | 13,3 | 14,0 | 13,2 | 12,0 | 11,3 |
| valores medios máx. | 13,2 | 12,5 | 12,5 | 10,9 | 11,6 | 12,2 | 13,4 | 15,5 | 16,0 | 16,5 | 16,1 | 13,8 | 12,2 |
| valores medios mín. | 6,9 | 8,9 | 7,9 | 8,0 | 8,3 | 6,6 | 9,5 | 10,7 | 9,7 | 12,3 | 11,0 | 10,4 | 10,7 |

La velocidad media anual de los vientos, registrada en Paraná, es de 11,3 km/h. Las mayores velocidades se registran durante el período septiembre-noviembre. Octubre es el mes que presenta la velocidad media mensual más alta (14 km/h), seguido por el mes de septiembre con una velocidad de 13,3 km/h.

¹ Los valores de intensidad media de los vientos no segregados en direcciones incluyen los valores cero (0) correspondientes al estado de calma.

La frecuencia media anual de días calmos para Paraná es de 166 días/1000. Respecto a la distribución de estos días calmos durante el año, la misma es mayor durante los meses más fríos, siendo máxima durante el período marzo-julio. La frecuencia media mensual mayor se registra en mayo, con 241 días/1000. En cambio, la frecuencia media mensual menor se registra en octubre, con 107 días/1000.

En rangos generales, los meses más cálidos son los meses más ventosos, registrando vientos con velocidades medias mensuales más elevadas y menores frecuencias medias mensuales de días calmos. Los meses más fríos son relativamente más calmos, registrando valores opuestos a los otros (Figura 23).

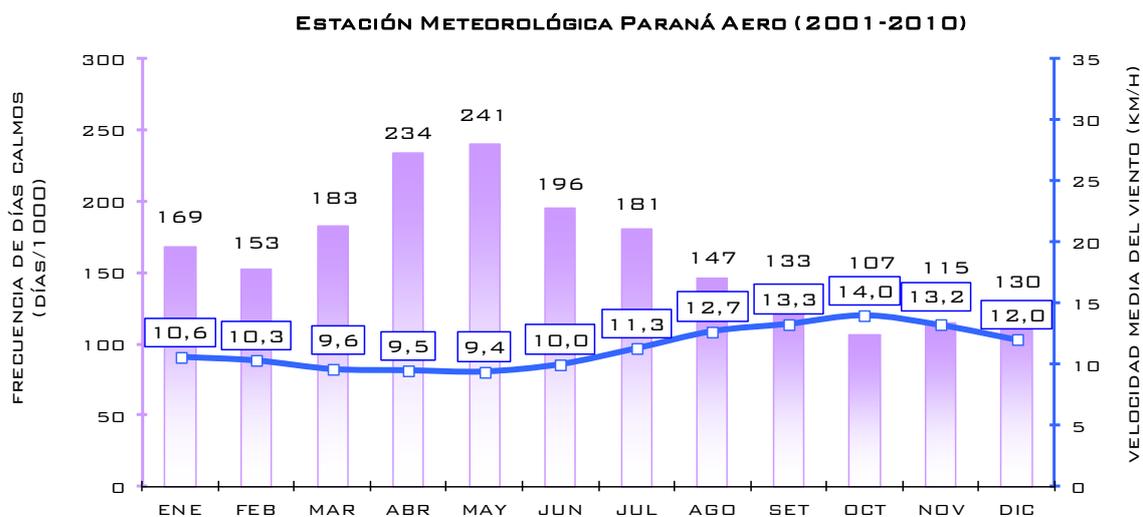


Figura 23. Frecuencias medias mensuales de días calmos y velocidades medias mensuales de los vientos. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

En la Figura 24 se pueden observar las frecuencias y las velocidades medias anuales de los vientos segregadas en las ocho direcciones posibles.

Los vientos más frecuentes son los provenientes del Sur, con una frecuencia media anual de 173 días/1000. Le siguen los vientos del Noreste, con una frecuencia de 164 días/1000; y los vientos del Norte, el Este y el Sudeste, con frecuencias de entre 113-149 días/1000.

Respecto a la intensidad de los vientos, es importante destacar la homogeneidad que presentan las velocidades de los mismos respecto a su dirección de procedencia. Los vientos más fuertes son los provenientes del Sur con una velocidad media anual de 15 km/h, seguidos por los vientos del Norte y el Sudoeste con velocidades medias anuales de 14,7 y 14,1 km/h, respectivamente. Los vientos procedentes del Oeste, el Este y el Noroeste son los que presentan las velocidades medias anuales más bajas (11,5; 11,8 y 11,4 km/h, respectivamente).

Por lo tanto, los vientos más frecuentes son los procedentes de lado oriental sur, especialmente del cuadrante SE-S. Respecto a las velocidades, los vientos provenientes del cuadrante SO-S-SE hacia el N son los que presentan las velocidades medias anuales más elevadas; y los del O-NO y E-NE, las velocidades medias anuales más bajas.

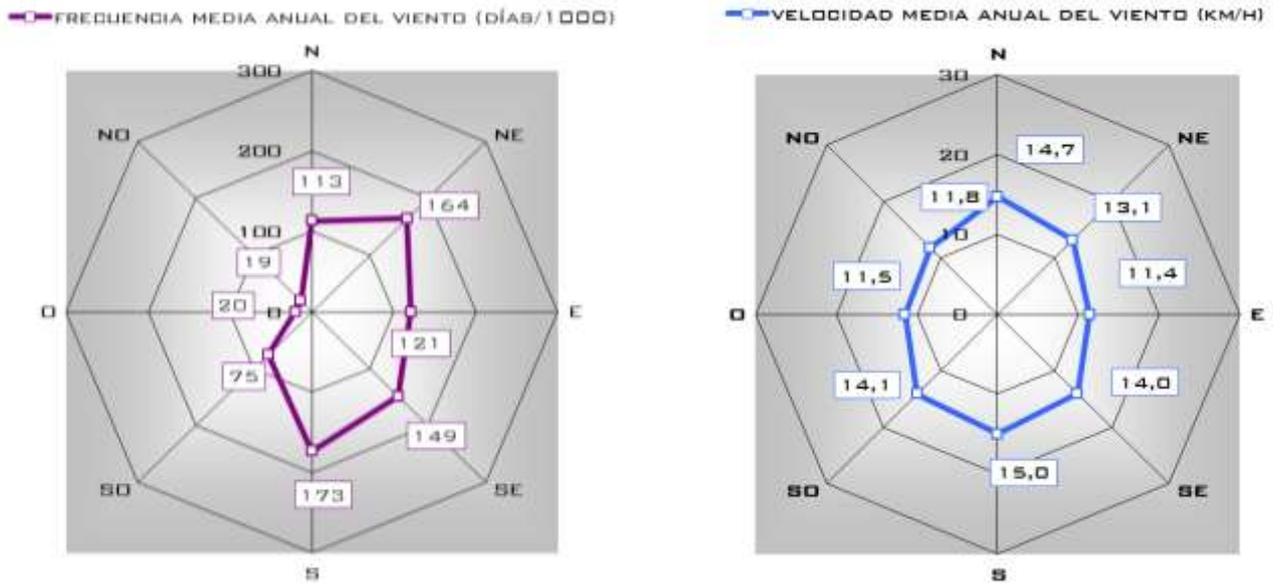


Figura 24. Frecuencias medias anuales y velocidades medias anuales de los vientos, en función de su dirección. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

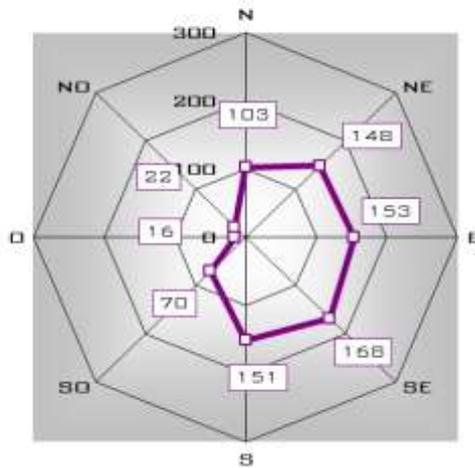
En la Figura 26 se presenta un análisis segregado más completo de las frecuencias y las velocidades medias de los vientos respecto a las direcciones posibles segregadas en las cuatro estaciones del año: verano (enero, febrero y marzo), otoño (abril, mayo y junio), invierno (julio, agosto y septiembre) y primavera (octubre, noviembre y diciembre).

La predominancia de los vientos del Sur y del Noreste se mantiene durante todo el año, siendo más evidente durante el otoño e invierno y disminuye en la primavera y el verano. La predominancia de los vientos del Este se hace más evidente durante el verano y la primavera y disminuye en el otoño y el invierno. Esto se debe a que durante estas estaciones todo el sistema de altas y bajas presiones se desplaza hacia el sur, por lo cual los vientos del Este generados por el centro de Alta Presión del Atlántico Sur alcanzan con mayor frecuencia el área de estudio.

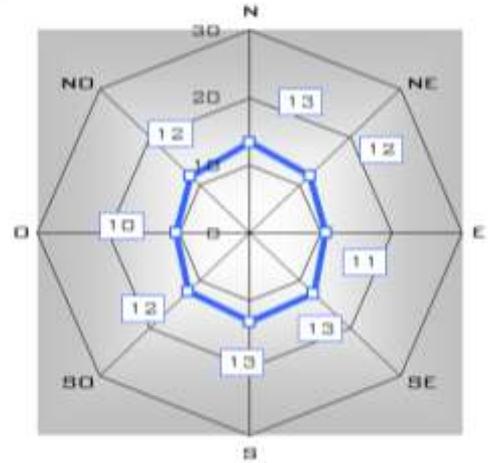
Los vientos del Sur presentan la mayor frecuencia media en invierno (199 días/1000). Los vientos del Noreste presentan la mayor frecuencia durante la primavera (197 días/1000) y los vientos del Este durante el verano (153 días/1000). Respecto a las velocidades, los vientos del Sur y del Norte son los que registran las velocidades medias más elevadas (17 km/h), el primero en la estación primavera y el segundo en la estación de invierno.

Verano

FRECUENCIA MEDIA DE VIENTOS (DÍAS/1000) EN VERANO

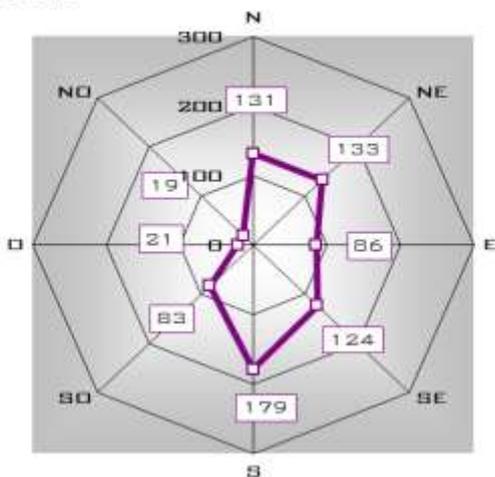


VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (KM/H) EN VERANO



Otoño

FRECUENCIA MEDIA DE VIENTOS (DÍAS/1000) EN OTOÑO



VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (KM/H) EN OTOÑO

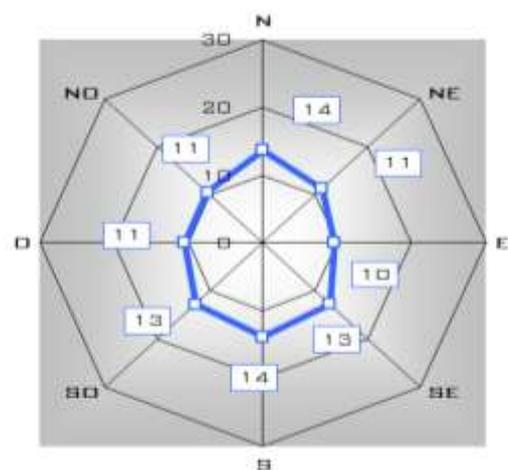
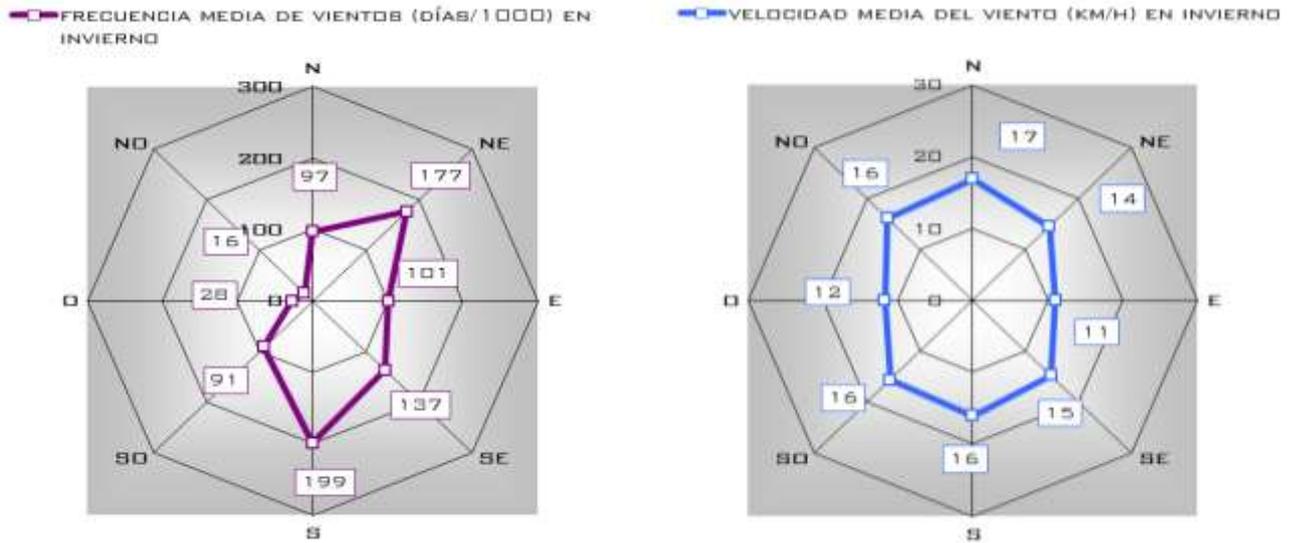


Figura 25. Frecuencias medias y velocidades medias de los vientos, en función de su dirección, en las cuatro estaciones del año: verano y otoño. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

Invierno



Primavera

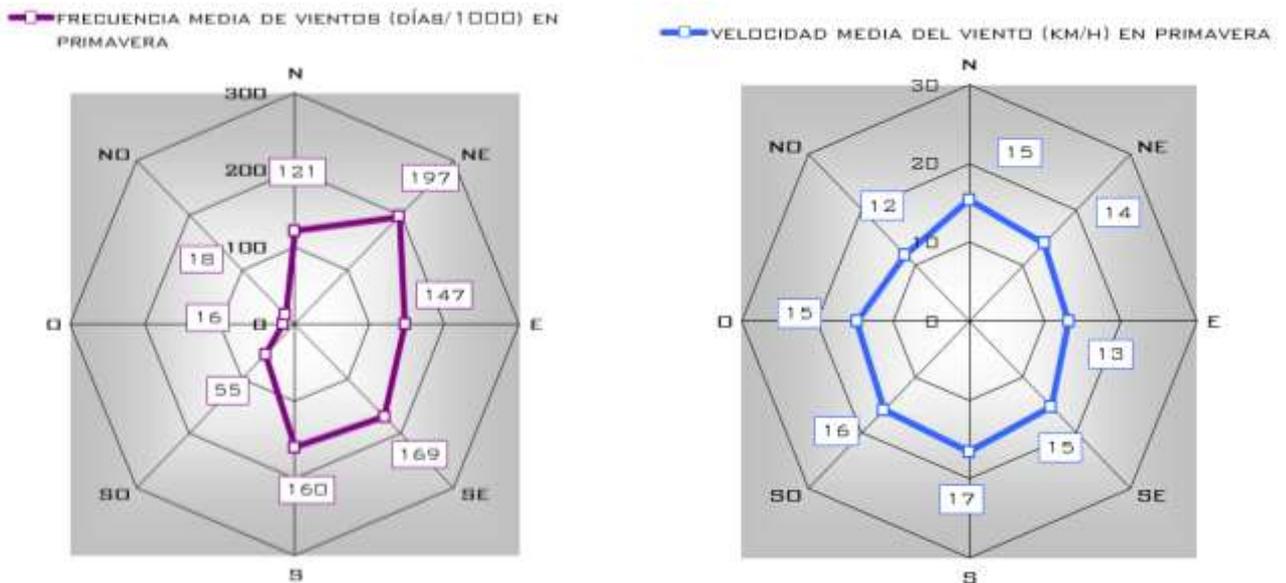


Figura 26. Frecuencias medias y velocidades medias de los vientos, en función de su dirección, en las cuatro estaciones del año: invierno y primavera. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

En verano los vientos más frecuentes provienen del Sudeste con 168 días/1000, seguido por los vientos del Este y Sur (153 y 151 días/1000). Las velocidades medias de los vientos son más intensas para el cuadrante SO-S-SE con 12; 13 y 13 km/h.

Otoño presenta vientos más frecuentes que proceden del Norte, Noreste y Sur (131; 133 y 179 días/1000, respectivamente). En cuanto a las velocidades media de los vientos, los provenientes del cuadrante SO-S-SE son los más intensos (13; 14 y 13 km/h, respectivamente).

En invierno, los vientos del Noreste son los más frecuentes (197 días/1000), seguido por los vientos procedentes del Sudeste con una frecuencia de 169 días/1000. Los vientos que presentan las velocidades medias más elevadas son los del cuadrante SO-S-SE (16; 17; 15 km/h, respectivamente).

En primavera, predominan los vientos del Noreste registrándose una frecuencia media de 197 días/1000. Otros vientos importantes en este período son los procedentes del Sur y el Sudeste, con frecuencias medias de 160 y 169 días/1000, respectivamente. Los vientos más intensos son los procedentes del cuadrante SO-S-SE, con velocidades medias de 16; 17 y 15 km/h, respectivamente.

En la Tabla 12 se presentan los valores estadísticos de las frecuencias y velocidades de los vientos segregados en sus ocho direcciones posibles, correspondientes a Paraná.

Tabla 12. Frecuencias medias mensuales y anuales y velocidades medias mensuales y anuales de los vientos², en función de su dirección. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

| Estación Meteorológica Paraná Aero (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| VIENTOS | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| N | frecuencia (días/1000) | 127 | 89 | 93 | 99 | 153 | 142 | 108 | 119 | 65 | 85 | 150 | 128 | 113 |
| | velocidad media (km/h) | 13,5 | 13,9 | 12,8 | 12,9 | 13,6 | 14,5 | 15,3 | 18,1 | 17,2 | 17,5 | 15,2 | 13,5 | 14,7 |
| NE | frecuencia (días/1000) | 150 | 159 | 136 | 133 | 129 | 136 | 176 | 162 | 194 | 221 | 190 | 181 | 164 |
| | velocidad media (km/h) | 11,7 | 12,4 | 11,7 | 11,1 | 11,0 | 11,7 | 13,7 | 14,8 | 14,9 | 14,9 | 13,5 | 13,5 | 13,1 |
| E | frecuencia (días/1000) | 141 | 147 | 172 | 100 | 52 | 105 | 71 | 101 | 132 | 157 | 148 | 136 | 121 |
| | velocidad media (km/h) | 11,3 | 10,3 | 10,5 | 10,3 | 8,8 | 9,7 | 10,5 | 10,4 | 12,2 | 13,8 | 12,9 | 12,7 | 11,4 |
| SE | frecuencia (días/1000) | 156 | 184 | 165 | 154 | 103 | 114 | 110 | 120 | 180 | 170 | 155 | 183 | 149 |
| | velocidad media (km/h) | 13,4 | 12,2 | 12,5 | 13,4 | 12,8 | 12,0 | 14,4 | 14,7 | 15,3 | 15,5 | 15,7 | 14,7 | 14,0 |
| S | frecuencia (días/1000) | 153 | 164 | 136 | 169 | 201 | 168 | 177 | 225 | 196 | 169 | 160 | 150 | 173 |
| | velocidad media (km/h) | 14,9 | 12,8 | 11,8 | 13,9 | 13,5 | 14,2 | 14,9 | 16,2 | 17,1 | 17,3 | 17,2 | 15,1 | 15,0 |
| SO | frecuencia (días/1000) | 62 | 71 | 77 | 78 | 84 | 88 | 108 | 88 | 78 | 67 | 52 | 47 | 75 |
| | velocidad media (km/h) | 11,8 | 12,0 | 13,1 | 12,6 | 12,7 | 13,1 | 14,6 | 14,6 | 17,7 | 16,9 | 16,3 | 14,5 | 14,1 |
| O | frecuencia (días/1000) | 17 | 11 | 19 | 16 | 15 | 32 | 41 | 23 | 19 | 14 | 13 | 20 | 20 |
| | velocidad media (km/h) | 11,6 | 9,7 | 9,9 | 11,1 | 11,0 | 9,6 | 10,2 | 11,1 | 14,0 | 18,3 | 13,4 | 12,6 | 11,5 |
| NO | frecuencia (días/1000) | 24 | 22 | 20 | 17 | 22 | 18 | 28 | 16 | 3 | 10 | 17 | 26 | 19 |
| | velocidad media (km/h) | 11,2 | 11,7 | 12,6 | 11,0 | 9,1 | 11,6 | 11,8 | 15,4 | 21,0 | 12,9 | 11,8 | 11,0 | 11,8 |
| CALMA | frecuencia (días/1000) | 169 | 153 | 183 | 234 | 241 | 196 | 181 | 147 | 133 | 107 | 115 | 130 | 166 |

En la Figura 27 se presenta la marcha anual de la velocidad media del viento para la estación de Sauce Viejo, junto con la distribución anual de la frecuencia de días calmos (en escala de 1000). Y en la Tabla 13 se presentan los valores estadísticos de la velocidad del viento, correspondientes a la misma estación.

² Los valores de intensidad media de los vientos segregados en direcciones no incluyen los valores cero (0) correspondientes al estado de calma.

Tabla 13. Velocidades medias mensuales y anuales de los vientos². Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

| Estación Meteorológica Sauce Viejo (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| VIENTOS | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| valores medios | 9,1 | 8,8 | 9,5 | 8,9 | 9,7 | 10,0 | 12,1 | 13,8 | 13,8 | 14,3 | 13,4 | 10,9 | 11,2 |
| valores medios máx. | 12,9 | 11,1 | 15,3 | 10,7 | 13,7 | 13,2 | 16,0 | 16,9 | 16,0 | 17,6 | 15,8 | 15,2 | 12 |
| valores medios mín. | 4,5 | 5,8 | 6,9 | 4,9 | 5,5 | 6,4 | 9,1 | 9,3 | 8,7 | 10,8 | 9,3 | 7,4 | 10,5 |

En Sauce Viejo, la velocidad media anual de los vientos es de 11,2 km/h. Las mayores velocidades registradas en esta estación corresponden al período agosto-noviembre. Y el mes que presenta la velocidad media más elevada es octubre con un valor de 14,3 km/h.

La frecuencia media anual de días calmos registrada en Sauce Viejo es mayor a la registrada en Paraná Aero, con un valor de 473 días/1000. La distribución de la frecuencia de días calmos durante el año resulta ser bastante homogénea, sin embargo los meses más cálidos son los que registran los valores más altos. La frecuencia media mensual mayor se registra en febrero, con 566 días/1000; y la frecuencia media mensual menor, en noviembre con 383 días/1000.

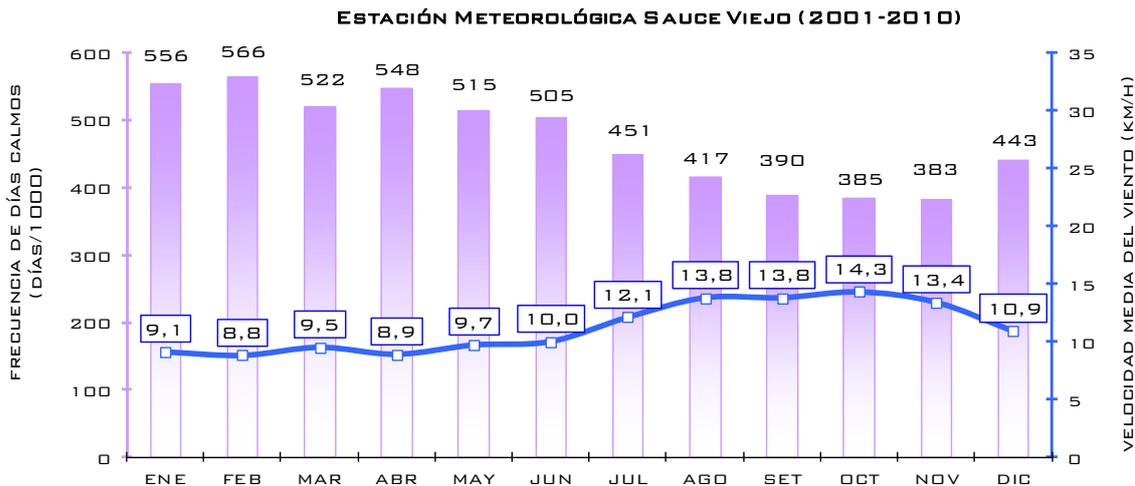


Figura 27. Frecuencias medias mensuales de días calmos y velocidades medias mensuales de los vientos. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En la Figura 28 se pueden observar las frecuencias y las velocidades medias anuales de los vientos, segregadas en las ocho direcciones posibles, correspondientes a Sauce Viejo.

Los vientos más frecuentes son los provenientes del Noreste, con una frecuencia media anual de 141 días/1000. Le siguen los vientos del Sudeste, con una frecuencia de 116 días/1000; y los vientos del Sudoeste, con una frecuencia de 86 días/1000.

Con respecto a la intensidad de los vientos, para Sauce Viejo se presenta una homogeneidad similar a la observada en la estación Paraná Aero, sin embargo la velocidad de los vientos es notoriamente mayor para la primera estación. Los vientos del cuadrante S-SO-O son levemente más intensos a los demás, con valores medios de 24,2; 26,9 y 24 km/h, respectivamente. El resto de los vientos presentan velocidades medias similares.

(4) EIA CC CTBL ISOLUX IECSA - Cap 04 LBA - Rev1

Por lo tanto, en Sauce Viejo los vientos más frecuentes son los procedentes del cuadrante NE y S-SE. Y en cuanto a sus velocidades, no se presenta ningún cuadrante predominante.

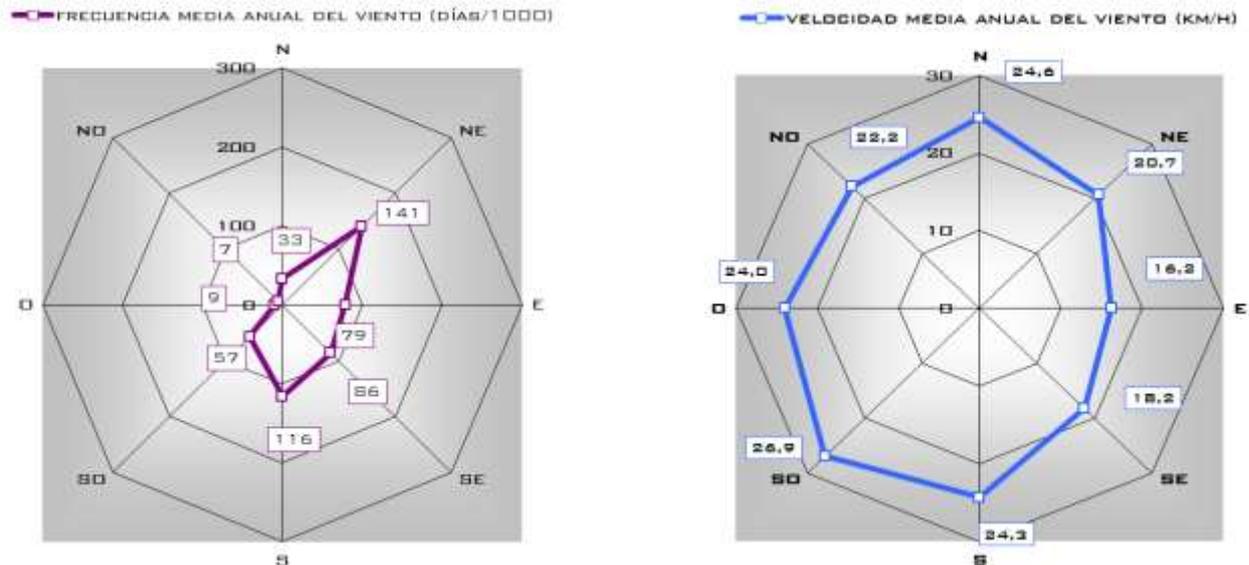


Figura 28. Frecuencias medias anuales y velocidades medias anuales de los vientos, en función de su dirección. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En la Figura 30 se presenta un análisis segregado más completo de las frecuencias y las velocidades medias de los vientos respecto a las direcciones posibles segregadas en las cuatro estaciones del año: verano (enero, febrero y marzo), otoño (abril, mayo y junio), invierno (julio, agosto y septiembre) y primavera (octubre, noviembre y diciembre).

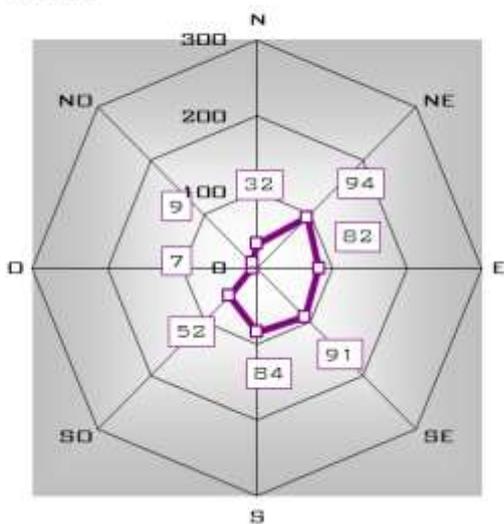
En Sauce Viejo, la predominancia de los vientos del Noreste es evidente durante todo el año. Y también durante todo el año, los vientos más intensos corresponden a los del SO.

Durante el verano, los vientos más frecuentes son los procedentes del Noreste (94 días/1000) y, en segundo lugar, del Sudeste (91 días/1000). Y los vientos más intensos son los del Sudoeste con una velocidad media de 24 km/h, respectivamente.

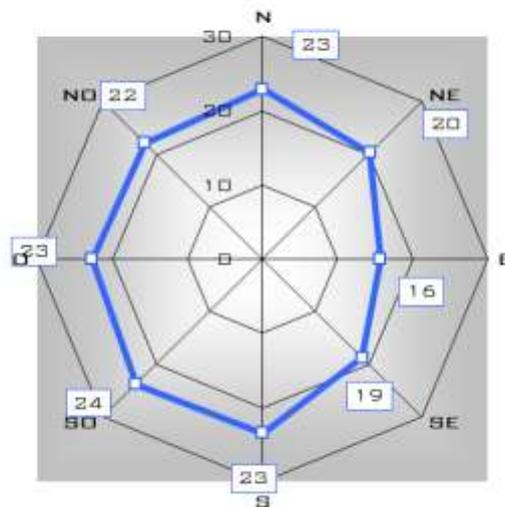
En otoño, la mayor frecuencia proviene de los vientos del Noreste (145 días/1000), seguida por los vientos procedentes del Sur (118 días/1000). En cuanto a las intensidades, los vientos del Sudoeste son levemente mayores a los restantes (24 km/h, respectivamente).

Verano

FRECUENCIA MEDIA DE VIENTOS (DÍAS/1000) EN VERANO

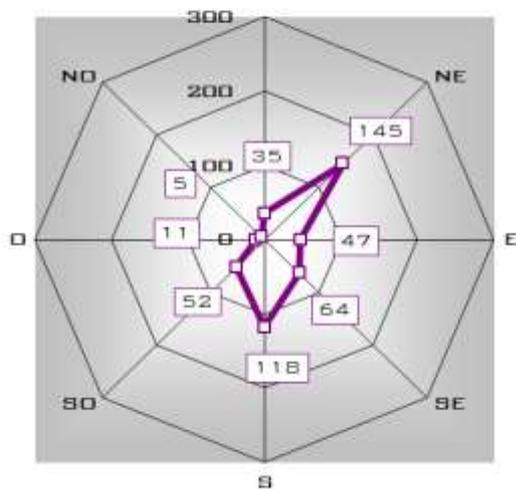


VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (KM/H) EN VERANO



Otoño

FRECUENCIA MEDIA DE VIENTOS (DÍAS/1000) EN OTOÑO



VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (KM/H) EN OTOÑO

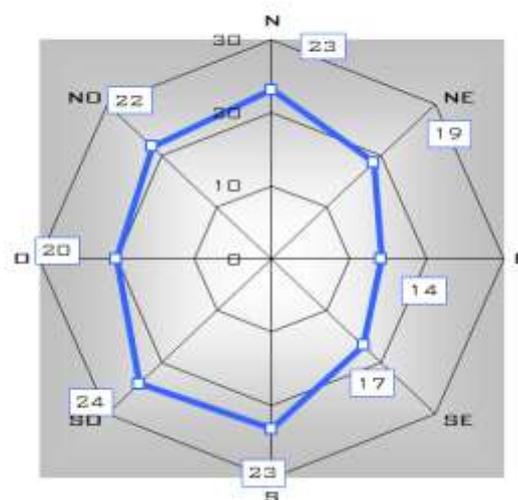
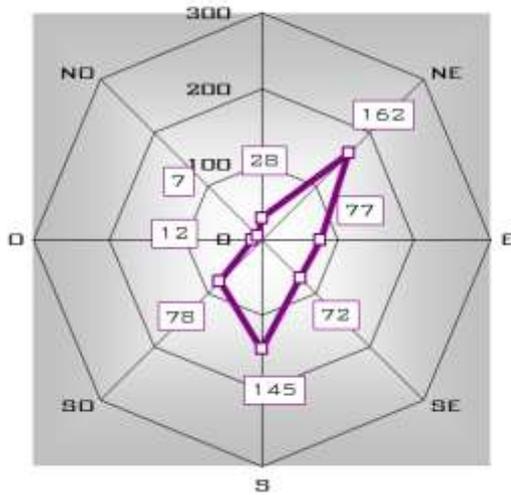


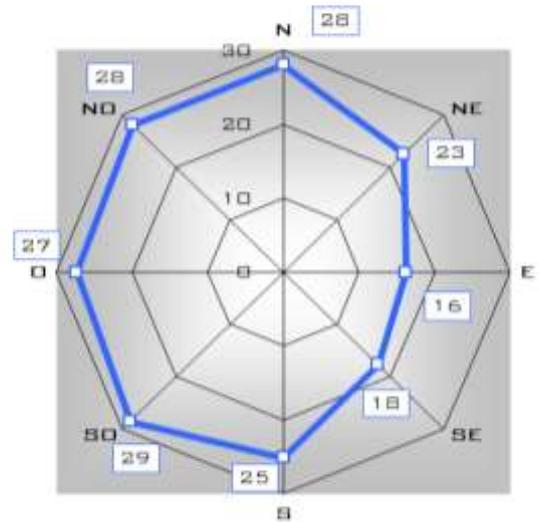
Figura 29. Frecuencias medias y velocidades medias de los vientos, en función de su dirección, en las cuatro estaciones del año: verano y otoño. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

Invierno

FRECUENCIA MEDIA DE VIENTOS (DÍAS/1000) EN INVIERNO

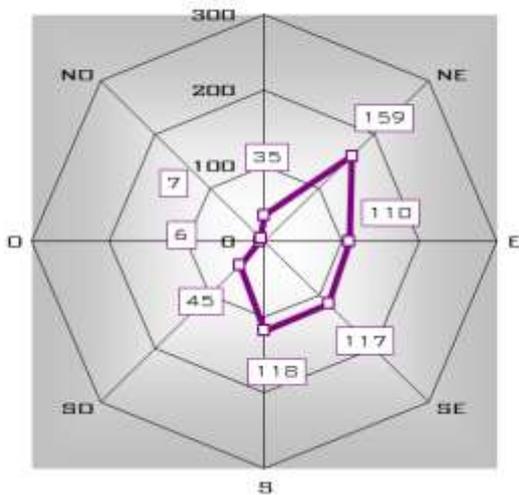


VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (KM/H) EN INVIERNO



Primavera

FRECUENCIA MEDIA DE VIENTOS (DÍAS/1000) EN PRIMAVERA



VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (KM/H) EN PRIMAVERA

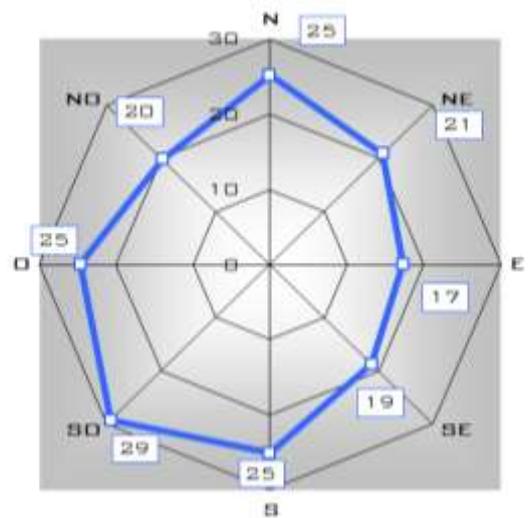


Figura 30. Frecuencias medias y velocidades medias de los vientos, en función de su dirección, en las cuatro estaciones del año: invierno y primavera. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

En invierno predominan los vientos del Noreste (162 días/1000) y le siguen los del Sur (145 días/1000, respectivamente). La velocidad media de los vientos más intensa es la proveniente del Sudoeste, adoptando un valor de 29 km/h.

Durante la primavera, la predominancia de los vientos del Noreste se mantiene, registrándose una frecuencia media de 159 días/1000. Los vientos que le siguen en frecuencia son los vientos del Sur y Sudeste (118 y 117 días/1000, respectivamente). En primavera las velocidades más intensas se mantienen de la dirección Sudoeste presentando valores de 29 km/h.

En la Tabla 14 se presentan los valores estadísticos de las frecuencias y velocidades de los vientos segregados en sus ocho direcciones posibles, correspondientes a Sauce Viejo.

Tabla 14. Frecuencias medias mensuales y anuales y velocidades medias mensuales y anuales de los vientos³, en función de su dirección. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Periodo 2001-2010.

| Estación Meteorológica Sauce Viejo (2001-2010) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| VIENTOS | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| N | frecuencia (días/1000) | 38 | 32 | 26 | 23 | 32 | 50 | 33 | 28 | 24 | 28 | 39 | 37 | 33 |
| | velocidad media (km/h) | 23,0 | 22,6 | 23,2 | 23,1 | 25,0 | 21,3 | 28,1 | 26,6 | 29,4 | 23,7 | 28,6 | 23,1 | 24,6 |
| NE | frecuencia (días/1000) | 93 | 88 | 102 | 114 | 177 | 144 | 162 | 192 | 131 | 164 | 186 | 128 | 141 |
| | velocidad media (km/h) | 20,8 | 21,1 | 18,8 | 18,0 | 19,0 | 19,1 | 22,0 | 23,3 | 22,3 | 22,3 | 20,9 | 19,1 | 20,7 |
| E | frecuencia (días/1000) | 75 | 71 | 101 | 53 | 37 | 52 | 55 | 60 | 116 | 113 | 102 | 114 | 79 |
| | velocidad media (km/h) | 16,6 | 15,4 | 15,1 | 13,6 | 15,4 | 13,6 | 16,2 | 16,3 | 16,2 | 19,0 | 17,1 | 15,9 | 16,2 |
| SE | frecuencia (días/1000) | 88 | 92 | 92 | 91 | 43 | 58 | 61 | 59 | 95 | 116 | 112 | 122 | 86 |
| | velocidad media (km/h) | 19,1 | 18,7 | 18,4 | 18,3 | 17,1 | 14,8 | 16,0 | 18,9 | 18,1 | 20,3 | 17,4 | 18,5 | 18,2 |
| S | frecuencia (días/1000) | 93 | 85 | 75 | 114 | 117 | 122 | 135 | 135 | 165 | 117 | 121 | 115 | 116 |
| | velocidad media (km/h) | 23,8 | 22,1 | 24,4 | 24,2 | 21,6 | 23,9 | 23,9 | 25,6 | 25,8 | 25,6 | 27,2 | 22,6 | 24,3 |
| SO | frecuencia (días/1000) | 38 | 51 | 67 | 39 | 60 | 57 | 76 | 94 | 64 | 61 | 42 | 32 | 57 |
| | velocidad media (km/h) | 23,0 | 23,6 | 24,8 | 21,7 | 23,7 | 27,1 | 25,3 | 29,2 | 31,2 | 34,2 | 28,1 | 25,5 | 26,9 |
| O | frecuencia (días/1000) | 10 | 4 | 6 | 13 | 13 | 7 | 13 | 10 | 13 | 7 | 10 | 2 | 9 |
| | velocidad media (km/h) | 19,3 | 25,7 | 23,0 | 21,5 | 20,9 | 17,7 | 27,8 | 24,3 | 29,8 | 37,2 | 19,1 | 17,6 | 24,0 |
| NO | frecuencia (días/1000) | 9 | 11 | 7 | 4 | 6 | 6 | 13 | 4 | 3 | 8 | 6 | 6 | 7 |
| | velocidad media (km/h) | 17,7 | 22,5 | 26,3 | 21,3 | 19,2 | 24,8 | 23,3 | 27,4 | 33,8 | 18,8 | 19,5 | 21,1 | 22,2 |
| CALMA | frecuencia (días/1000) | 556 | 566 | 522 | 548 | 515 | 505 | 451 | 417 | 390 | 385 | 383 | 443 | 473 |

En la estación Sauce Viejo la frecuencia de los vientos es menos importante que en Paraná. Mientras que en la primera se registran 473 días/1000 de días calmos al año, en la segunda, tal frecuencia aumenta a 166 días/1000 (Figura 31).

Con respecto a las frecuencias de los vientos, ambas estaciones presentan mayor frecuencia en la dirección proveniente del Noreste principalmente, y del Sur en segundo lugar. Para las direcciones restantes, se observa que las frecuencias son similares entre ambas estaciones.

³ Los valores de intensidad media de los vientos segregados en direcciones no incluyen los valores cero (0) correspondientes al estado de calma.

Respecto a las intensidades, si bien los valores de velocidad media anual de los vientos para ambas estaciones es bastante similar (11,3 y 11,2 km/h para Paraná y Sauce Viejo, respectivamente), hay que tener en cuenta que estos valores incluyen los valores cero (0) correspondientes al estado de calma. En la Figura 32 se presentan los valores de velocidad media anual de los vientos, segregados en las ocho direcciones posibles, para ambas estaciones, donde se excluyen los valores correspondientes al estado de calma. En estos datos se puede observar que cuando se registra viento en la zona, su intensidad es mayor en la estación Sauce Viejo que en Paraná.

Por lo tanto, si bien en Sauce Viejo hay registro de más días calmos (sin vientos) que en Paraná, cuando el viento sopla, lo hace con intensidad mayor al visto en Paraná.

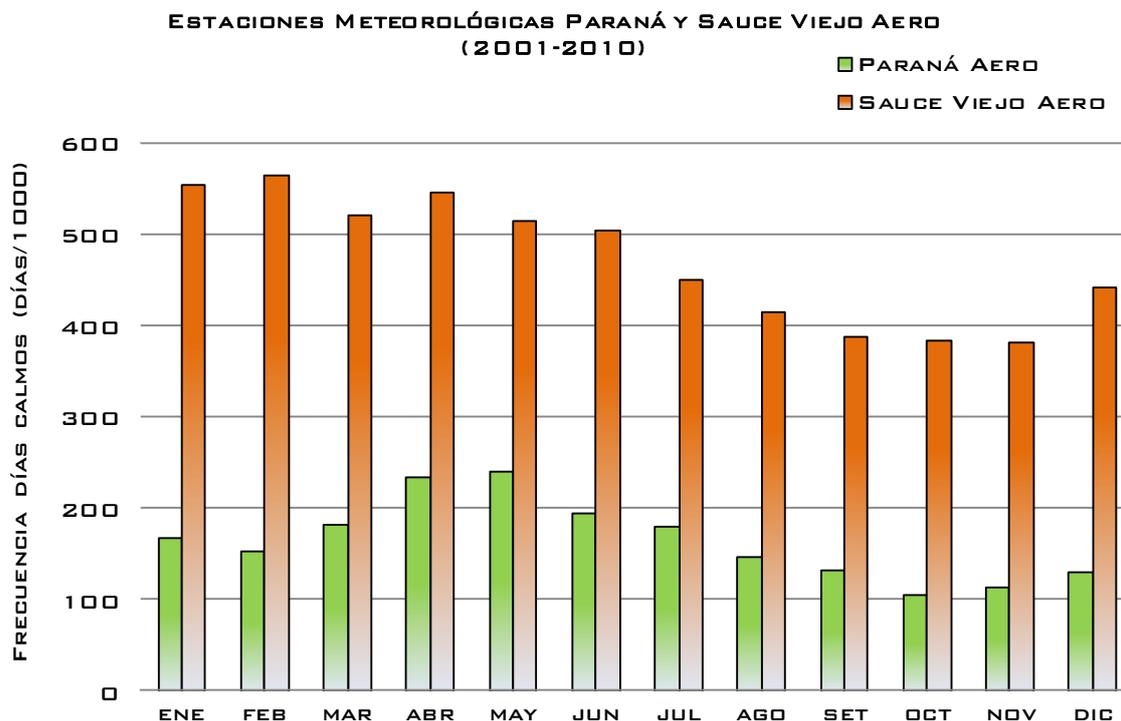


Figura 31. Comparación de los valores medios mensuales de frecuencia de días calmos, entre las estaciones meteorológicas Paraná y Sauce Viejo Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

Comparación Vientos Paraná y Sauce Viejo Aero (2001-2010)

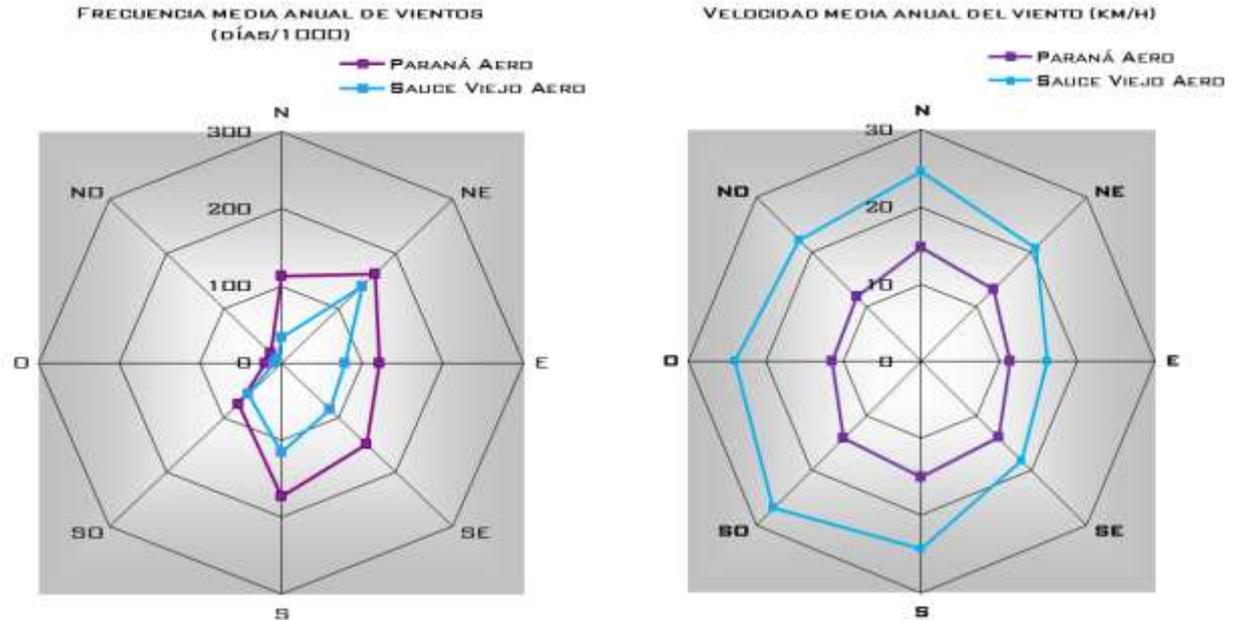


Figura 32. Comparación de los valores medios anuales de frecuencias de vientos y velocidades medias, segregadas en las ocho direcciones posibles, entre las estaciones meteorológicas Paraná y Sauce Viejo Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

2.1.2.7 Climodiagramas

En la Figura 33 se presentan los climodiagramas correspondientes a ambas estaciones meteorológicas. Como era de esperarse, ambas figuras presentan las mismas características: dos grupos de meses, separados principalmente por las precipitaciones. Un primer grupo (de octubre a abril) corresponde a los meses con precipitaciones por arriba de los 80 mm medios mensuales. El otro grupo (de mayo a septiembre) corresponde a los meses con precipitaciones por debajo de los 80 mm medios mensuales.

Se observa que ambas estaciones meteorológicas presentan casi el mismo rango de temperatura y precipitaciones, debido a la cercanía entre ellas. Por otro lado la latitud de éstas es muy similar, determinando que ambas estaciones sufran los mismos cambios climáticos durante todo el año.

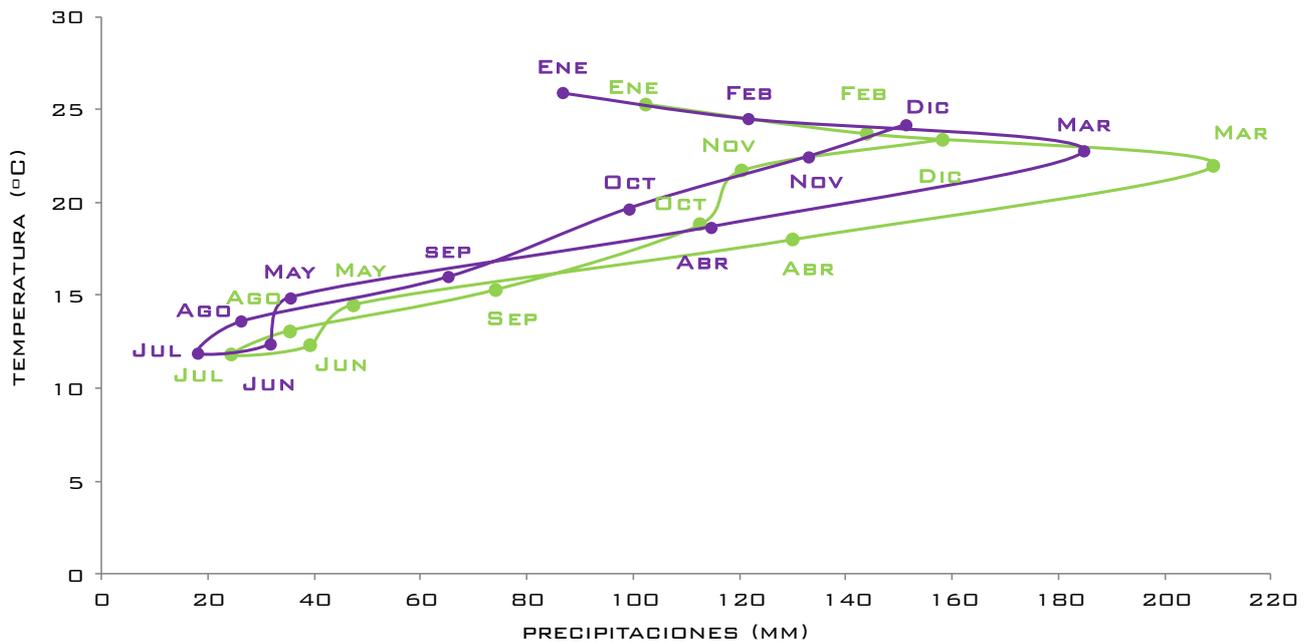


Figura 33. Climodiagramas para las estaciones meteorológicas Paraná y Sauce Viejo Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

2.1.2.8 Climatogramas

La Figura 34 corresponde al climatograma elaborado para la estación meteorológica de Paraná Aero. Lo primero que cabe señalar al observar la figura es la inexistencia de una época seca. Durante todo el año prevalece un clima húmedo, siendo los valores de precipitaciones siempre superiores a los valores de temperatura para la escala del climatograma (excepto en el mes de julio en la que la temperatura es muy similar al valor de precipitaciones). Incluso se identifica una época de exceso hídrico casi constante (precipitaciones mayores a los 100 mm), desde octubre hasta abril, siendo el mes de enero el que presenta menores valores de precipitación.

En el climatograma se puede observar la estacionalidad térmica característica de los climas templados. Pero no puede identificarse una estacionalidad hídrica muy clara, aunque las precipitaciones descienden marcadamente en los meses fríos (de abril a julio).

Otro punto que vale remarcar es la presencia de un período con presencia de heladas, entre los meses de mayo a agosto.

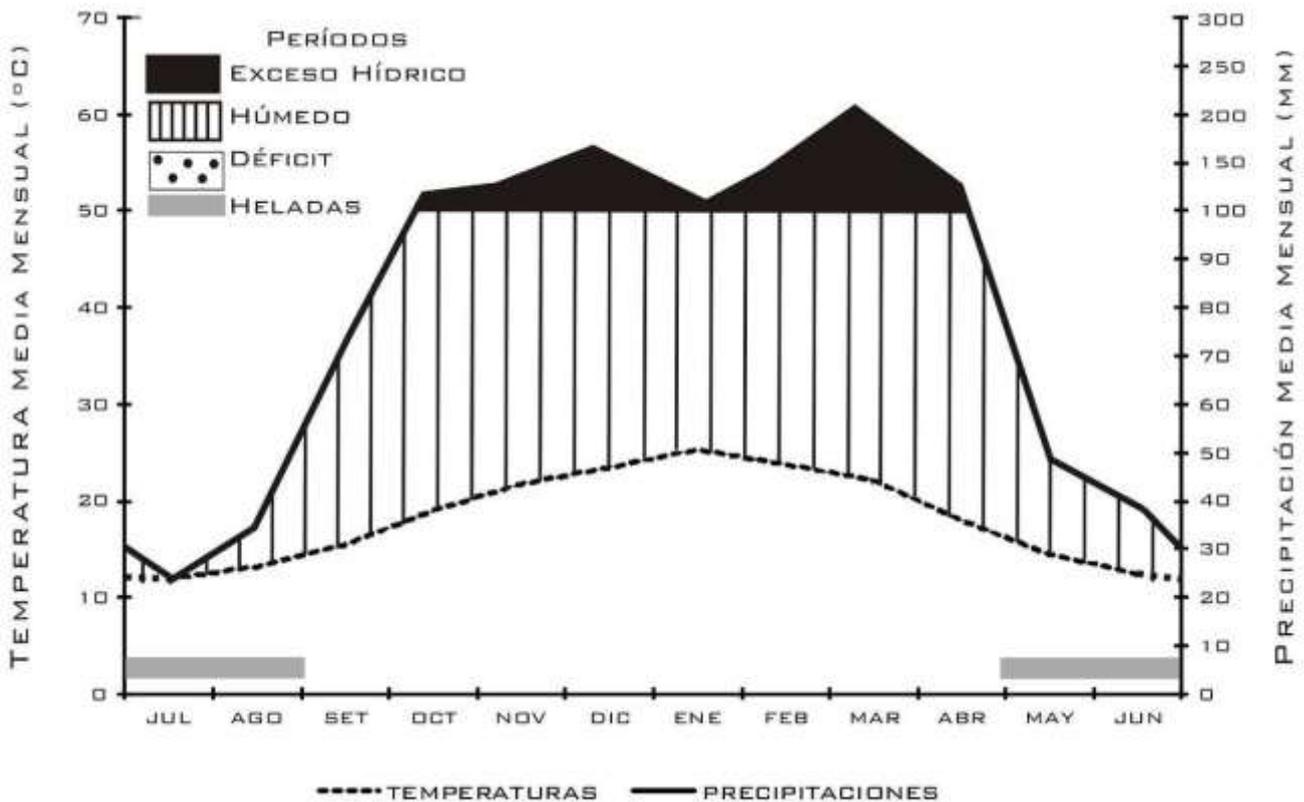


Figura 34. Climatograma para la estación meteorológica Paraná Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

La Figura 35 corresponde al climatograma elaborado para la estación meteorológica de Sauce Viejo. A diferencia de lo observado en el climatograma de Paraná, existe una época seca en Sauce Viejo. Sin embargo, el clima húmedo prevalece casi durante todo el año siendo el mes de julio el que presenta un déficit hídrico (donde las temperaturas superan las precipitaciones). En este caso se observan dos épocas de exceso hídrico con precipitaciones mayores a 100 mm, primeros de octubre a noviembre y el segundo de febrero a abril.

La estacionalidad térmica se encuentra bien definida como en Paraná. Igualmente, no existe una estacionalidad hídrica muy marcada, aunque los meses fríos (de mayo a julio) presentan los menores valores de precipitación.

Las heladas se presentan en un período que van desde mayo a septiembre para dicha estación meteorológica.

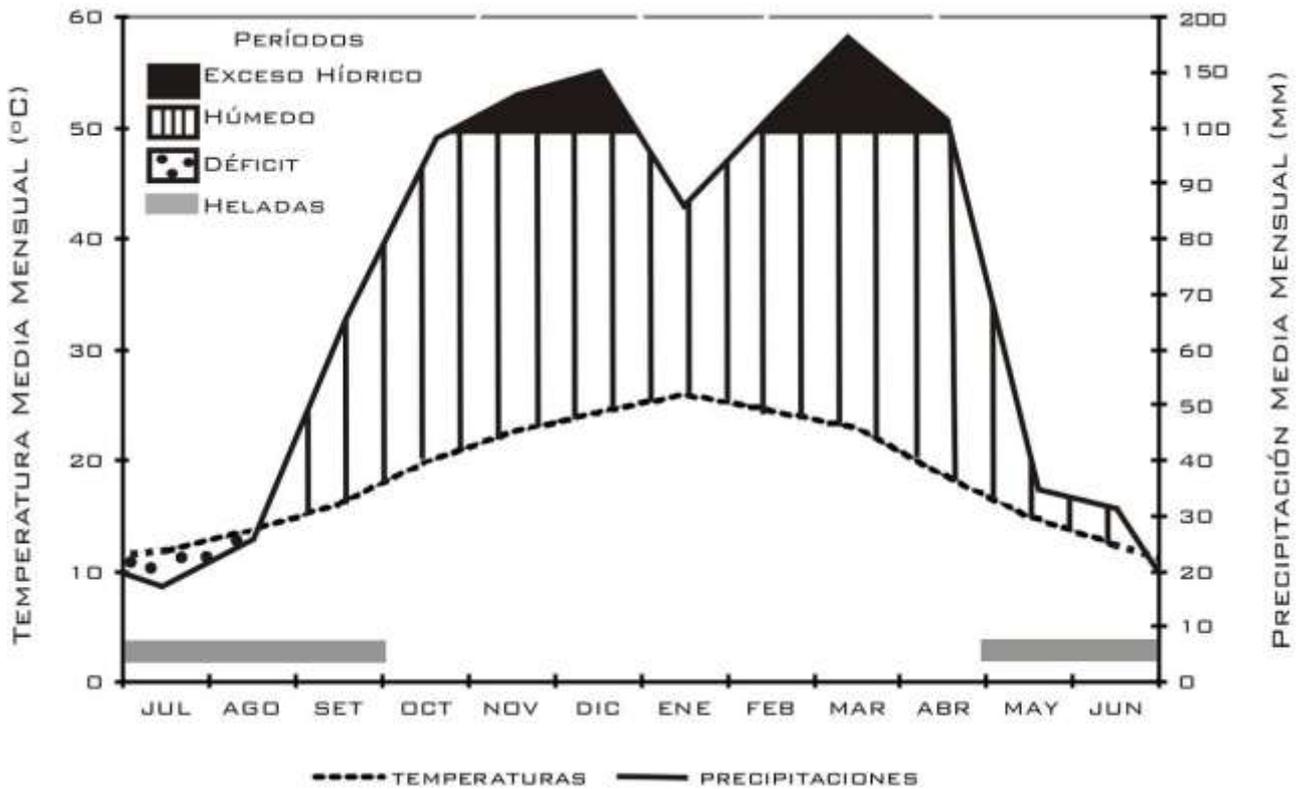


Figura 35. Climatograma para la estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

2.1.2.9 Balance Hídrico

La evapotranspiración es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación, expresada en mm. Se define como evapotranspiración potencial (ETP) a la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo fuera siempre suficiente. Por el contrario, la evapotranspiración real (ETR) es la que realmente se produce en las condiciones existentes en cada caso.

Con los datos de ETP mensuales y precipitaciones medias mensuales acumuladas, se construye el balance hídrico de la zona.

Como la evapotranspiración y la precipitación son dos elementos climáticos independientes, sus marchas anuales difícilmente coincidan, por lo que en algunas situaciones se dan períodos en los cuales la necesidad de agua está ampliamente satisfecha por las lluvias y otros en los que se carece de la cantidad suficiente de agua. De esta manera, habrá meses en los que se registre exceso o déficit hídrico.

A través del balance es posible conocer la cantidad de agua que realmente se evapora (ETR) y la cantidad de agua que se almacena en el suelo.

En la Tabla 15 se presenta el balance hídrico construido con los datos de la estación meteorológica de Paraná, mediante el método analítico de Thornthwaite (1949).

Como se puede observar en el balance, los valores de ETR son los mismos que los valores de ETP durante todo el año. Y esto es así porque en ningún mes del año hay falta de agua.

Durante la mayoría de los meses las precipitaciones superan a los valores de ETP. Este exceso de agua se almacena en el suelo. En enero los valores de evapotranspiración superan a las precipitaciones, es decir, se necesita más agua de la que llega al suelo. Sin embargo este déficit se suple con el agua almacenada en los meses de exceso. Y antes de que se acabe el agua disponible en el suelo, las precipitaciones vuelven a ser superiores a los valores de evapotranspiración, satisfaciendo la demanda de agua y reponiendo el agua de reserva del suelo.

En la Figura 36 se presenta el gráfico del balance hídrico para Paraná. Allí se observa que para la mayoría de los meses se presenta una situación de exceso hídrico (período de exceso), durante el mismo, el agua que llega por las precipitaciones alcanza para cubrir el agua que se va por evapotranspiración, almacenándose el exceso en el suelo.

Durante enero, mes durante el cual el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir la demanda por evapotranspiración, se utiliza el agua almacenada en el suelo (período de utilización) para saldar el déficit.

En febrero, las precipitaciones vuelven a cubrir la demanda de agua por evapotranspiración, e incluso alcanzan para reponer el agua del suelo utilizada en los meses anteriores (período de reposición).

No existe para la zona un período de déficit real de agua.

Tabla 15. Balance Hídrico. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Paraná Aero. Período 2001-2010.

| VARIABLES | Estación Meteorológica Paraná Aero (2001-2010) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN |
| Precipitaciones | 24,5 | 35,3 | 74 | 112,5 | 120,3 | 158,3 | 102,2 | 143,8 | 209,2 | 129,9 | 47,3 | 39,3 |
| ETPc | 25,14 | 33,18 | 46,64 | 77,74 | 104,38 | 129,21 | 147,76 | 111,80 | 99,66 | 60,63 | 38,26 | 25,71 |
| Delta (P-ETP) | -0,64 | 2,12 | 27,36 | 34,76 | 15,92 | 29,09 | -45,56 | 32,00 | 109,54 | 69,27 | 9,04 | 13,59 |
| Almacenaje (A) | 99,36 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 54,44 | 86,44 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Deficit | | | | | | | | | | | | |
| Exceso | | 1,48 | 27,36 | 34,76 | 15,92 | 29,09 | | | 95,98 | 69,27 | 9,04 | 13,59 |
| Delta Almacenaje (VA) | -0,64 | 0,64 | | | | | -45,56 | 32,00 | 13,56 | | | |
| ETR | 25,14 | 33,18 | 46,64 | 77,74 | 104,38 | 129,21 | 147,76 | 111,80 | 99,66 | 60,63 | 38,26 | 25,71 |

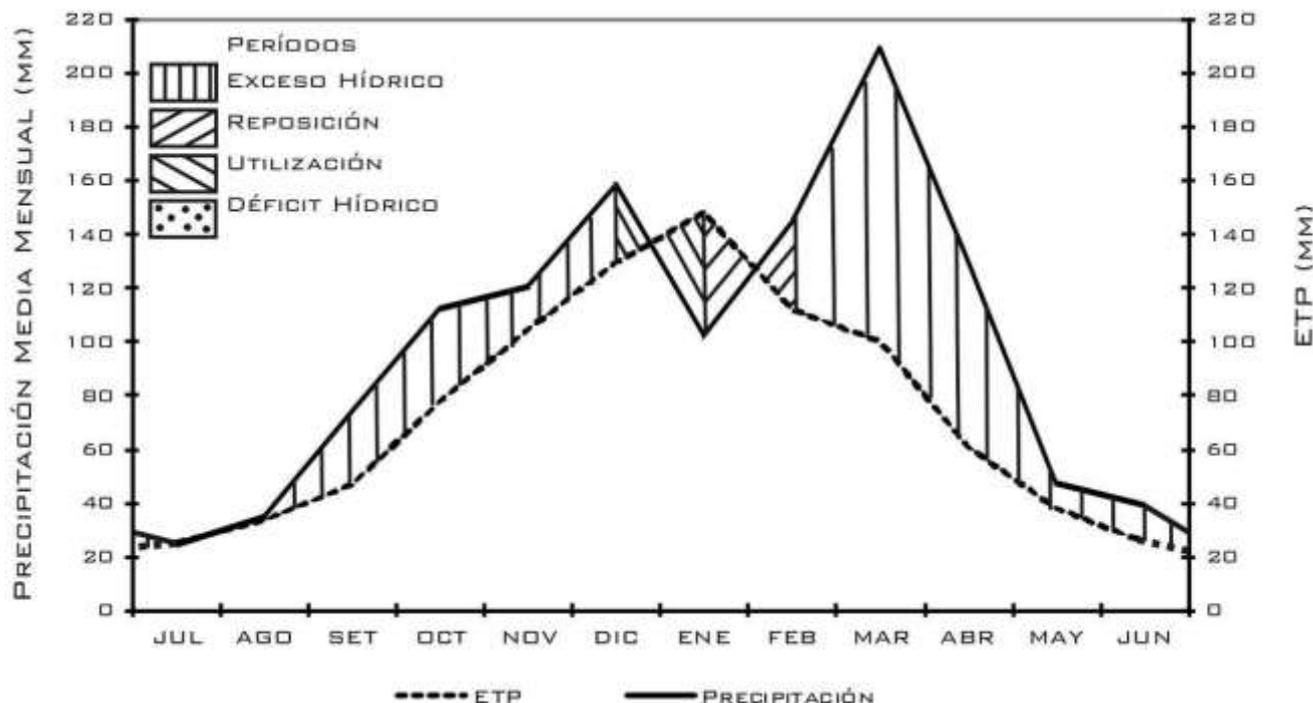


Figura 36. Balance hídrico para la estación meteorológica Paraná Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

En la Tabla 16 se presenta el balance hídrico construido con los datos de la estación meteorológica de Sauce Viejo.

Al igual que lo que sucede en Paraná, observa que el balance hídrico de Sauce Viejo posee los valores de ETR iguales a los valores de ETP durante casi todo el año, lo que significa que no hay falta de agua. El mes de julio es la excepción, donde los valores de las precipitaciones correspondientes a ese mes son menores a los de evapotranspiración.

Durante la mayoría de los meses el agua que ingresa al suelo como producto de las precipitaciones alcanza y supera la demanda de la vegetación ($ETP < PP$) y el exceso hídrico se almacena en el suelo. Sólo en enero, mayo y julio el agua que llega al suelo no alcanza a cubrir la demanda ($ETP > PP$), y entonces se utiliza el agua almacenada en el suelo durante los meses anteriores, para cubrir la demanda. Antes de que se acabe el agua disponible en el suelo, el agua que ingresa al suelo vuelve a cubrir la demanda de la vegetación.

En la Figura 37 se presenta el gráfico del balance hídrico para Sauce Viejo. Como se puede observar, durante gran parte del año (de marzo a noviembre) la zona se encuentra en un período de exceso, donde el agua que ingresa al sistema por las precipitaciones alcanza a cubrir el agua que se va por evapotranspiración, almacenándose el exceso en el suelo.

Durante enero, mayo y julio el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir la demanda por evapotranspiración, presentando un período de utilización, durante el cual se utiliza el agua almacenada en el suelo para saldar el déficit hídrico.

En febrero y agosto, se presentan períodos de reposición durante el cual las precipitaciones vuelven a cubrir la demanda de agua por evapotranspiración, e incluso alcanzan para reponer el agua del suelo utilizada en los meses anteriores.

Al igual que lo que sucede en Paraná, no existe en el balance hídrico de Sauce Viejo un período de déficit real de agua.

Tabla 16. Balance Hídrico. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Período 2001-2010.

| VARIABLES | Estación Meteorológica Sauce Viejo (2001-2010) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN |
| Precipitaciones | 17,9 | 26,2 | 65,1 | 99,2 | 133,0 | 151,2 | 86,5 | 121,6 | 184,7 | 114,6 | 35,4 | 31,6 |
| ETPc | 23,77 | 33,59 | 48,59 | 82,88 | 110,35 | 136,83 | 154,39 | 118,43 | 105,39 | 63,27 | 38,29 | 24,38 |
| Delta (P-ETP) | -5,87 | -7,39 | 16,51 | 16,32 | 22,65 | 14,37 | -67,89 | 3,17 | 79,31 | 51,33 | -2,89 | 7,22 |
| Almacenaje (A) | 94,13 | 86,74 | 100 | 100 | 100 | 100 | 32,11 | 35,28 | 100 | 100 | 97,11 | 100 |
| Deficit | | | | | | | | | | | | |
| Exceso | | | 3,24 | 16,32 | 22,65 | 14,37 | | | 14,59 | 51,33 | | 4,32 |
| Delta Almacenaje (VA) | 5,87 | -7,39 | 13,26 | | | | -67,89 | 3,17 | 64,72 | | -2,89 | 2,89 |
| ETR | 12,03 | 33,59 | 48,59 | 82,88 | 110,35 | 136,83 | 154,39 | 118,43 | 105,39 | 63,27 | 38,29 | 24,38 |

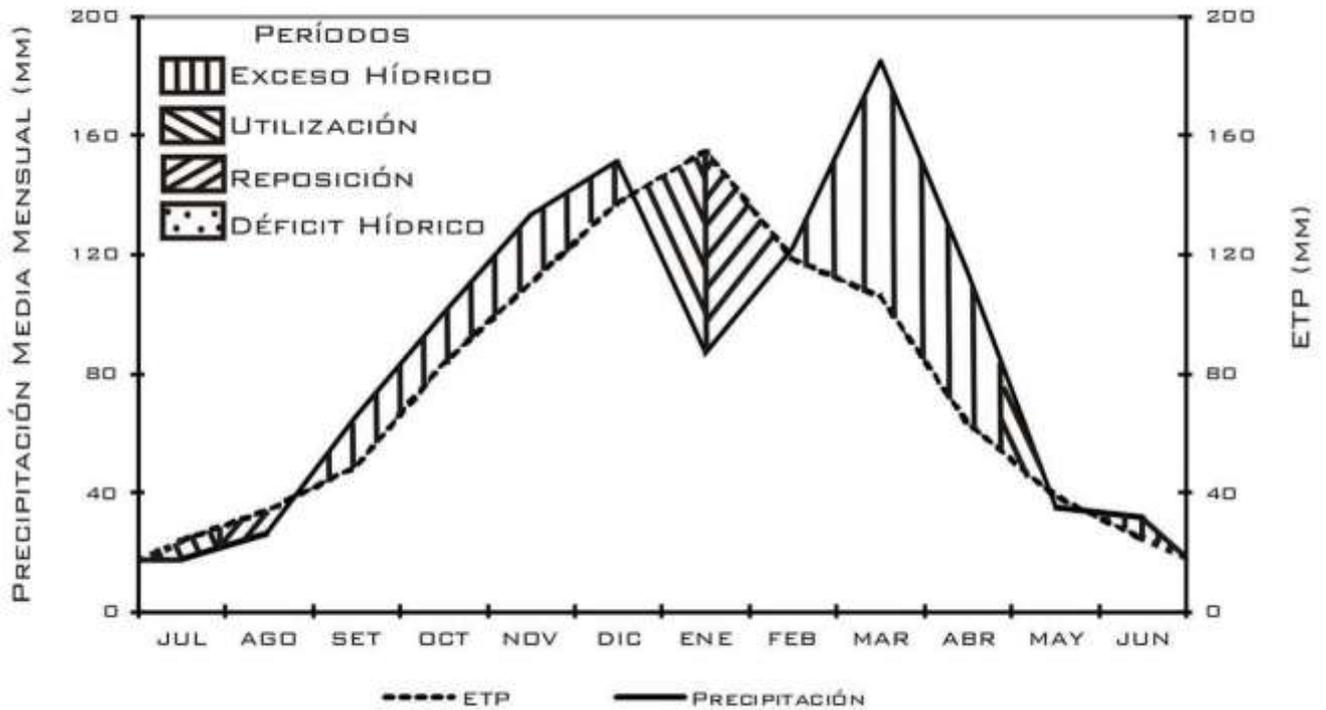


Figura 37. Balance hídrico para la estación meteorológica Sauce Viejo Aero. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Período 2001-2010.

2.1.2.10 Clasificación de Thornthwaite

La clasificación climática de Thornthwaite (1949), ampliamente asumida, se basa en la consideración de la eficacia térmica y la humedad disponible, expresada como índices de humedad y de aridez a partir del balance hídrico. Esta clasificación define tipos climáticos según la humedad y su variación estacional.

Los tipos climáticos respecto a la humedad están basados en un índice de humedad global (Im) que combina dos índices: uno de humedad (Ih) y otro de aridez (Ia). Para su definición es necesario realizar un balance hídrico mediante el método directo y con reserva máxima climática de 100 mm, como el que se realizó en el presente punto.

El índice de humedad se define como el conjunto de los excesos de agua (Ex) en porcentaje respecto a la ETP anual.

$$I_h = 100 \sum_{i=1-12} Ex_i / ETP$$

El índice de aridez se define como el porcentaje de la falta de agua (F) de los distintos meses respecto a la ETP del año.

$$I_a = 100 \sum_{i=1-12} F_i / ETP$$

El índice de humedad global se define como el porcentaje de excesos menos el 60% del porcentaje de falta de agua.

$$I_m = I_h - (0,6 I_a)$$

A partir de estos índices se define el tipo climático respecto a la humedad (Tabla 17).

Tabla 17. Tipos climáticos respecto a la humedad (Thornthwaite 1949).

| Tipo | Descripción | Condición |
|------|----------------|----------------------|
| E | Árido | $-40 \geq I_m > -60$ |
| D | Semiárido | $-20 \geq I_m > -40$ |
| C1 | Seco subhúmedo | $0 \geq I_m > -20$ |
| C2 | Subhúmedo | $20 \geq I_m > 0$ |
| B1 | Húmedo | $40 \geq I_m > 20$ |
| B2 | | $60 \geq I_m > 40$ |
| B3 | | $80 \geq I_m > 60$ |
| B4 | | $100 \geq I_m > 80$ |
| A | Perhúmedo | $I_m > 100$ |

La variación estacional de la humedad da lugar a los siguientes subtipos climáticos (Tabla 18).

Tabla 18. Subtipos climáticos respecto a la humedad (Thorntwaite 1949).

| Tipo | Descripción | Condición |
|--------------|----------------------------------|--|
| Tipos A B C2 | | |
| r | Falta de agua pequeña o nula | $16,7 > la \geq 0$ |
| s | Falta de agua estival moderada | $33,3 > la \geq 16,7$ (falta estival) |
| w | Falta de agua invernal moderada | $33,3 > la \geq 16,7$ (falta invernal) |
| s2 | Falta de agua estival grande | $la > 33,3$ (falta estival) |
| w2 | Falta de agua invernal grande | $la > 33,3$ (falta invernal) |
| Tipos C1 D E | | |
| d | Exceso de agua pequeño o nulo | $10 > lh \geq 0$ |
| s | Exceso de agua invernal moderado | $20 > lh \geq 10$ (exceso invernal) |
| w | Exceso de agua estival moderado | $20 > lh \geq 10$ (exceso estival) |
| s2 | Exceso de agua invernal grande | $lh \geq 20$ (exceso invernal) |
| w2 | Exceso de agua estival grande | $lh \geq 20$ (exceso estival) |

A continuación se presentan los índices para el área de estudio.

| | Paraná | Sauce Viejo |
|----|--------|-------------|
| lh | 32,9 | 13,5 |
| la | 0 | 0 |
| lm | 32,9 | 13,5 |

Según esta clasificación y el análisis climático realizado, el área de estudio pertenece al tipo climático B1 húmedo sin período de déficit de agua considerando la estación Paraná Aero; y C2 subhúmedo con período de déficit pequeño o nulo según la estación Sauce Viejo.

2.1.2.11 Conclusiones del Análisis Climático

En conclusión, el área de estudio tiene un clima templado y húmedo o subhúmedo (no se registra período seco ni prácticamente déficit hídrico), muy influenciado por su cercanía al río que atenúa las temperaturas y satura de vapor de aire la atmósfera.

En cuanto a los vientos, los del Noreste y Sur son los más frecuentes de la zona, y aquellos provenientes del cuadrante O-SO-S son los que presentan las mayores intensidades.

Respecto al análisis de los datos de las estaciones meteorológicas Sauce Viejo Aero y Paraná Aero, se puede decir que las mismas poseen características similares en la mayor parte de los parámetros analizados, con pequeñas variaciones en otros como es el caso de la humedad, la presión, los vientos y las heladas. Esto puede explicarse por la cercanía entre ambas estaciones y debido a que se encuentran ubicadas en latitudes similares.

En el caso de la humedad relativa, la estación meteorológica de Sauce Viejo (72,9%) presenta un valor mayor al de la estación meteorológica de Paraná (70,9%). Lo mismo se observa con el caso de la presión atmosférica, donde la estación Sauce Viejo presenta un valor de 1012,7 hPa y es mayor a la presión observada en la estación Paraná (1005,7 hPa).

Respecto a los vientos, en ambas estaciones la frecuencia es mayor para la dirección Noreste y en segundo lugar para la dirección Sur. En cuanto a la intensidad de los vientos, en ambas estaciones resultan ser relativamente homogéneas en todas las direcciones, sin embargo para la estación Sauce Viejo las intensidades son notoriamente mayores a las observadas en la estación Paraná.

En cuanto a los eventos meteorológicos críticos, las heladas se dan con mayor frecuencia en la estación Sauce Viejo que en la estación Paraná. En la primera las heladas ocurren 9,7 días al año, mientras que para la segunda ocurre 2,5 días.

2.2 CALIDAD DEL AIRE

Con el propósito de establecer la calidad del aire actual, se organizó y ejecutó una campaña de toma de muestras en el área de influencia de la CTBL. Las mismas fueron luego analizadas para diversos parámetros. Los resultados obtenidos, son expuestos aquí. Asimismo, se los analiza en función a las normativas vigentes y se los compara con información antecedente. Los resultados obtenidos también fueron utilizados como datos de entrada en la modelación de emisiones gaseosas efectuado (ver Capítulo 5 – Estudios Especiales).

2.2.1 Información Antecedente

En el marco del desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental de la Central Termoeléctrica Brigadier López (Serman & Asociados S.A., 2009), se realizaron muestreos y análisis de calidad de aire en las inmediaciones del sitio de emplazamiento de la CTBL, a fin de establecer valores referenciales de base.

Los parámetros seleccionados para la evaluación estuvieron determinados por los niveles de calidad de aire establecidos por la Ley Nacional N° 20.284, el Decreto Reglamentario N° 831/93 de la Ley Nacional N° 24.051, la Resolución N° 201/04 de la Provincia de Santa Fe y las actividades a desarrollarse en el área. Si bien no se encuentra regulado por la normativa de la referencia, en dicho análisis se incorporó la determinación de Material Particulado Total a los fines de contar con resultados de referencia.

A continuación en la Tabla 19 se presentan los parámetros muestreados especificando para cada uno de los mismos el tiempo de muestreo considerado y el límite de la técnica analítica, el cual fue establecido en virtud de los límites de inmisión a ser cumplimentados.

Tabla 19. Parámetros de calidad de aire analizados en el muestreo realizado en el marco del Estudio de Impacto Ambiental de la CTBL (Serman & Asociados S.A., 2009).

| Parámetro | Método Analítico | Límite de detección de la Técnica (mg/m ³) | Tiempo de muestreo |
|--|-------------------------------|--|--------------------|
| Monóxido de carbono | NIOSH 6604 | 1,1 | 8 hs |
| Dióxido de nitrógeno (es necesario que los óxidos se expresen como dióxido de nitrógeno) | ASTM D 3608 | 0,02 | 1hs |
| Dióxido de azufre | ASTM D 2914 | 0,002 | 24 hs |
| Material particulado en suspensión PM-10 | CFR USA N°N 40.Part. 50 app.J | 0,005 | 24 hs |
| Material Particulado Total | ASTM D 4096 | 0,005 | 24 hs |
| Material Particulado Sedimentable | ASTM D 1739 | 0,1 mg/cm ² | 30 días |

Para la determinación de los sitios de muestreo, en aquella oportunidad se consideró una distribución que permitiera abarcar aquella zona de influencia directa de la CTBL respecto de la evaluación de la calidad del aire. En ese sentido, se consideró la ubicación de sitios poblados cercanos al predio de la CTBL, la ubicación de otras fuentes de tipo industrial en la zona y el sentido predominante de los vientos. En la Figura 38 pueden observarse los puntos de medición del muestreo llevado a cabo en 2009.



Figura 38. Ubicación de los sitios de muestreo de calidad de aire, año 2009. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el muestreo de 2009, así como también los estándares o niveles guías contra los cuales han sido contrastados. Resulta importante mencionar que estos últimos están definidos para una temperatura de 25 °C y una presión de 1 atm.

Tabla 20. Resultados obtenidos durante el muestreo de calidad de aire de 2009. Fuente: Serman & Asociados S.A. (2009).

| Parámetros | Unidad | Tiempo de Integración | CA 01 | CA 02 | CA 03 | CA 04 | CA 05 | Ley Nacional 20.284 * | Decreto Reglamentario 831/93 * | Resolución 201/04 Provincia de Santa Fe |
|---|--------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|--------------------------------|---|
| Monóxido de Nitrógeno | mg/m ³ | 1 hora | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,85 | 0,9 | 0,40 (1) 0,10 (2) |
| Dióxido de Nitrógeno | mg/m ³ | 1 hora | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,85 | 0,9 | 0,40 (1) 0,10 (2) |
| Monóxido de Carbono | mg/m ³ | 1 hora | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 57,14 | - | 15,0 (1) 3,00 (2) |
| Dióxido de Azufre | mg/m ³ | 24 horas | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,07 | - | 0,50 (1) 0,05 (2) |
| Material Particulado Total | mg/m ³ | 24 horas | 0,021 | <0,005 | 0,046 | 0,010 | 0,026 | 0,15 | - | - |
| Material Particulado PM 10 | mg/m ³ | 24 horas | <0,005 | <0,005 | 0,020 | 0,006 | 0,008 | - | - | 0,50 (1) 0,15 (2) |
| Material Particulado Sedimentable Soluble | mg/cm ² | 1 mes | 0,9 | 0,7 | 0,3 | 0,8 | 0,3 | - | - | - |
| Material Particulado Sedimentable Insoluble | mg/cm ² | 1 mes | 1,4 | 1,0 | 0,4 | 2,1 | 0,4 | - | - | - |
| Material Particulado Sedimentable Total | mg/cm ² | 1 mes | 2,3 | 1,7 | 0,7 | 2,9 | 0,7 | 1,0 | - | - |

* Estándar Primario

- (1) Tiempo de promedio corto (20 minutos)
- (2) Tiempo de promedio largo (24 horas)

En cuanto a los NO_x, existen dos formas en las que pueden encontrarse más comúnmente en la atmósfera, monóxido de nitrógeno u óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). En la normativa nacional se ha establecido un límite para el NO en el Decreto Reglamentario N° 831/93. El mismo es de 0,9 mg/m³ para un período de medición de 1 hora. Asimismo la Ley Nacional N° 20.284 establece un límite más estricto de concentración el cual es de 0,85.

No obstante, los niveles medidos se encontraron por debajo de los valores establecidos por las normativas mencionadas. Es menester aclarar, que todos los valores se han encontrado por debajo del límite de detección de la técnica analítica de 0,02 mg/m³.

Por otra parte, la normativa nacional ha establecido un límite para el monóxido de carbono (CO) en la Ley Nacional N° 20.284 de 57,14 mg/m³. Del mismo modo, la Resolución N° 201/04 de la Provincia de Santa Fe establece límites para exposición corta y larga de 0,4 y 0,1 mg/m³ respectivamente. No obstante, los resultados obtenidos en los muestreos indican que los niveles encontrados se encuentran por debajo de la normativa nacional y provincial.

Para el dióxido de azufre (SO₂) la normativa nacional ha establecido un límite en la Ley Nacional N° 20.284 de 0,07 mg/m³. Del mismo modo, la Resolución N° 201/04 de la Provincia de Santa Fe establece límites para exposición corta y larga de 0,5 y 0,05 mg/m³ respectivamente. Nuevamente, los resultados obtenidos en los muestreos indicaron que los niveles se encontraron por debajo de la normativa nacional y provincial.

Respecto de las mediciones de Material Particulado Total y de PM10, los valores obtenidos fueron menores que los establecidos por las normativas de referencia. Resulta importante mencionar que los valores obtenidos de material particulado en el sitio de muestreo CA 03, sitio de emplazamiento de la empresa Rogolex SA (ex Fiat) resultaron en ambos casos más elevados que en el resto de los sitios muestreados. Aun así, los resultados obtenidos muestran que los niveles se encontraron por debajo de los establecidos por las normativas de referencia.

En cuanto al Material Particulado Sedimentable, las muestras CA-03 y CA-05, presentaron concentraciones inferiores al límite establecido por la Ley Nacional 20.284. Estos sitios corresponden a la zona de viviendas que se encuentra ubicada al suroeste del parque industrial y la zona de viviendas que se encuentra ubicada al sur del mismo predio, respectivamente. No obstante, el resto de los sitios presentó resultados superiores a dicho límite. Estos niveles muestreados son esperables en zonas de viviendas, con determinaciones realizadas en cercanías de caminos de tierra, en los cuales se presenta un tránsito asiduo de vehículos que generan el levantamiento de polvo y material particulado en forma casi continua tal como se observa en los sitios CA-01 y CA-04. Asimismo, es esperable en áreas más abiertas como en el sitio CA-02 cercano a la costa del Río Coronda en donde se presentan vientos más fuertes que generalmente incrementan el transporte de partículas a través del aire.

2.2.2 Muestreo de Calidad de Aire

Tal como fue mencionado anteriormente, en el marco del desarrollo del presente estudio se ha realizado un muestreo de calidad de aire de la zona donde se encuentra emplazada la CTBL. En este caso fueron considerados cinco puntos distribuidos dentro del área de influencia de la Central, con el objeto de obtener información sobre la calidad actual del medio y compararla con la información antecedente disponible.

La selección de los sitios de muestreo y los parámetros analizados se realizó teniendo en cuenta las características del proyecto, la ubicación de la CTBL y las condiciones climáticas predominantes en la zona. En particular, los parámetros se escogieron teniendo en cuenta las emisiones actuales y potenciales de la Central. Por otra parte, para definir los puntos de muestreo se consideró además, la ubicación de potenciales receptores y la localización de los puntos de muestreo de calidad de aire definidos en el EIA de la CTBL, a fin de facilitar la comparación de los resultados.

Cabe mencionar que si bien se priorizaron los criterios mencionados para la elección de sitios, parámetros y tiempos de muestreo, los mismos se encontraron sujetos a la disponibilidad de equipos y condiciones del lugar.

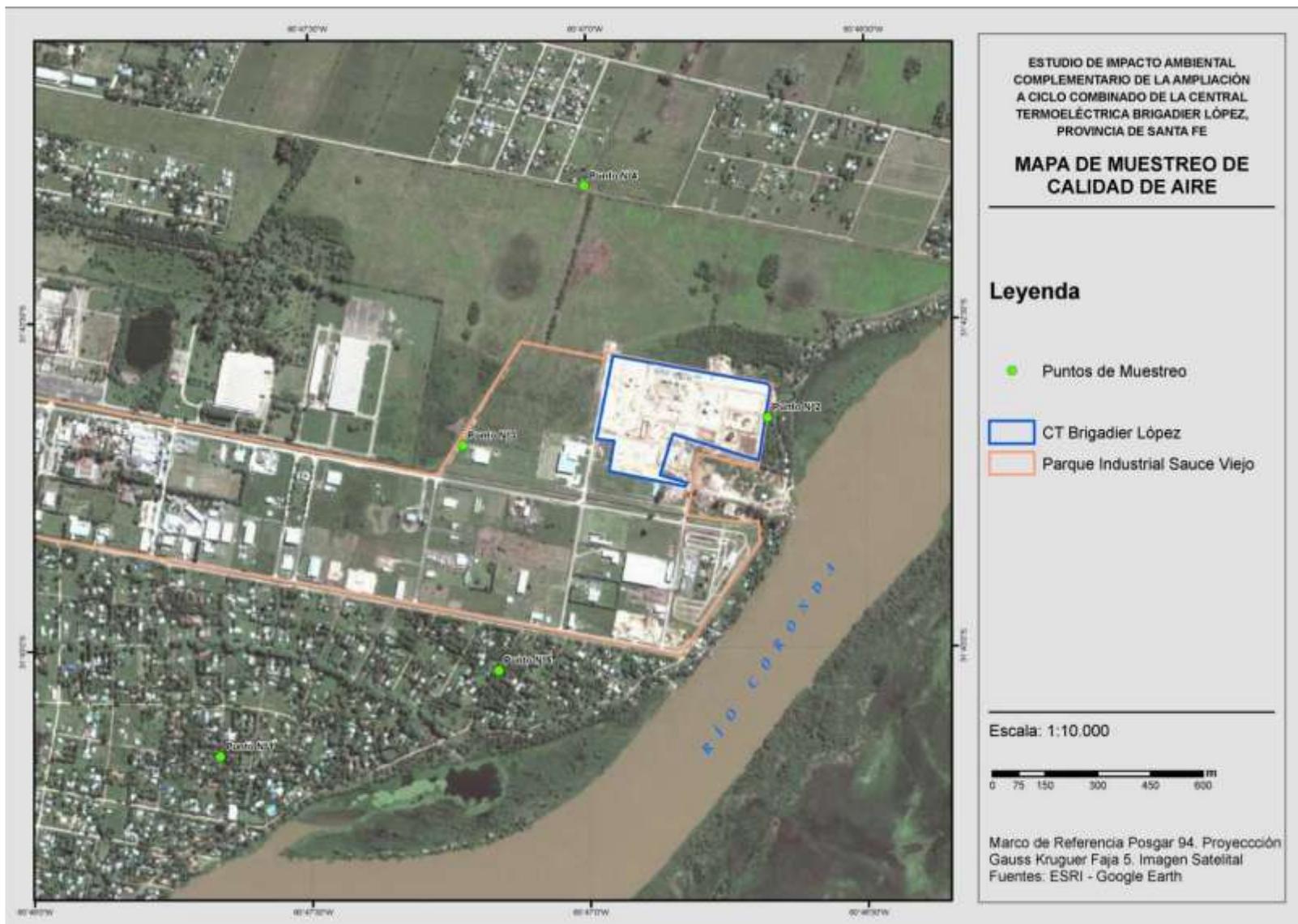


Figura 39. Mapa de los sitios de muestreo de calidad de aire.

A continuación se presentan los parámetros analizados. Para cada uno de ellos se especifica el método analítico empleado, su correspondiente límite de cuantificación y el tiempo de muestreo utilizado. El límite de cuantificación es un valor dado por el método de análisis utilizado que define la menor concentración de análisis que puede ser detectada cuantitativamente, con una incertidumbre aceptable.

Tabla 21. Parámetros analizados, metodologías analíticas y límites de cuantificación asociados.

| Parámetro | Método Analítico | Límite de Cuantificación | Tiempo de Muestreo |
|---|-------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Monóxido de carbono (CO) | NIOSH 6604 | 1,2 mg/m ³ | 20 min |
| Dióxido de nitrógeno (NO _x expresados como NO ₂) | ASTM D 3608 | 0,05 mg/m ³ | 1 hs |
| Dióxido de azufre (SO ₂) | ASTM D 2914 | 0,005 mg/m ³ | 24 hs |
| Material particulado en suspensión: MP 10 | CFR USA N°N 40.Part. 50 app.J | 0,05 mg/m ³ | 24 hs |
| Material Particulado Sedimentable Fracción Soluble | ASTM D 1739 | 0,1 mg/cm ² | 30 días |
| Material Particulado Sedimentable Fracción Insoluble | ASTM D 1739 | 0,1 mg/cm ² | 30 días |
| Material Particulado Sedimentable Total | ASTM D 1739 | 0,1 mg/cm ² | 30 días |
| VOCs discriminados ⁴ | ASTM D 3686/87 (GC-MS) | 0,01 mg/m ³ | 5 hs |

Tal como sucedió para el muestreo antecedente, los límites de las técnicas analíticas han sido establecidos de manera que los mismos sean lo suficientemente bajos como para ser comparados con los estándares de calidad de aire (primarios y secundarios) y niveles guía de calidad de aire que fueron utilizados en este estudio, los cuales se detallan a continuación:

- Resolución N° 201/04 Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe.
- Ley Nacional N° 20.284 (estándar primario)
- Ley Nacional N° 24.051 Decreto Reglamentario N° 831/93 (estándar primario)

⁴ VOCs considerados:

| | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|
| 1,1-Dicloroetano | 1,3-Diclorobenceno | Cloroetano | Tetracloroetano |
| 1,1-Dicloroetano | 1,3,5-Trimetilbenceno | Cloroformo | Tetracloruro de carbono |
| 1,1,1-Tricloroetano | 1,4-Diclorobenceno | Cloruro de vinilo | Tolueno |
| 1,1,2-Tricloroetano | 2-Clorotolueno | Diclorometano | trans-1,2-Dicloroetano |
| 1,1,2,2-Tetracloroetano | Benceno | Estireno | Tricloroetano |
| 1,2-Diclorobenceno | Bromoclorometano | Etilbenceno | Triclorofluorometano |
| 1,2-Dicloroetano | Bromoformo | Isopropilbenceno | m,p-Xileno |
| 1,2,3-Tricloropropano | cis-1,2-Dicloroetano | sec-Butilbenceno | o-Xileno |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | Clorobenceno | | |

Resulta importante mencionar que las evaluaciones fueron realizadas en función de lo establecido en la Resolución N° 201/04 de la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe. Las normas nacionales se mencionan a modo de referencia.

Una norma de calidad de aire es un dispositivo legal que establece el límite máximo permisible de concentración de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo. La misma, se diferencia de las normas de emisión que limitan la cantidad por unidad de tiempo y/o concentración de contaminantes emitidos por una fuente. Sin embargo, ambas pueden ser relacionadas por modelos de difusión para las situaciones atmosféricas de cada lugar, tal como se realizará en el presente Estudio (ver Capítulo 5 - Estudios Especiales).

Dentro de las normas de calidad de aire se establecen estándares primarios, secundarios y niveles guía. Los estándares de calidad de aire son instrumentos legales que establecen los límites máximos permisibles de concentración de un contaminante del aire, durante un tiempo de promedio o de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud de los seres humanos en el caso de los primarios y de proteger a los animales, las plantas, los ecosistemas y el patrimonio ambiental y edilicio, en el caso de los secundarios. Por su parte, los niveles guía de calidad de aire son valores recomendado de concentración de un contaminante del aire al cual pueden estar expuestos los seres humanos, durante un tiempo de promedio o de muestreo determinado, sin riesgos apreciables para la salud.

En este sentido, en la Tabla 22 se establecen los niveles guía de acuerdo a la normativa de referencia para los parámetros analizados en el presente estudio.

Tabla 22. Estándares o niveles guías contra los cuales fueron contrastados los resultados obtenidos para el presente muestreo.

| Parámetros | Unidad | Tiempo de Integración | Ley Nacional 20.284 * | Decreto Reglamentario 831/93 * | Resolución 201/04 Prov. de Santa Fe |
|--|--------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Monóxido de Carbono | mg/m ³ | 20 min | - | - | 15,0 |
| | | 1 hora | 57,14 | - | - |
| | | 24 horas | - | - | 3,00 |
| Monóxido de Nitrógeno | mg/m ³ | 20 min | - | - | - |
| | | 1 hora | 0,85 | 0,9 | - |
| | | 24 horas | - | - | - |
| Dióxido de Nitrógeno | mg/m ³ | 20 min | - | - | 0,40 |
| | | 1 hora | 0,85 | 0,9 | - |
| | | 24 horas | - | - | 0,10 |
| Dióxido de azufre | mg/m ³ | 20 min | - | - | 0,50 |
| | | 24 horas | 0,07 | - | 0,05 |
| Material Particulado PM 10 | mg/m ³ | 20 min | - | - | 0,50 |
| | | 24 horas | - | - | 0,15 |
| Material Particulado Sedimentable Fracción Soluble | mg/cm ² | 30 días | - | - | - |
| Material Particulado Sedimentable Fracción Insoluble | mg/cm ² | 30 días | - | - | - |

| Parámetros | Unidad | Tiempo de Integración | Ley Nacional 20.284 * | Decreto Reglamentario 831/93 * | Resolución 201/04 Prov. de Santa Fe |
|---|--------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Material Particulado Sedimentable Total | mg/cm ² | 30 días | 1,0 | - | - |
| Benceno | mg/m ³ | 20 min | - | 0,2 | - |
| | | 24 horas | - | - | 0,10 |
| Clorobenceno | mg/m ³ | 30 min | - | 0,1 | - |
| Dicloroetano (1,2) | mg/m ³ | 30 min | - | 3 | - |
| Estireno | mg/m ³ | 30 min | - | 0,01 | - |
| Tetracloruro de carbono | mg/m ³ | 30 min | - | 4 | - |
| Tolueno | mg/m ³ | 30 min | - | 0,6 | - |
| Xilenos | mg/m ³ | 30 min | - | 0,2 | - |

* Estándar Primario

El muestreo y los análisis químicos estuvieron a cargo del laboratorio Grupo Induser SRL. Asimismo, los procedimientos de muestreo y preservación de muestras se basaron en las siguientes normativas de referencia.

- IRAM 29201 Definiciones
- IRAM 29227 Planificación del monitoreo de la calidad del aire
- ISO 7168:1995 / IRAM 29279 Características de desempeño y conceptos relacionados con los métodos de medición de la calidad del aire

2.2.3 Resultados

Los tiempos de muestreo utilizados se definen considerando la representatividad de los datos obtenidos. Sin embargo, las normativas suelen referenciarse a otros valores de tiempo promedio, según los efectos en la salud humana que conllevan los parámetros regulados a determinados tiempos de exposición. Al respecto, varios autores (Hino, 1968; Larsen y otros, 1967; Larsen, 1969, 1971; Larsen y Heck, 1985; Best y otros, 2000) propusieron la siguiente expresión matemática con el objeto de relacionar la concentración de un contaminante (C_p) en el aire durante un tiempo (t_p) de muestreo o promedio, con la concentración (C_m) del mismo contaminante en el aire durante otro tiempo (t_m) de muestreo o promedio.

$$C_p = C_m \left(\frac{t_m}{t_p} \right)^p$$

El valor del exponente p puede considerarse igual a 0,2.

La ecuación potencial es válida para tiempos menores que 24 hs. Para tiempos de promedio mayores, es necesario aplicar o interpolar los valores incluidos en el 7º paso del Anexo I. IV 1. Etapa I - Sondeo Simple de la Resolución N° 242/97 de la Secretaría de Política Ambiental de la Prov. Buenos Aires. En resumen, para 1 mes y 1 año se debe multiplicar el valor de la concentración horaria por 0,168 y 0,08, respectivamente. Si no se tiene el valor horario porque el tiempo de muestreo es diferente, antes es necesario obtener este valor utilizando la expresión potencial y luego realizar la multiplicación por 0,168 y 0,08.

Aplicando la ecuación a los valores de la concentración medidos fue posible extrapolar los valores de las concentraciones de contaminantes y del depósito de partículas sedimentables correspondientes a los distintos contaminantes, que se considerarán representativos de contaminación de fondo de la zona para diferentes tiempos de promedio incluidos en los respectivos estándares o niveles guía de calidad de aire que se consideran en este Informe.

En la Tabla 23 se exponen los resultados del muestreo de calidad de aire realizado. Es posible observar que el único valor que podría sobrepasar los valores de referencia es el Estireno, considerando que para tiempos de integración de 30 minutos, la concentración sería menor a $0,0158 \text{ mg/m}^3$, sin poder precisar que sea menor a $0,01 \text{ mg/m}^3$.

Los protocolos de laboratorio correspondientes se presentan en el Anexo I: Protocolos de Monitoreo de Calidad de Aire.

Tabla 23. Resultados del muestreo de calidad del aire.

| Parámetros | Tiempo de Integración | Unidad | Puntos de Muestreo | | | | | Ley Nacional 20.284 * | Decreto Reglamentario 831/93 * | Resolución 201/04 Provincia de Santa Fe |
|--|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|--------------------------------|---|
| | | | Punto N°1 | Punto N°2 | Punto N°3 | Punto N°4 | Punto N°5 | | | |
| CONDICIONES AMBIENTALES | | | | | | | | | | |
| Temperatura Ambiente | - | °C | 16,1 | 16,1 | 16,1 | 16,1 | 16,1 | - | - | - |
| Dirección del Viento | - | --- | SE | SE | SE | SE | SE | - | - | - |
| Velocidad del viento | - | km/h | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | - | - | - |
| Humedad relativa ambiente | - | % | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | - | - | - |
| Presión atmosférica | - | hPa | 1010,4 | 1010,4 | 1010,4 | 1010,4 | 1010,4 | - | - | - |
| CONTAMINANTES MEDIDOS | | | | | | | | | | |
| Monóxido de Carbono | 20 min | mg/m ³ | <1,2 | <1,2 | <1,2 | <1,2 | <1,2 | - | - | 15,0 |
| | 1 hora | mg/m ³ | 0,963 | 0,963 | 0,963 | 0,963 | 0,963 | 57,14 | - | - |
| | 24 horas | mg/m ³ | 0,510 | 0,510 | 0,510 | 0,510 | 0,510 | - | - | 3,00 |
| Óxidos de Nitrógeno | 20 min | mg/m ³ | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | - | - | 0,40 |
| | 1 hora | mg/m ³ | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,85 | 0,90 | - |
| | 24 horas | mg/m ³ | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | - | - | 0,10 |
| Dióxido de Azufre | 20 min | mg/m ³ | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | - | - | 0,50 |
| | 24 hs | mg/m ³ | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,07 | - | 0,05 |
| Material Particulado PM 10 | 20 min | mg/m ³ | 0,141 | 0,115 | 0,305 | 0,118 | 0,118 | - | - | 0,50 |
| | 24 hs | mg/m ³ | 0,06 | 0,05 | 0,13 | <0,05 | <0,05 | - | - | 0,15 |
| Material Particulado Sedimentable Fracción Soluble | 30 días | mg/cm ² | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 1,6 | 0,5 | - | - | - |
| Material particulado Sedimentable Fracción Insoluble | 30 días | mg/cm ² | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 0,2 | 0,5 | - | - | - |
| Material Particulado Sedimentable Total | 30 días | mg/cm ² | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 1,8 | 1,0 | 1,0 | - | - |
| 1,1,1-Tricloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,1,2,2-Tetracloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,1,2-Tricloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,1-Dicloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,1-Dicloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,2,3-Tricloropropano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |

(4) EIA CC CTBL ISOLUX IECSA - Cap 04 LBA - Rev1

| Parámetros | Tiempo de Integración | Unidad | Puntos de Muestreo | | | | | Ley Nacional 20.284 * | Decreto Reglamentario 831/93 * | Resolución 201/04 Provincia de Santa Fe |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|--------------------------------|---|
| | | | Punto N°1 | Punto N°2 | Punto N°3 | Punto N°4 | Punto N°5 | | | |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,2-Diclorobenceno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,2-Dicloroetano | 20 min | mg/m ³ | 0,00005 | 0,00005 | 0,00005 | 0,00005 | 0,00005 | - | 3,00 | - |
| | 5 hs | mg/m ³ | <0,00003 | <0,00003 | <0,00003 | <0,00003 | <0,00003 | - | - | - |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,3-Diclorobenceno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 1,4-Diclorobenceno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| 2-Clorotolueno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Benceno | 20 min | mg/m ³ | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | - | 0,20 | - |
| | 5 hs | mg/m ³ | <0,00009 | <0,00009 | <0,00009 | <0,00009 | <0,00009 | - | - | - |
| | 24 hs | mg/m ³ | 0,00007 | 0,00007 | 0,00007 | 0,00007 | 0,00007 | - | - | 0,10 |
| Bromoclorometano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Bromoformo | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| cis-1,2-Dicloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Clorobenceno | 30 min | mg/m ³ | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | - | 0,10 | - |
| | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Cloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Cloroformo | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Diclorometano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Cloruro de vinilo | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Estireno | 30 min | mg/m ³ | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | - | 0,01 | - |
| | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Etilbenceno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Isopropilbenceno (cumeno) | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| sec-Butilbenceno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Tetracloroetano (percloroetileno) | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Tetracloruro de Carbono | 30 min | mg/m ³ | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | - | 4,00 | - |
| | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Tolueno | 30 min | mg/m ³ | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0158 | - | 0,60 | - |

| Parámetros | Tiempo de Integración | Unidad | Puntos de Muestreo | | | | | Ley Nacional 20.284 * | Decreto Reglamentario 831/93 * | Resolución 201/04 Provincia de Santa Fe |
|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|--------------------------------|---|
| | | | Punto N°1 | Punto N°2 | Punto N°3 | Punto N°4 | Punto N°5 | | | |
| | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| trans-1,2-Dicloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Tricloroetano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Triclorofluorometano | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| Xilenos | 30 min | mg/m ³ | <0,0317 | <0,0317 | <0,0317 | <0,0317 | <0,0317 | - | 0,20 | - |
| m,p-Xileno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |
| o-Xileno | 5 hs | mg/m ³ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | - | - | - |

* Estándar Primario

El monóxido de carbono es un contaminante que proviene principalmente de la combustión incompleta y de fuentes naturales, como por ejemplo, se forma a partir de la disociación del CO_2 en la parte superior de la atmósfera. El CO en concentraciones altas tiene efectos nocivos para la salud debido principalmente a que afecta el transporte de oxígeno en la sangre (esta situación se da fundamentalmente en espacios cerrados por competencia con los niveles de oxígeno).

Durante el presente muestreo, en el cual se utilizó un tiempo de integración de 20 minutos, todos los resultados presentaron concentraciones de CO por debajo del límite de cuantificación de la técnica empleada ($1,2 \text{ mg/m}^3$), el cual es a su vez menor que el límite establecido por la Resolución N° 201/04. Extrapolando los datos para un tiempo de integración de 1 hora y 24 hs, los resultados nuevamente fueron menores que los niveles guía de la Ley N° 20.284 y de dicha Resolución, respectivamente. Si se comparan las concentraciones obtenidas con aquellas mediciones realizadas en el año 2009, si bien los tiempos de integración fueron distintos, realizando la correspondiente extrapolación, se obtendrían en esta oportunidad concentraciones menores que en aquellas ($<0,963 \text{ mg/m}^3$ frente a $1,1 \text{ mg/m}^3$, para todos los puntos).

Tal como se mencionó anteriormente, existen dos formas en las que los denominados genéricamente NO_x pueden encontrarse más comúnmente en la atmósfera, monóxido de nitrógeno u óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2). Respecto del monóxido de nitrógeno (NO) el mismo se encuentra de forma natural en la atmósfera, en este sentido no se considera un riesgo para la salud por sí mismo, no obstante en la atmósfera puede oxidarse y transformarse en dióxido de nitrógeno (NO_2), el cual si es considerado nocivo.

Para la presente campaña fueron determinados los óxidos de nitrógeno en su conjunto, los cuales no fueron cuantificados en ninguno de los puntos evaluados (concentraciones menores a $0,05 \text{ mg/m}^3$, para un tiempo de integración de 1 hora). Todas las normativas consideradas como de referencia en este estudio, poseen límites para óxidos de nitrógeno, a diferentes tiempos de integración. La Ley N° 20.284 posee un límite de $0,85 \text{ mg/m}^3$ para 1 hora de medición, el Decreto N° 831/93, $0,90 \text{ mg/m}^3$, para el mismo período, y la Resolución N° 201/04, $0,40$ y $0,10 \text{ mg/m}^3$ respectivamente, para 20 min y 24 horas. Tal como se observa en la Tabla 23, en ningún caso se presentan superaciones de los mismos, al igual que lo sucedido para la campaña antecedente.

El SO_2 al igual que las partículas tiene efectos negativos sobre el sistema respiratorio, los efectos más importantes se producen cuando éste se introduce en el organismo absorbido sobre la materia particulada o disuelto en las gotas de agua presentes en la atmósfera. Asimismo, concentraciones elevadas de SO_2 y largos tiempos de exposición pueden causar daños severos a las plantas.

Para el dióxido de azufre la normativa nacional ha establecido un límite en la Ley N° 20284 de $0,07 \text{ mg/m}^3$, para un tiempo de integración de 24 horas. Del mismo modo, la Resolución N° 201/04 de la Provincia de Santa Fe establece límites para exposición corta y larga de $0,5$ y $0,05 \text{ mg/m}^3$, respectivamente. No obstante, los resultados obtenidos en los muestreos indican que los niveles encontrados se encuentran por debajo de la normativa nacional y provincial. Una situación similar se presentó para la campaña llevada a cabo en 2009.

Respecto a las concentraciones de PM 10, se obtuvieron concentraciones cuantificables para los puntos N°1, N°2 y N°3, aunque dichos resultados fueron siempre menores que los límites definidos para exposición corta (0,5 mg/m³, para 20 min), y para exposición larga (0,15 mg/m³, para 24 hs). El mayor valor obtenido se presentó en el Punto N° 3, sitio de emplazamiento de la Empresa Rogolex S.A. (ex Fiat S.A.), con 0,13 mg/m³, al igual que sucedió en la campaña realizada en 2009.

En cuanto al Material Particulado Sedimentable, los resultados obtenidos se han comparado con el nivel guía definido por la Ley 20.284 (1 mg/cm²). Al respecto, los puntos N° 1 y N° 3 presentaron concentraciones levemente menores a dicho nivel guía (0,8 mg/cm²) y los puntos N° 2 y N° 5, un valor similar al mismo. En cuanto al Punto N° 4, se presentó la única superación al límite mencionado, en un valor de 1,8 mg/cm², el cual resultó aun así menor al obtenido para la campaña de 2009.

Por último, durante esta campaña se incorporó la medición de compuestos orgánicos volátiles. Al respecto, sólo los parámetros 1,2-Dicloroetano, Benceno, Clorobenceno, Estireno, Tetracloruro de Carbono y Tolueno, son los únicos que presentaron niveles guía, en algunos casos en el Decreto N° 831/93, y en otros en la Resolución N° 201/04. Se incorpora también el nivel guía para xilenos, aunque los mismos fueron determinados en sus formas meta y para, por un lado, y orto, por el otro, considerando entonces que la totalidad de los mismos estará dada por la suma de los tres grupos. Los VOC's no fueron cuantificados en ningún caso evaluado, encontrándose, debido a que los límites de cuantificación utilizados fueron menores que los niveles guía con los que se contaba, todas las concentraciones por debajo de los mismos.

2.2.4 Conclusiones

La contaminación del aire se define como la presencia de agentes físicos, químicos o biológicos, resultantes de la actividad humana o de procesos naturales, en el aire atmosférico en concentración y durante un tiempo suficientes como para alterar las actividades de desarrollo y/o la calidad de vida de los seres vivos, los valores de los bienes naturales, o la sustentabilidad de los recursos naturales.

En particular, el MP 10 se forma básicamente en procesos mecánicos como obras en construcción, situaciones de resuspensión de polvo, incendios o incineraciones, entre otros. El abanico de efectos en la salud es amplio pero particularmente se producen en los sistemas respiratorio y cardiovascular. Estudios realizados indican que cada 0,01 mg/m³ en concentración diaria de MP 10, aumenta aproximadamente un 0,5% la mortalidad debido a inconvenientes cardiopulmonares o de cáncer de pulmón. Una concentración diaria de 0,15 mg/m³ daría lugar a un incremento aproximado de la mortalidad del 5%.⁵ Al respecto, los valores resultantes de PM 10, en no sobrepasaron los 0,15 mg/m³, mencionados.

⁵ OMS (2005) Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los riesgos. págs. 9 y ss.

En cuanto a la fracción sedimentable se presentó una superación al nivel guía en el Punto N° 4 ($1,8 \text{ mg/cm}^2$), y una concentración similar al mismo en los puntos N° 2 y N° 5 ($1,0 \text{ mg/cm}^2$). El resto de las muestras presentó concentraciones menores a dicho límite. Al igual que fue definido para la campaña de 2009, los niveles muestreados resultaron los esperables en zonas de viviendas, habiendo realizado las determinaciones en cercanías de caminos de tierra, en los cuales se presenta un tránsito asiduo de vehículos que generan levantamiento de polvo y material particulado en forma casi continua.

En segundo lugar, el monóxido de carbono (CO), es un contaminante básico proveniente mayormente de procesos de combustión incompleta, aunque también puede provenir de fuentes naturales. El mismo, constituye un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico en concentraciones elevadas. Puede ser mortal si se respira en niveles elevados ya que sustituye al oxígeno en la hemoglobina de la sangre y produce asfixia. Es posible indicar que los valores medidos de CO en aire, no superan al valor regulado.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x), por su parte, son compuestos gaseosos inorgánicos formados por nitrógeno y oxígeno, provenientes principalmente de procesos de combustión a altas temperaturas. Los mismos son mayormente emitidos por automóviles de motores a diesel y también por la combustión a carbón, combustible líquido o gas natural en plantas de generación de energía eléctrica, en procesos como galvanoplastia y en soldaduras por arco, entre otros. Su formación se ve influida por la temperatura a la que se produce la combustión, el tiempo de permanencia de dicha temperatura y el contenido de nitrógeno en el combustible y en el aire comburente.

Las formas más comunes de NO_x son el óxido nítrico (NO) y en dióxido de nitrógeno (NO_2). Asimismo, se pueden combinar con hidrógeno para formar ácido nítrico (HNO_3), componente característico de la precipitación ácida, junto con el ácido sulfúrico (H_2SO_4), derivado del dióxido de azufre (SO_2). La precipitación ácida, incluye tanto a las húmedas: lluvia, granizo, niebla, rocío, nieve; como a las secas: polvo, cenizas. Éstas suelen presentar un pH menor a 5 y se caracterizan por su propiedad corrosiva. En cuanto a las personas, principalmente traen daños al tracto respiratorio. Respecto a las construcciones e infraestructuras, generan deterioro. Por otro lado, pueden afectar la vegetación por contacto directo y a la vida acuática por medio de la acidificación de aguas superficiales. Los NO_x también pueden reaccionar con compuestos orgánicos volátiles en la atmósfera, para formar peroxiacetil nitrato ($\text{PAN} - \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_5\text{N}$), componente del smog fotoquímico. Este componente es un oxidante fuerte, altamente irritante para los ojos y las mucosas y tejidos pulmonares.

Al respecto, los análisis realizados reflejan que en la fecha del muestreo, se cumplieron los niveles guía establecidos en la normativa tomada de referencia para concentraciones de NO_x .

El dióxido de azufre (SO_2), es un gas producido por la quema de combustibles fósiles que contienen azufre, por la fundición de minerales sulfurados y otros procesos industriales. Es un contaminante primario que reacciona con la humedad atmosférica para formar ácido sulfúrico (H_2SO_4), componente de la precipitación ácida, tal como se mencionó anteriormente. Este parámetro tampoco superó los valores regulados en la normativa local.

Por último, los compuestos orgánicos volátiles y en especial el benceno, tolueno, estireno y los xilenos son hidrocarburos aromáticos frecuentemente utilizados como disolventes de aceites, grasas, caucho, resinas, etc., en las industrias de fabricación de pinturas y barnices, tintas, colas, adhesivos y como materia prima de síntesis en las industrias de gasolinas y combustibles para aviones. En particular, el benceno se puede encontrar en el aire debido al humo de cigarrillo y a la evaporación y combustión de petróleo, por ejemplo, en estaciones de servicio.

Estos compuestos se caracterizan por ser muy estables y resistir la degradación biológica y fotolítica. El efecto más importante del benceno es su toxicidad en sangre, causando daños en el sistema hematoinmunológico de las personas expuestas. Además, es genotóxico, lo cual implica que produce alteraciones cromosómicas y es reconocido como un agente cancerígeno. Tanto el benceno como el tolueno y el estireno, se comportan como depresores del sistema nervioso central. Sin embargo, el tolueno también presenta afectación crónica en hígado, riñón y órganos del sistema nervioso periférico. Si bien la toxicidad de los xilenos es similar a la que producen otros disolventes aromáticos, presenta una capacidad limitada para producir efectos adversos en el sistema nervioso central.

Exposiciones agudas de xilenos pueden provocar disfunciones neuroconductuales, mientras que exposiciones crónicas producen efectos narcóticos y desordenes funcionales en hígado, riñones y corazón.

La concentración de los compuestos orgánicos volátiles analizados en todos los casos, resultaron por debajo de los valores regulados.

Como conclusión cabe destacar que el medio aire es el que mayor movilidad presenta, pudiendo influir en su calidad actividades desarrolladas en otros sitios, tal como podría ser el caso de las mayores concentraciones presentadas para PM 10 en el Punto N° 3.

Es importante destacar que así como el cumplimiento de los valores guía y estándares de calidad de aire no aseguran la falta de riesgo para la salud, su superación tampoco asegura la generación de dichos efectos. Los mismos dependen de una gran cantidad de factores de difícil evaluación y de gran variabilidad entre individuos. Entre los factores involucrados, los principales son el tiempo de exposición, las condiciones previas de salud del receptor y las condiciones meteorológicas reinantes. Los resultados de la campaña realizada en el marco del presente estudio, son representativos del día muestreado y contribuyen a la información de base disponible de la zona.

2.3 GEOLOGÍA

La caracterización geológica del área se tomó del Estudio de Impacto Ambiental Central Termoeléctrica Brigadier López, Sauce Viejo, Santa Fe (Serman & Asociados S.A., 2009), realizado por esta misma consultora. Por tanto, la descripción y fotografías presentadas en este apartado son las referidas al respectivo EIA de la Central Termoeléctrica.

2.3.1 Estratigrafía

La estratigrafía de la región se compone de una serie de formaciones clásticas que fueron acumuladas en medios continentales y marinos someros sobre rocas del basamento cristalino. Las relaciones que estas unidades guardan entre si y sus nombres formacionales se pueden observar en la Figura 40.

| | | |
|-------------|-------------------|-------------------------------------|
| CUATERNARIO | Holoceno | Depositos fluviales del rio Coronda |
| | Pleistoceno | Formacion Buenos Aires |
| | | Geosuelo El Tala |
| | | Formacion Ensenada |
| TERCIARIO | Plioceno Superior | Formacion Puelches |
| | Mioceno Medio | Formacion Parana |
| | Eoceno-Mioceno | Formacion Olivos |
| PRECAMBRICO | Medio | Basamento Cristalino |

Figura 40. Estratigrafía general de la región bajo estudio. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

2.3.1.1 Afloramientos Locales

Formación Buenos Aires (CUATERNARIO - Pleistoceno)

El área ocupada actualmente por la Central Termoeléctrica Brigadier López está situada sobre las acumulaciones clásticas pertenecientes a la sección superior del Pampeano, término informal que se utiliza en general para describir a las sedimentitas de la Formación Buenos Aires, al Geosuelo El Tala y a la Formación Ensenada, las que fueron depositadas durante el Pleistoceno.

De todas ellas, la Formación Buenos Aires es la única que afloraba en las proximidades del predio sobre la margen derecha del río Coronda, sector donde esta unidad fue expuesta por la acción erosiva de este curso fluvial (Figura 41).



Figura 41. Afloramientos de la sección superior de la Formación Buenos Aires expuestos en la barranca del río Coronda. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

Otra exposición de esta formación pudo observarse en una excavación artificial realizada en el extremo Noreste del predio en 2009, la cual era utilizada como un basural informal (Figura 42).

En este sitio se observó un afloramiento sobre una pendiente vertical de aproximadamente 5 m de potencia (Figura 43). En esta exposición los primeros 4,40 m correspondían a una acumulación de limos con arenas muy finas subordinadas de color pardo claro a rojizo. Por encima de esta acumulación se extendía un suelo color pardo oscuro con una potencia máxima de aproximadamente 60 cm de espesor (Figura 44).

En el resto de la superficie involucrada en el proyecto, no se observó directamente la Formación Buenos Aires, ya que sobre ella se desarrollaba el referido suelo de espesor variable, el que fue parcialmente modificado por la acción antropogénica.



Figura 42. Excavación situada en el extremo Noreste del predio. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).



Figura 43. Exposición de los términos superiores de la Formación Buenos Aires. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

La Formación Buenos Aires se depositó en el Cuaternario, durante el Pleistoceno, a lo largo de un periodo geológico que se caracterizó por una sucesión de cambios climáticos globales que se tradujeron en disminuciones e incrementos de la temperatura mundial. Estas variaciones climáticas repercutieron en la tasa de precipitación de la región central argentina dando lugar a una serie de cambios en los ambientes de acumulación y en los procesos geomórficos principales. De esta forma, la Formación Buenos Aires se compone de depósitos que reflejan las referidas cambiantes condiciones.



Figura 44. Perfil de suelo. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

El análisis completo y detallado de la secuencia clástica correspondiente a esta formación permite determinar que se integra de acumulaciones loésicas y fluviales entre las cuales suelen intercalarse delgados niveles de paleosuelos.

Los depósitos loésicos integrantes de La Formación Buenos Aires (Figura 43) fueron acumulados por procesos eólicos enérgicos que ocurrieron durante periodos de intensa aridez y bajas temperaturas relacionados con enfriamientos de magnitud global que coincidieron con glaciaciones o edades de Hielo. A lo largo de los periodos fríos, en la región de la cordillera Andina situada al Oeste, tuvieron lugar una serie de glaciaciones, las que llegaron a cubrirla totalmente en la zona austral e, incluso, proyectarse más allá del frente cordillerano avanzando sobre el ambiente pedemontano (Malagnino, 1995).

Mientras esta situación tenía lugar en la región Andina, en el área de estudio, durante los periodos fríos las condiciones climáticas dieron lugar a un ambiente hiperárido, frío y extremadamente seco en el cual se acumularon progresivamente los sedimentos loésicos que hasta esta zona eran transportados en suspensión por los vientos desde el Oeste y Sudoeste. Paralelamente, el margen litoral se desplazó hacia el Este ya que el incremento de masas de hielo en las regiones continentales dio lugar a un descenso del nivel del mar.

Por otra parte, las intercalaciones fluviales y las correspondientes a paleosuelos interestratificadas en la Formación Buenos Aires se relacionan con periodos climáticos de mayor humedad y temperatura. Estos episodios tuvieron lugar en la región en la que se sitúa el proyecto, cuando en el área andina los glaciares retrocedieron profundamente en los valles andinos, incluso hasta posiciones más retraídas que las que presentan los actuales glaciares patagónicos.

Granulométricamente, la mayor parte de la Formación Buenos Aires se compone de sedimentos limosos, con tamaños de grano que oscilan entre los 0.60 mm y 0.02 mm, los que se mezclan con porcentajes variables pero abundantes de arcillas y, en menor proporción, arenas finas.

Las acumulaciones de loess correspondientes a esta formación tienen una mineralogía compuesta por plagioclasas, trizas volcánicas vítreas, feldspatos, cuarzo y materiales líticos. La presencia de trizas volcánicas se relaciona específicamente con picos de intensa actividad volcánica explosiva. Estos episodios de vulcanismo explosivo ocurrieron durante el Pleistoceno y se situaron geográficamente en la región cordillerana Andina situada al Oeste. Desde esta región provinieron las trizas volcánicas que fueron transportadas en suspensión por el viento hasta que precipitaron en esta zona.

En la composición mineralógica de esta unidad formacional se destaca además la existencia de depósitos calcáreos o calcretes que configuran niveles con concreciones, comúnmente conocidas con la denominación de muñecos de tosca. También se observan láminas de carbonato de calcio que pasan a formar bancos de mayor tenacidad y resistencia cuando la calcificación es muy intensa. En este último caso, se observan niveles calcáreos relativamente espesos y continuos formados en las cercanías de la superficie del suelo, los que informalmente reciben el nombre de bancos de tosca.

Los sedimentos correspondientes a la Formación Buenos Aires tienen apropiadas condiciones geotécnicas para soportar fundaciones debido al grado de agregación que presentan. Esta particularidad queda claramente demostrada en los afloramientos reconocidos sobre la margen derecha del río Coronda y en la excavación situada al Noreste del predio, los que exhiben paredes verticales y subverticales que, en general y salvo algunas secciones particulares, tienen buena estabilidad ante presiones porales de baja magnitud.

Si bien no afloran en el área, por debajo de la Formación Buenos Aires se desarrolla una espesa secuencia clástica integrada por varias unidades formacionales. La misma se describe a continuación desde el techo a la base debido a la importancia que tienen estos cuerpos sedimentarios en la naturaleza de los recursos de aguas subterráneas locales.

2.3.1.2 Estratigrafía del Subsuelo

Geosuelo El Tala (CUATERNARIO - Pleistoceno)

Por debajo de la Formación Buenos Aires se sitúa el Geosuelo El Tala (Figura 40). El mismo configura un nivel edáfico que separa a la referida formación de otra subyacente y denominada Formación Ensenada. El Geosuelo El Tala es un indicador de condiciones climáticas regionales húmedas y templadas en la llanura Pampeana, al tiempo que en la región Andina se producía un retroceso menor de los glaciares (Interstadial). Debido a la distribución regional que alcanza se lo considera un definido indicador de la separación entre las unidades formacionales Buenos Aires y Ensenada.

Formación Ensenada (CUATERNARIO - Pleistoceno)

Subyaciendo el paleosuelo referido se extiende la Formación Ensenada, la que se depositó en sincronía con la primer etapa glacial de la Patagonia (Yrigoyen, 1993). La misma configura la unidad estratigráfica más antigua que forma la parte basal de los Sedimentos pampeanos. Se compone en su mayor parte de limos cuyos constituyentes son de origen volcánico (trizas vítreas, cuarzo, feldespatos), relacionados con episodios explosivos que ocurrieron en la región andina. Desde esta área de proveniencia, fueron transportados en suspensión por el viento hasta su acumulación en la región pampeana. Esta unidad presenta en su sección superior depósitos calcáreos comúnmente conocidos como bancos de tosca, mientras que en la sección inferior se observan restos fósiles correspondientes a mamíferos. Estas características sumadas a otras, son indicadores de un progresivo cambio de las condiciones climáticas durante la depositación de esta formación, que desde la base al techo gradaron de templadas y húmedas a frías y secas. La base de esta formación apoya sobre las sedimentitas de la Formación Puelches.

Formación Puelches (TERCIARIO - Plioceno Superior)

Por debajo de la Formación Ensenada y previa existencia de una ligera discordancia erosiva, se extiende la Formación Puelches, la que se depositó en un ambiente continental durante el Plioceno superior. Esta acumulación marca además la culminación del proceso sedimentario que se había iniciado en el cenozoico con Formación Olivos (Tabla de la Figura 40).

La Formación Puelches constituye un distinguido depósito de arenas cuarzosas, claras y pardo amarillentas de poca decenas de metros de potencia, con intercalaciones menores de gravas finas y lentes de gravas, especialmente en la sección inferior. Presenta además un abundante contenido de fósiles entre los que se destacan restos de mamíferos, peces, moluscos y madera silicificada. La elevada permeabilidad que tiene esta unidad sedimentaria favoreció que en ella se localice el Acuífero Puelches, el que constituye el recurso hidrogeológico más importante de la región pampeana.

Sobre la base de las características referidas, numerosos autores han podido determinar que la Formación Puelches se acumuló en un medio continental vinculado con sistemas fluviales de hábito entrelazado, de alta energía y de desarrollo regional. Este ambiente de depositación se dio luego de un pronunciado retroceso del previo mar Mioceno en el cual se había sedimentado la subyacente Formación Paraná. El retiro del referido mar Mioceno estuvo relacionado con una elevación tectónica de las áreas continentales situadas al norte de la región bonaerense y, probablemente, con una pronunciada depresión del nivel del mar que tuvo lugar durante las glaciaciones globales que afectaron a nuestro planeta las que, en la región Austral de Argentina, sepultaron la mayor parte de la Cordillera Patagónica.

La Formación Puelches no aflora en el área en estudio, solo se la ha detectado en el subsuelo a partir de perforaciones relacionadas con captación de aguas subterráneas.

Formación Paraná (TERCIARIO - Mioceno temprano a medio)

Subyaciendo a la Formación Puelches se localiza La Formación Paraná, la que se acumuló durante el Mioceno temprano a medio, periodo en el cual tuvo lugar un gran avance marino que transgredió profundamente en esta parte del continente (Figura 45).

En la región central de Argentina el referido ingreso marino se materializó a lo largo de la Cuenca del Salado, ambiente en el cual depositó a las sedimentitas de la Formación Paraná. La referida ingresión penetró por el actual estuario del Río de la Plata y desde más al sur de la Provincia de Buenos Aires hasta el Norte Argentino, Paraguay y Sur de Brasil.



Figura 45. Extensión de la ingresión marina del Mioceno temprano en el ámbito de la región preandina de América del Sur (Ramos y Alonso, 1995; Pérez et al, 1996). Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

Si bien la Formación Paraná sobreyace a la Formación Olivos (Figura 46), en la parte extrema de la cuenca del Salado existe un pasaje gradual entre los depósitos marinos miocenos de la Formación Paraná y las unidades infrayacentes correspondientes a la Formación Olivos (Figura 7), acercándose hacia la costa dicha relación es de pseudo-concordancia, ya que existen claras evidencias de un episodio de fracturamiento que disloca la Formación Olivos sin llegar a afectar a los términos superiores de la Formación Paraná que traslapa holgadamente los límites de los depósitos continentales anteriores (Yrigoyen, 1975).

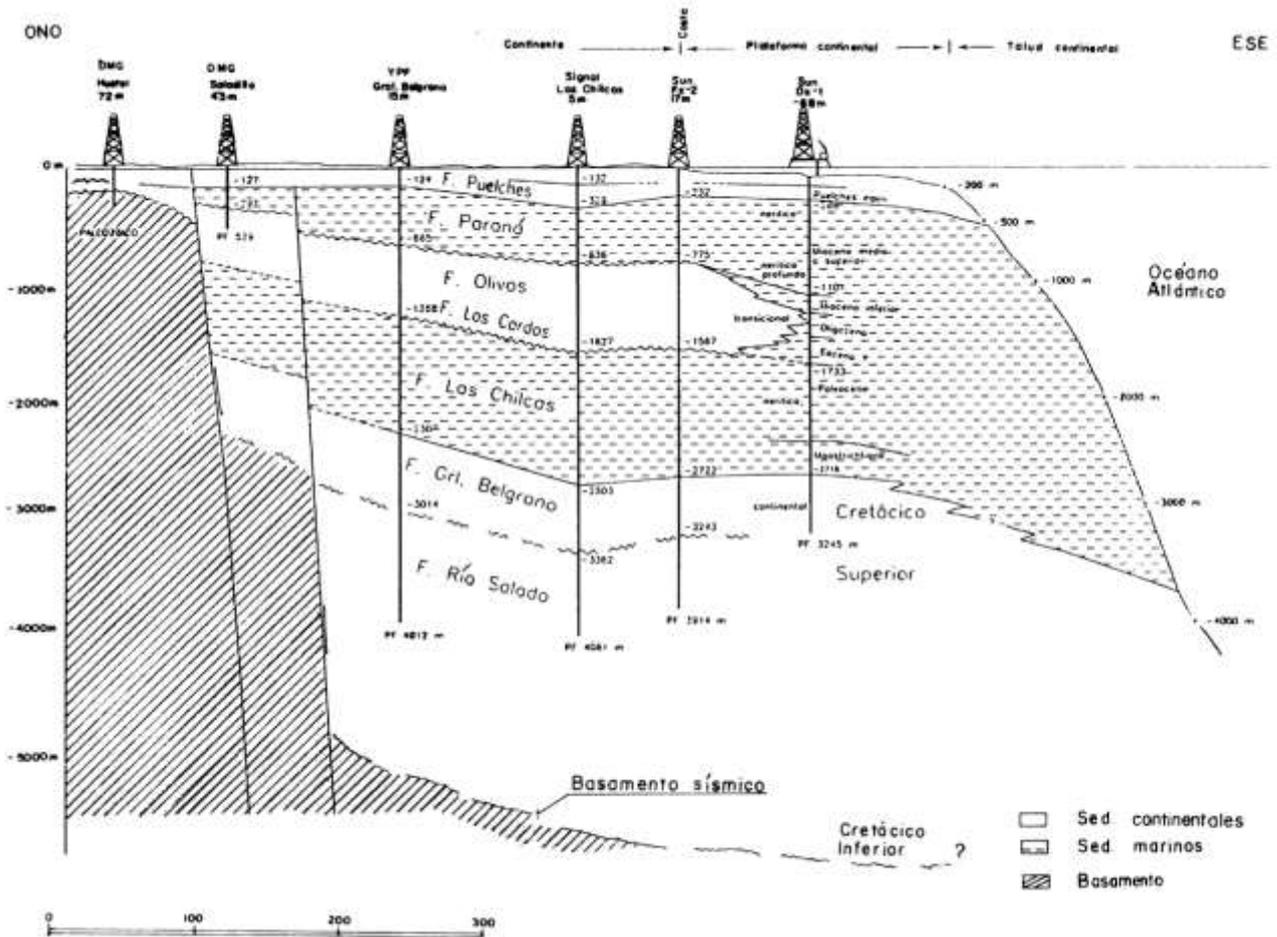


Figura 46. Corte estratigráfico longitudinal de la Cuenca del Salado que ilustra la secuencia de formaciones continentales y marinas depositadas durante el Terciario y su relación con el Basamento Cristalino (Yrigoyen, 1975). Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

El análisis que diversos autores realizaron sobre de las características sedimentológicas de las acumulaciones de la Formación Paraná permitió confirmar que se compone de arcillitas grises, azuladas y verdosas compactas y algo plásticas y limonitas, en las que se intercalan areniscas y areniscas algo conglomerádicas de colores semejantes y elevado contenido fosilífero. Sobre la base de esta última evidencia se considera que esta unidad se depositó en un medio marino de escasa profundidad, inferior a los 100 m, caracterizado por la presencia de bivalvos. Los espesores máximos registrados para esta formación son del orden de los 815 metros (Yrigoyen 1999).

En los niveles estratigráficos en los cuales se observan areniscas y areniscas conglomerádicas, se localiza el Nivel Superior del Acuífero Hipopuelches. No obstante, este recurso hídrico es solo marginalmente explotable debido a que presenta un tenor salino sumamente elevado.

En el área de estudio la Formación Paraná solo está presente en el subsuelo.

Formación Olivos (TERCIARIO - Eoceno-Mioceno)

Por debajo de la Formación Paraná se extiende la Formación Olivos, la que presenta un característico color rojizo. Esta unidad se depositó sobre el Basamento Cristalino subyacente, con posterioridad a un prolongado período degradacional que lo afectó al labrar sobre él una superficie peneplanizada de magnitud regional.

La Formación Olivos se compone de una secuencia clástica que en su mayor parte corresponde a sedimentitas continentales, entre las cuales se observan algunos niveles de sedimentos marinos relacionados con un ambiente de depositación proximal. Según Yrigoyen (1999), la interdigitación entre los bancos de origen continental con los correspondientes a medios marinos cambia hacia el Este de la cuenca de tal forma que antes de alcanzar el talud continental, los niveles marinos se vuelven totalmente dominantes. Las características que presentan estas últimas secuencias clásticas permiten confirmar que durante su acumulación ocurrieron fluctuaciones breves del nivel del mar.

En la base de esta formación se observa la existencia de conglomerados y arenas gruesas cuya composición petrográfica es la del Basamento Cristalino subyacente. En cambio, hacia el nivel superior de la secuencia la granulometría disminuye y se desarrollan bancos de fangolitas y arcillas arenosas, en las cuales se observa la presencia de yeso, anhidrita y ceniza volcánica. En la referida sección basal, más permeable, se localiza el Nivel Inferior del Subacuífero Hipopuelches, mientras que en los bancos más permeables de la sección media y superior se sitúa el Nivel Intermedio del Subacuífero Hipopuelches.

Como se indicó, la base de la Formación Olivos apoya sobre las rocas del Basamento Cristalino y guarda con este una relación discordante que determina un hiato de 2.000 millones de años (Yrigoyen, 1993).

En el área del proyecto la Formación Olivos solamente está presente en el subsuelo.

Basamento Cristalino (PRECAMBRICO MEDIO)

El Basamento Cristalino, compuesto de metamorfitas del tipo micaesquistos de coloración gris oscura y grano fino, configura la unidad geológica de mayor antigüedad (más de 2.000 millones de años) que ha sido identificada en el subsuelo mediante perforaciones. La importancia de la misma se debe a que su techo se comporta como el basamento hidrogeológico de la región.

2.3.2 Estructura

El basamento cristalino presente en el subsuelo está afectado por un sistema de fallas tensionales (Figura 46) que tuvieron su mayor desarrollo durante la fragmentación del Gondwana. Con posterioridad y hasta el Mioceno temprano prosiguió un fallamiento leve que dislocó parcialmente a la Formación Olivos e, incluso, llegó a afectar los términos basales de la Formación Paraná, aunque no se manifestó en la Formación Puelches.

Si bien no se observa una reactivación del fallamiento desde el Plioceno, razón por la cual se lo considera inactivo, se verifica en cambio la existencia de una transmisión clara del sistema de fallas a través de diaclasas. Se puede reconocer rápidamente que la referida fracturación llega a afectar a las sedimentitas de la Formación Buenos Aires, aunque no lo hace en las acumulaciones más modernas que se depositaron por encima de esta y que forman parte del ámbito del proyecto.

El indicado diaclasamiento transmitido en los sedimentos del pampeano se pone de manifiesto debido a que promueve una disolución diferencial de los niveles de tosca afectados por él, dando lugar a la generación de depresiones cársticas que se presentan como lagunas pandas alineadas (Figura 47). Posteriormente, la integración de las referidas depresiones da lugar a cauces fluviales de distinto orden que muestran así una directa relación con el referido diaclasamiento (Malagnino, 1999; Malagnino, 2006).

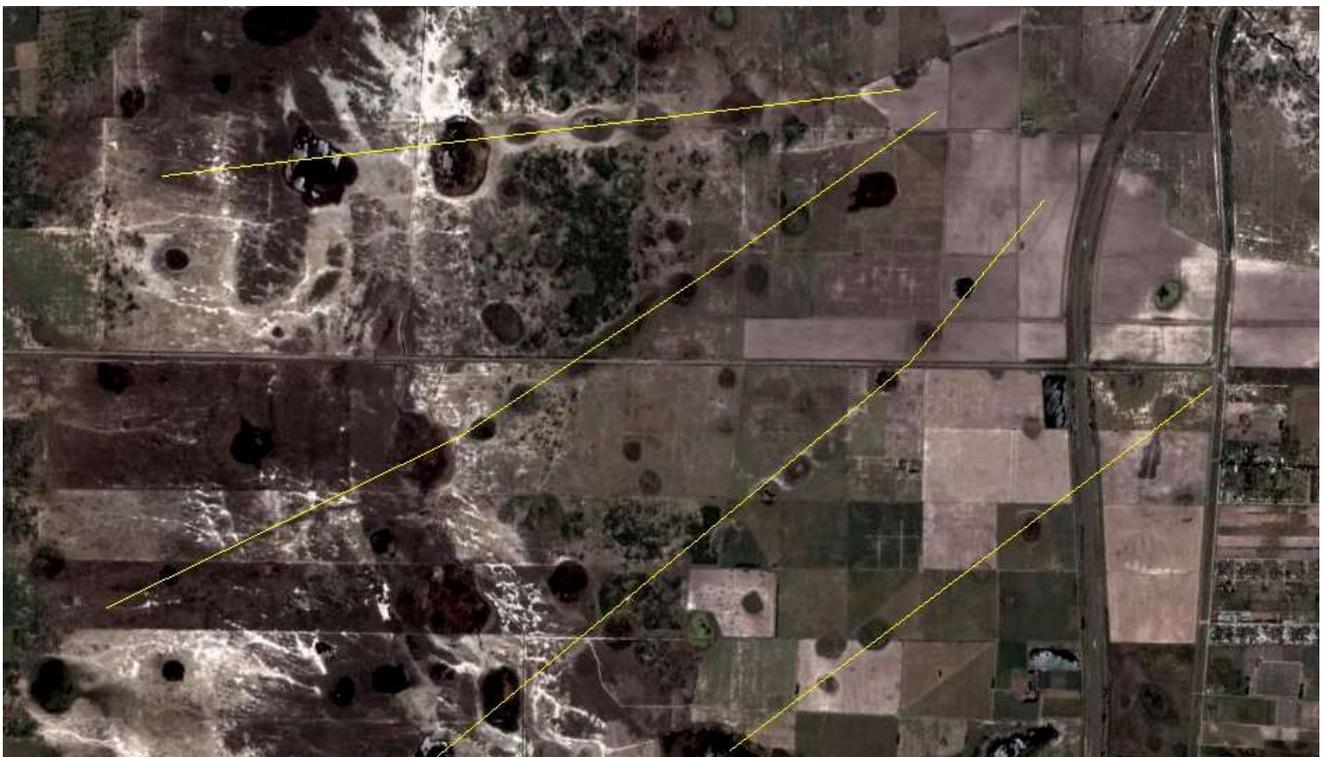


Figura 47. Depresiones cársticas alineadas a lo largo de fracturas (diaclasas) transmitidas desde el basamento a los términos superiores de las acumulaciones de edad pleistocena situada en las cercanías del área bajo estudio. Las diaclasas se indican mediante trazos amarillos. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

De esta forma, una gran parte de la red fluvial que tiene sus cauces encajados en los depósitos pampeanos, muestra un diseño subdendrítico rectangular asociado con un sistema de fracturas cuyos rumbos principales son NO-SE y NE-SO, indicando que existe un claro control estructural en sus recorridos.

2.3.3 Geomorfología

En el área analizada se reconocieron las siguientes unidades geomórficas principales: el Subnivel de la Planicie Loésica y el Nivel de terraza del río Coronda.

2.3.3.1 Subnivel de la Planicie Loéssica

La CTBL se sitúa enteramente en un mínimo subnivel situado en el ámbito de la Planicie Loéssica. El aspecto general del paisaje es el de una superficie de casi indetectable ondulación. Localmente, como se observaba en el sitio de implantación de la CTBL, dominaban las áreas planas subhorizontales con una tendencia de inclinación general hacia el Este, en la dirección del río Coronda (Figura 48).



Figura 48. Superficie correspondiente al sitio de implantación de la CTBL. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

La evolución geomórfica de la Planicie Loéssica se inició cuando hacia el fin del Pleistoceno culminó la depositación de la Formación Buenos Aires, la que constituía hasta ese tiempo una llanura de agradación o acumulación regular, y comenzó la incisión fluvial que en la comarca está representada claramente por el río Coronda, brazo secundario del río Paraná.

Es probable que el referido subnivel de poco rechazo sobre el cual se asienta el predio de la Central haya estado relacionado con una primera etapa de profundización y represente un nivel de equilibrio anterior del río Paraná. La referida disección de la Planicie Loéssica originalmente continua, labro valles y cañadones que dieron lugar al mencionado relieve ondulado.

En el ámbito del proyecto los factores que controlaron al paisaje se relacionan, por lo tanto, con el potencial erosivo del referido río, el que comenzó a presentar una fuerte capacidad erosiva lineal vertical como consecuencia las recurrentes depresiones que el nivel del mar tuvo durante el Holoceno. En la zona de estudio se destaca el desnivel que se observa entre la cota del río Coronda y la correspondiente al predio, el que es del orden de los 10 m.

2.3.3.2 Nivel de Terraza del Río Coronda

La ampliación de la Central a Ciclo Combinado incluye la construcción de un acueducto sobre los niveles de terraza del río Coronda. El nivel de terraza indicado se sitúa en la margen derecha del río Coronda, a 200 m al Este del predio de la Central y a una cota inferior a este (Figura 49).



Figura 49. En el extremo izquierdo de la imagen se observa el límite Oriental del predio de la Central. En trazo rojo se indica el borde de la terraza inferior y sobre ella la secuencia de barras de punta o albardones semilunares. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

Si bien actualmente en la sección bajo estudio el cauce activo mantiene un canal rectilíneo, en el pasado reciente el río Coronda mostraba una definida curva con la cara externa hacia el Oeste. La posterior profundización y rectificación del río dio lugar a la existencia del nivel de terraza mencionado.

Esta superficie presenta en planta una forma de medialuna alargada con un eje de rumbo Noreste y su concavidad hacia el Oeste. Esta particularidad es indicadora de una reciente posición más elevada de una anterior planicie de inundación del río Coronda, la que por una profundización de su cauce pasó a constituir un nivel de terraza inferior. Además muestra una anterior pendiente de corte en un tiempo en que este curso fluvial tenía una inestabilidad lateral del cauce que lo desplazaba localmente hacia el Oeste.

Sobre este nivel de terraza se observa una sucesión de depósitos de punta de barra que se manifiestan como barras o albardones semilunares de poca altura. Cada cresta de cada barra está separada por una depresión panda en la cual el terreno se presenta con un nivel importante de anegamiento (Figura 50).



Figura 50. Características superficiales de las barras semilunares situadas sobre el nivel de terraza del río Coronda, según una visual desde el subnivel de la Planicie Loéssica. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009). Nota: Sobre esta unidad geomórfica se llevará a cabo la construcción del Acueducto para para la ampliación a Ciclo Combinado de la Central.

El nivel de terraza inferior está separado del subnivel correspondiente a la Planicie Loéssica por una escarpa de 4 m de altura. La pendiente correspondiente a este resalto se encuentra parcialmente rectificadas y ha perdido la verticalidad que inicialmente tenía cuando era directamente erosionada al pie por el río Coronda, tal como ocurre actualmente al Sur de la terraza (Figura 50).

La regularización de esta escarpa se produce mediante procesos de erosión fluvial y locales movimientos de remoción en masa. La erosión fluvial se da a través de cursos cortos e incisivos sobre la pendiente que en la sección superior da lugar a un profundo carcavamiento (Figura 51), mientras que los movimientos gravitacionales son del tipo deslizamiento rotacional y colapso.



Figura 51. Asentamiento rotacional local afectando el borde de la Planicie Loésica. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

2.3.4 Hidrogeología

Los recursos de aguas subterráneas más destacables presentes en el área de estudio se describen a continuación desde aquellos acuíferos más superficiales a los más profundos:

Acuífero Pampeano- Subacuífero Epipelches

El acuífero freático más cercano a la superficie se encuentra alojado en los términos más someros de los Sedimentos Pampeanos y en los sedimentos inconsolidados de edad Post-Pampeana que localmente los sobreyacen. El agua está alojada en los poros que presentan los sedimentos de limos algo arcillosos con arenas, en los cuales se intercalan calcretes. Los espesores de esta secuencia clástica varían desde 20 a 120 metros mientras que los caudales máximos son de hasta 150m³/h. debido a la baja permeabilidad que tienen estos sedimentos que es del orden de los 5 a 10 m/d. Este acuífero libre se alimenta directa o indirectamente del agua de precipitación pluvial, la que se infiltra en las referidas acumulaciones. Configura una capa freática de baja productividad y muy alta vulnerabilidad a la contaminación dada su proximidad con la superficie del terreno. Por las mencionadas causas no se utiliza prácticamente para la provisión de agua.

Acuífero Puelches

El Acuífero Puelches se localiza por debajo de los acuíferos precedentemente indicados. Constituye el recurso hidrogeológico más importante de la región pampeana por su calidad y buenos rendimientos. Está alojado en una unidad sedimentaria de elevada permeabilidad denominada Formación Puelches. La misma presenta un espesor variable aunque las potencias más comunes se extienden entre los 20 y 40 metros. Se compone de arenas cuarzosas sin cementación, de color blanco a amarillento claro y gris claro, las que hacia el nivel inferior gradan a gravillas y rodados. La porosidad efectiva general es de hasta 20 % y la permeabilidad de hasta 25 m/d.

Las áreas de recarga se sitúan en los interfluvios mientras que la descarga natural tiene lugar en los cauces de los ríos principales. Los caudales más comunes son de entre 50 y 120 m³/h mientras que los caudales máximos llegan hasta 200m³/h. Las aguas del Puelches son consideradas bicarbonatadas cálcicas-magnésicas sódicas y carbonato-cloruradas, pero pueden ser cloro-sulfatadas cuando se hallan en contacto con Sedimentos Post-pampeanos, y/o en las cercanías de las áreas de descarga subterránea.

Los estudios realizados para la proyección de la Central consistieron en dos perforaciones. La perforación AS-01 se situó en el extremo oeste del predio. La misma alcanzó los 26 m de profundidad. En ella el techo de la Formación Puelches se localizaba a una profundidad de 12 m desde el nivel correspondiente a la boca de la perforación, mientras que el nivel estático se situaba a 6,12 m del mismo. La segunda perforación AS-02 se situaba en el extremo este del predio. En esta perforación, que fue de 31 m de profundidad, el techo de la Formación Puelches se localizaba a 8 m por debajo del nivel correspondiente a la boca de la perforación, mientras que el nivel estático se situaba a 6,68 m del mismo.

Acuífero Paraná - Nivel Superior del Acuífero Hipopuelches

Por debajo de los referidos acuíferos se localiza el Acuífero Paraná, también conocido con el nombre de Nivel Superior del Acuífero Hipopuelches el que está alojado en la formación homónima, la que se depositó en un ambiente marino. Este acuífero se sitúa en los niveles estratigráficos de mayor permeabilidad en los cuales se observan areniscas y areniscas conglomerádicas. La extracción de agua de este acuífero no es común debido a su profundidad y a la salinidad que presenta, la que suele ser mayor a 2.500 mg/l. Los caudales llegan a valores de hasta 180m³/h. Debido al referido tenor salino que presenta es solo marginalmente explotable ya que sus aguas sólo son utilizadas para fines industriales, como por ejemplo la fabricación de cerveza.

Acuífero Olivos - Nivel Medio y Nivel Inferior del Subacuífero Hipopuelches

Por debajo de los acuíferos descriptos, se encuentra una sucesión sedimentaria de edad miocena, de origen continental, dividida en tres formaciones. Una de ellas, definida con el nombre de Formación Olivos, de aproximadamente 250 m de espesor, contiene varios acuitardos y algunos acuíferos confinados poco conocidos de salinidad variable.

En la sección media y superior de la formación se sitúa el Nivel Medio del Subacuífero Hipopuelches, especialmente en el cuerpo de los bancos de mayor permeabilidad. Las perforaciones realizadas en el ámbito de la ciudad de La Plata permiten confirmar que este acuífero se localiza entre los -477 y los -277 metros. Por su parte, en la base de la Formación Olivos se observa la existencia de conglomerados y arenas gruesas cuya composición petrográfica es la del Basamento Cristalino subyacente. La referida sección basal es de elevada permeabilidad, situación que favorece la existencia del Nivel Inferior del Subacuífero Hipopuelches. Las perforaciones realizadas en el ámbito de la ciudad de La Plata lo sitúan entre los -466 y los -427 metros.

Acuífugo

Constituye el basamento hidrogeológico impermeable regional y corresponde al techo del Basamento Cristalino, que está constituido por rocas ígneas y metamórficas. Establece la unidad acuífuga basal de los sistemas de acuíferos mencionados precedentemente y se localiza a profundidades variables ya que esta unidad está fallada y desplaza escalonadamente.

2.4 EDAFOLOGÍA

Las planicies constituyen regiones en donde los suelos, en general, pueden evolucionar bajo condiciones de estabilidad, sin que ningún fenómeno del factor relieve pueda interferir profundamente en el proceso. Es decir, bajo estas condiciones, los suelos tienen las mejores posibilidades de llegar a la madurez. En estas planicies, en relación con un clima benigno, se dan suelos fértiles.

Generalmente, las aguas de lluvia que caen sobre la llanura, se distribuyen más o menos uniformemente sobre la superficie del suelo, sin que las diferencias de topografía den lugar a valores muy diferentes de la humedad y del lavado. La erosión hídrica, adquiere su valor mínimo, ya que las aguas no llegan a tener fuerza excesiva. No obstante la uniformidad característica de estas llanuras, dentro de ellas existen partes donde el relieve ejerce una acción más marcada que en el resto. Así, la presencia de un considerable número de cuencas chatas, a veces de considerable extensión, introduce una anomalía morfológica y edafológica, al permitir la mayor acumulación de materiales aportados principalmente por las aguas que concurren y estancan en ellas, transportando en suspensión y en solución partículas finas y sales, y dando lugar a suelos de carácter hidropédico y salinos.

En este sentido, la variabilidad edáfica en el centro de la Provincia de Santa Fe es muy grande debido, entre otras causas, al paisaje de planicies extendidas con escaso gradiente. El microrelieve originó estas variaciones que van desde suelos prácticamente sin limitaciones en las partes más elevadas hasta perfiles hidromórficos con elevado contenido de sodio y sales. Esta situación extrema se encuentra atenuada en sectores que, si bien también son muy planos, presentan exceso de agua por la cercanía a vías de escurrimiento naturales. La heterogeneidad edáfica se manifiesta en una heterogeneidad en relación a la productividad de los cultivos (Hein et al. 1989).

Los suelos reconocidos para la provincia de Santa Fe corresponden a los Ordenes Molisol, Alfisol y Entisol según el sistema de clasificación "Soil Taxonomy". Son los Ordenes Molisol y Alfisol los que abarcan la mayor superficie de la provincia.

Los Molisoles son básicamente suelos negros o pardos que se han desarrollado a partir de sedimentos minerales en climas templado húmedos a semiáridos, aunque también se presentan en regímenes fríos y cálidos con una cobertura vegetal integrada fundamentalmente por gramíneas. La incorporación sistemática de los residuos vegetales y su mezcla con la parte mineral ha generado en el transcurso del tiempo un proceso de oscurecimiento del suelo por la incorporación de materia orgánica, que refleja más profundamente en la parte superficial. Otras propiedades que caracterizan a los Molisoles son la estructura granular o migajosa moderada y fuerte que facilita el movimiento del agua y aire; la dominancia del catión calcio en el complejo de intercambio catiónico, que favorece la fluctuación de los coloides; la dominancia de arcillas, moderada a alta capacidad de intercambio y la elevada saturación con bases. Dentro de este Orden, los Subódenes más difundidos son los:

- Udoles, suelos zonales localizados en las partes altas donde el relieve es ondulado o suavemente ondulado con buen drenaje (Argiudol y Hapludol presentes en la Provincia de Santa Fe).
- Acuoles, estos suelos aparecen con mayor frecuencia en terrenos planos y bajos, con escurrimiento dificultoso, donde la capa freática elevada afecta el perfil del suelo durante períodos prolongados (Natracuol presente en la Provincia de Santa Fe).
- Alboles, son propios de sectores planos, en los que la permanente infiltración de agua en el perfil origina un horizonte subsuperficial lixiviado (A2) (Argialbol presente en la Provincia de Santa Fe).
- Ustoles, se caracterizan por estar relativamente libres de los problemas de saturación con agua e hidromorfismo. Además del horizonte superficial oscuro, pueden presentar diferentes horizontes subsuperficiales diagnósticos, como cámbico, árgilico, nátrico, álbico (Haplustol presente en la Provincia de Santa Fe).

Según Panigatti et al. (2007), uno de los tipos de suelos más representativos en el área de estudio son los Arginalboles (Figura 52).

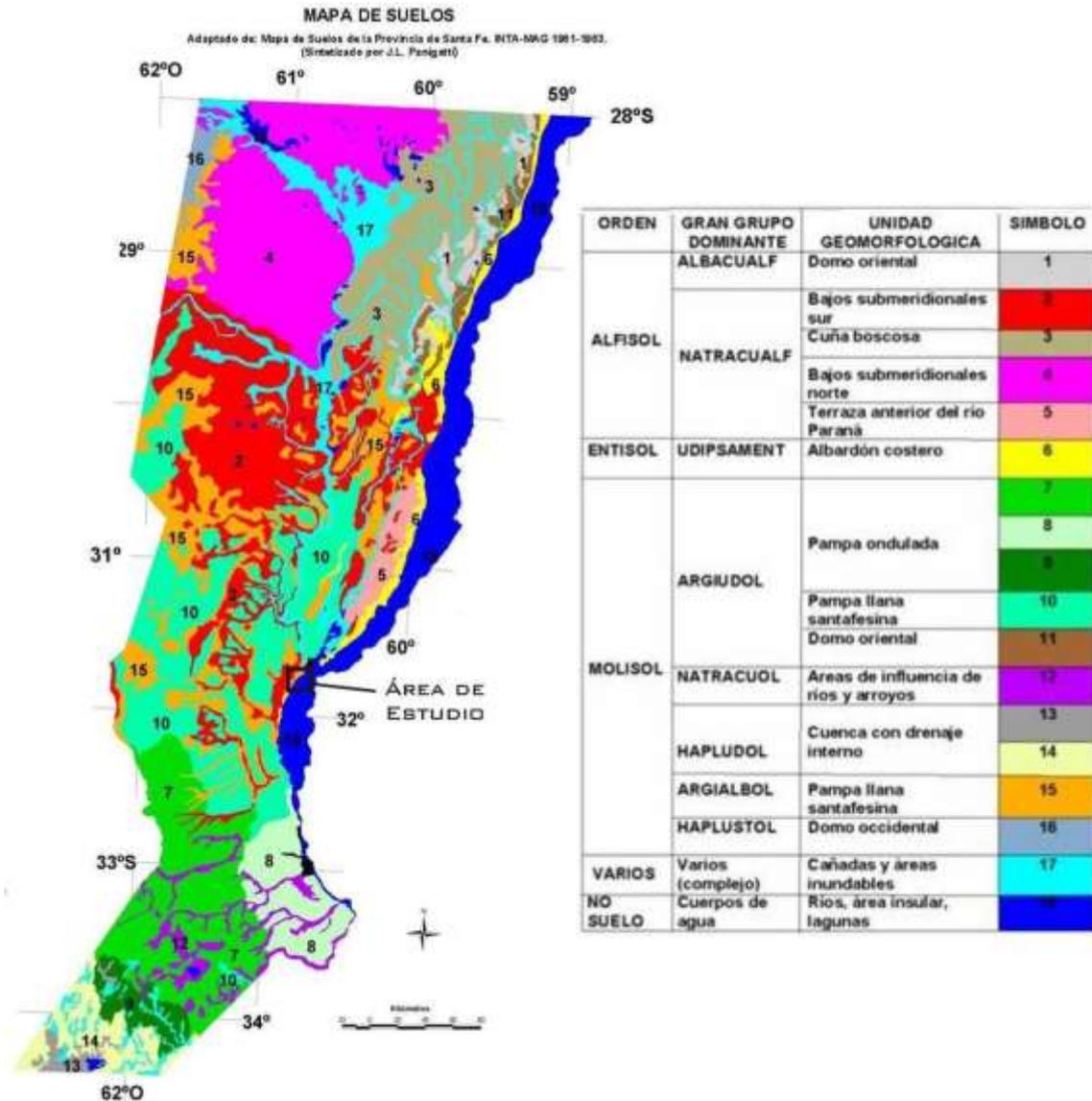


Figura 52. Suelo en la Provincia de Santa Fe (Panigatti et al. 2007). Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

En cuanto a los Alfisoles, este Orden se caracteriza por presentar un horizonte subsuperficial de enriquecimiento secundario de arcillas desarrollado en condiciones de acidez o de alcalinidad sódica, y asociado con un horizonte superficial claro, generalmente pobre en materia orgánica o de poco espesor. El suborden Acualfes es el más difundido y el subgrupo Natracualf es el más característico y único en el área de estudio

Son suelos con drenaje natural imperfecto, debido a una capa freática fluctuante próxima a la superficie. El horizonte superficial, o bien es muy decolorado con muy bajo contenido de materia orgánica, o es demasiado delgado o duro y masivo en seco (epipedón ócrico). Luego, pasa en forma abrupta a un horizonte enriquecido en arcilla iluvial, en el cual el sodio representa más del 15 % de los cationes de intercambio (horizonte nátrico). Asociado a la presencia de sodio, se encuentran tenores variables de sales solubles y carbonatos de calcio en concreciones. La secuencia de horizontes es la siguiente: A2, B2t, B3 y C.

Por la posición que ocupan (sectores deprimidos y bajos), estos suelos sufren anegamientos y/o encharcamientos frecuentes y la eliminación del agua es impedida por el escurrimiento superficial muy lento a nulo.

Se han desarrollado a partir de sedimentos eólicos franco arenosos, loésicos franco a franco limosos y fluviales franco arenosos. Por la naturaleza -tanto física como química- de las limitaciones, el uso y la aptitud de estos suelos están restringidos a campos naturales de pastoreo. Los Natracualfes típicos están ampliamente distribuidos. Se han reconocido las siguientes fases: erosión hídrica moderada, franco, franco arenoso, franco limoso.

2.5 HIDROLOGÍA

2.5.1 Caracterización General

Todos los ríos y arroyos que cruzan la llanura santafesina terminan en forma directa o indirecta tributando sus aguas al Río Paraná (LiveArgentina, 2006). En este sentido, todas las cuencas hídricas de la Provincia pertenecen al Sistema de este río.

La cuenca del Paraná (Figura 53) tiene una superficie de 2,6 millones de km² y abarca cinco países: Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay y Bolivia. El sistema presenta tres áreas hidrográficas, el río Paraguay, el Alto Paraná, y el Paraná medio e inferior (Centro, 2004).

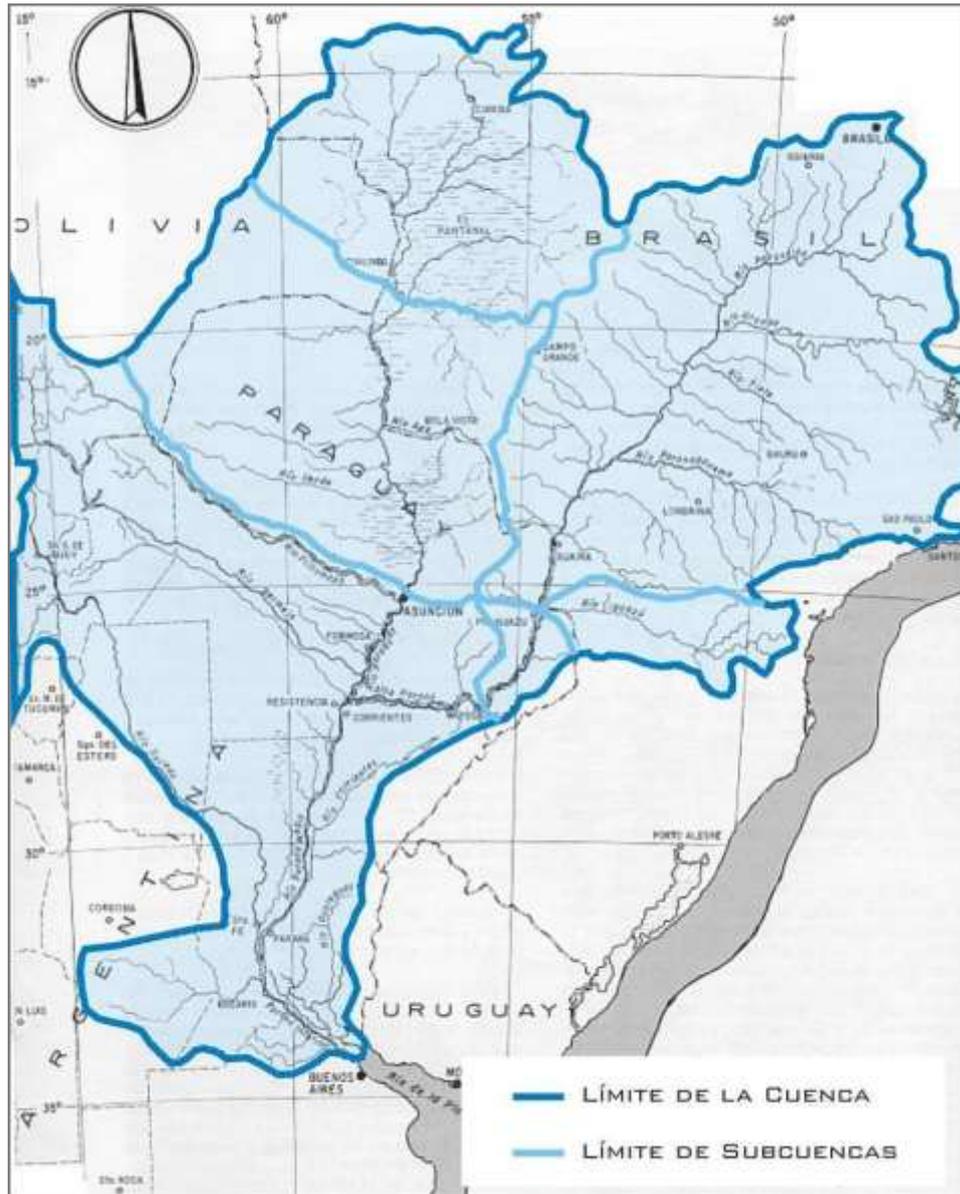


Figura 53. Cuenca del Río Paraná. Fuente: Centro (2004).

El río Paraguay nace a los 14° 20' de latitud sur en el Matto Grosso central (Brasil). El Bajo Paraguay corresponde a la porción argentino-paraguaya del mismo, la que se inicia en su confluencia con el río Pilcomayo (donde se hace sinuoso y con pequeñas islas) y se extiende hasta su desembocadura en el río Paraná (27° 17' de latitud sur). El río Paraná, el segundo más largo de Sudamérica, también nace en territorio brasileño (15° 30' de latitud sur). Por sus características geomorfológicas e hidrológicas diferenciales, comúnmente es zonificado en cuatro grandes tramos: el Alto Paraná, el Paraná Superior, el Paraná Medio y el Delta (Bó, 2006).

El Paraná Medio se extiende desde su confluencia con el río Paraguay en Paso de la Patria (Corrientes) hasta la ciudad de Diamante (Entre Ríos), donde se inicia el Delta. En él, la margen correntino-entrerriana es una barranca continua y elevada, mientras que la chaqueño-santafesina es baja. En el Delta, el cauce se ensancha determinando un amplio valle de inundación que, en su porción terminal, se divide en dos grandes brazos para conformar un verdadero delta desde el punto de vista geomorfológico (Bó, 2006).

El Río de la Plata, por último, corresponde, en realidad, a un estuario que se extiende desde la porción terminal del Delta y la desembocadura del río Uruguay hasta el Océano Atlántico, y finaliza a la altura de una línea imaginaria que une la localidad de Punta Rasa, en la Argentina, con Punta del Este, en Uruguay (Bó, 2006).

2.5.2 Hidrología del Área de Estudio

En particular, el área del proyecto se sitúa en el área correspondiente al Paraná medio. La pendiente en esta zona es leve (4 cm/km) y el ancho del río va disminuyendo de 4200 m, en Corrientes, a 2300 m en Santa Fe y 2000 m en Rosario (Centro, 2004). En este sector el ancho del área inundable se extiende casi completamente sobre la margen oeste, que es más baja y varía entre 13 km (en Corrientes). Sin embargo, a la altura de Diamante, la situación se invierte y la llanura de inundación del río Paraná se extiende casi completamente sobre la margen Este, alcanzando 56 km en Rosario – Victoria.

En este sentido, en las inmediaciones del área de estudio, la margen derecha del río es muy baja y anegadiza, presentando numerosas islas de construcción aluvional, es decir, formadas por los materiales que acarrea incesantemente el río con su enorme caudal. Por el contrario, la margen izquierda, opuesta a Santa Fe, es alta y barrancosa.

Los desbordes producidos por el Paraná sobre la provincia durante las crecientes, y las filtraciones que se producen a través de terrenos no muy compactos, forman arroyos y ríos que corren paralelos al Paraná, en dirección norte-sur, devolviendo las aguas al gran río a medida que descienden. Entre estos se destaca el río Coronda, curso de agua donde se instalarán las obras de toma y descarga asociadas al ciclo combinado (Figura 54).



Figura 54. Ríos en el área de estudio.

En el Paraná Medio el régimen hidrológico se caracteriza por un pulso anual aunque, en los últimos años, el mismo ha adquirido un carácter errático. Si bien siguen detectándose períodos de aguas relativamente altas y bajas, pueden observarse varios pulsos pequeños en el ciclo anual, o bien varios años de inundación o de estiaje. Estos eventos se relacionan con fenómenos climáticos naturales como “El Niño” o “La Niña”, aunque también se los asocia al manejo hidráulico que se realiza en las altas cuencas (Bó, 2006).

Al Norte del área de estudio los cursos de agua principales son los arroyos Leyes, Potrero, y Saladillo, los cuales alimentan al sistema lacunar Capón-Setúbal. Estás reciben el ingreso importante del arroyo Leyes, que aporta la casi totalidad del caudal de agua de buena calidad al sistema, recordando que éste es el único aporte con escasa alteración al subsistema Salado-Coronda, ya que los ingresos por el Canal de Acceso al Puerto de Santa Fe se encuentran contaminados por la salida del sistema colector de efluentes cloacales de Santa Fe. El arroyo Saladillo, proveniente de un área que posee suelos de moderado tenor salino, por lo que sus aguas también lo son.

La comunicación de este sistema con el río Coronda se da a través del río Santa Fe, devenido desde principios del siglo pasado en Canal de Derivación Norte y Sur del Puerto de Santa Fe, siendo el río Coronda el único vínculo hídrico permanente natural entre el Sistema Setúbal-Leyes-Capón y el río Paraná propiamente dicho. Resulta importante mencionar que el sistema cuenta con otra comunicación fluvial, el Canal de Acceso al Puerto de Santa Fe, sin embargo este es de origen antrópico y de comportamiento hídrico cambiante.

Aguas abajo del área de estudio, el río Coronda vierte sus aguas en la Laguna Coronda, la cual también recibe los aportes provenientes del Cauce Principal del Paraná durante los períodos de desborde. El desarrollo espacial de este sistema, adquiere su máxima dimensión precisamente a la altura de esta última laguna Coronda, disminuyendo hacia el Sur, a medida que el cauce principal del Río Paraná se aproxima a la margen derecha, al Norte de la ciudad de Rosario.

El río Coronda constituye el desagüe natural de las lagunas El Capón o Pedro al norte, la que afluye el río Saladillo Dulce; arroyo De Leyes en el centro, que recibe las aguas de crecida del río San Javier por el arroyo De Leyes; y la laguna Setúbal, que enmarca la ciudad de Santa Fe (Giarut et al. s/f).

Finalmente el Coronda desagua en el Carcarañá, río alóctono proveniente de las sierras de Córdoba, formado por la confluencia de los ríos Tercero y Cuarto. La presencia de embalses en la cuenca del Tercero, determina una merma en sus caudales al llegar a Santa Fe, recibiendo en el límite provincial al arroyo de las Tortugas (Giarut et al., s/f).

2.5.2.1 Batimetría

En el presente Estudio de Impacto Ambiental Complementario de la Ampliación a Ciclo Combinado de la CTBL se utilizaron los datos hidrológicos medidos y evaluados en el marco del informe de evaluación técnica y proyecto ejecutivo básico de las obras necesarias para la construcción de la Terminal Portuaria Petrolera asociada a la Central Termoeléctrica Brigadier López. El mismo fue realizado mediante un convenio entre ENARSA, el Instituto Nacional del Agua y la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional (ENARSA - INA - FRSF UTN, 2009).

Se efectuó un levantamiento hidrográfico en el canal de derivación sur, vado y nacientes del río Coronda hasta 1000 metros aguas abajo de la zona de interés. El levantamiento hidrográfico se realizó a través de perfiles transversales espaciados cada 25 metros sobre la margen derecha del río Coronda 100 metros aguas arriba y aguas abajo de la zona de interés, y cada 50 metros en el resto de la sección relevada. En tanto, sobre la margen derecha de la zona de interés, se realizó un levantamiento planialtimétrico de la franja costera.

La información altimétrica obtenida se presenta en la siguiente figura. Las profundidades batimétricas y alturas topográficas que allí figuran fueron referenciadas al sistema altimétrico del Instituto Geográfico Militar.

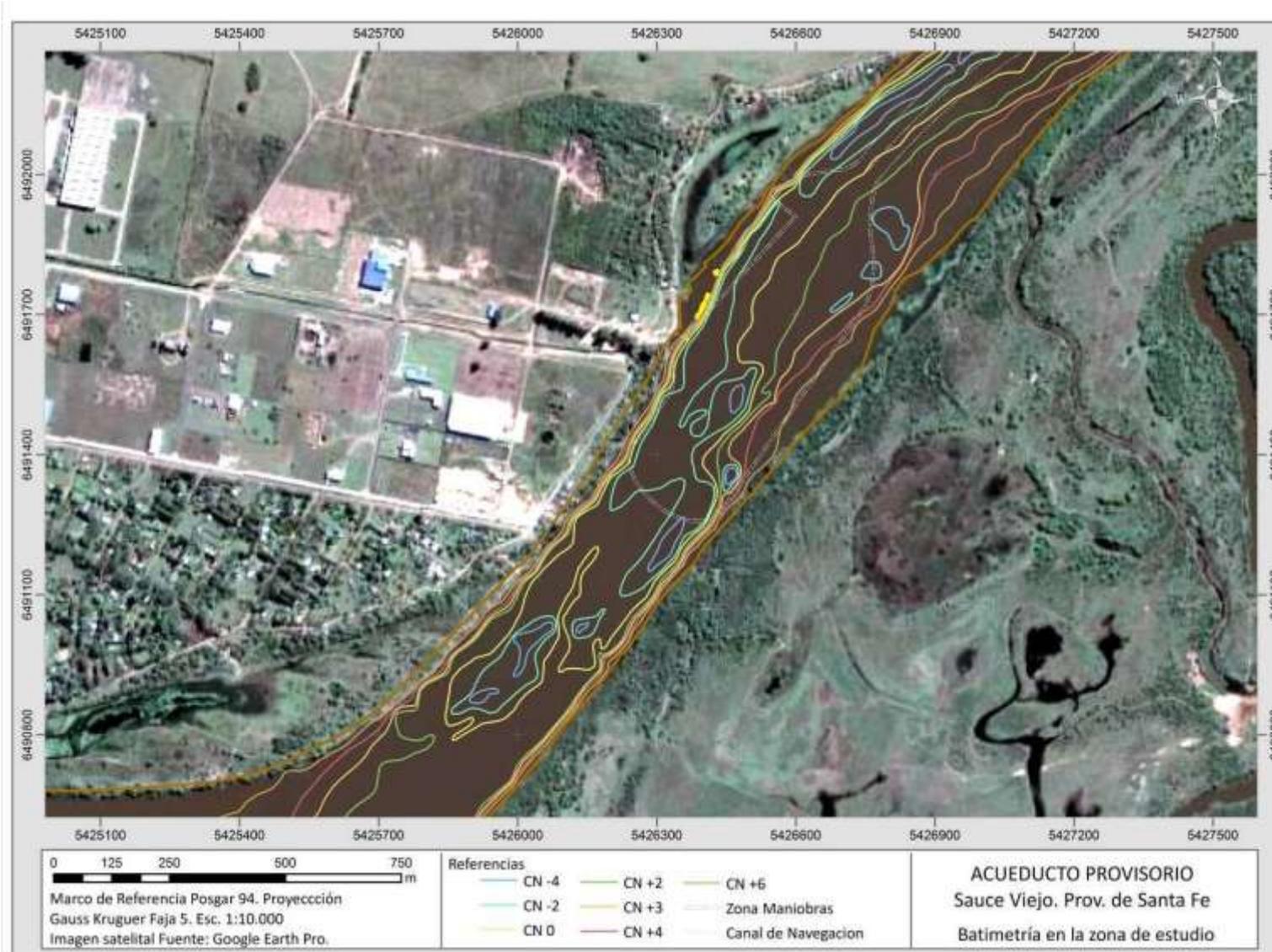


Figura 55. Batimetría del área de estudio (ENARSA - INA - FRSF UTN, 2009).

2.5.2.2 Parámetros Hidrológicos

También en el marco del citado informe antecedente (ENARSA - INA - FRSF UTN, 2009), se definieron los parámetros hidrológicos del río Coronda a la altura del área en estudio.

Niveles Hidrométricos

Se realizó un análisis de los niveles hidrométricos máximos y mínimos en la estación puerto Santa Fe y se trasladó su resultado al área del proyecto.

Para la determinación de los niveles máximos del río Paraná, se utilizó la serie de niveles máximos diarios y se realizó un análisis de frecuencia utilizando el programa AFMULTI.

Se seleccionó el nivel máximo anual alcanzado o superado durante 1 día, 7 días, 15 días y 30 días. Para cada uno de los tiempos de permanencia definidos, se realizó el análisis de frecuencia de la serie 1960/61 – 2003. En función de los ajustes a la muestra disponible y a recomendaciones de estudios antecedentes sobre el río, se adoptó la distribución GEV (de valores extremos generalizada) para las muestras analizadas.

Teniendo en cuenta la cota IGM del cero de la escala del puerto de Santa Fe de 8,19 m, se determinaron las alturas máximas características del río Paraná en la sección del puerto de Santa Fe, para distintos tiempos de permanencia y períodos de recurrencia (Tabla 24).

Tabla 24. Alturas máximas del río Paraná en la sección del puerto de Santa Fe (en cotas IGM), para distintos tiempos de permanencia y períodos de recurrencia (T). Tomado de ENARSA - INA - FRSF UTN (2009).

| T (años) | 1 día | | 7 días | | 15 días | | 30 días | |
|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | Altura (m) | Cota (m) |
| 2 | 5,16 | 13,35 | 5,11 | 13,3 | 5,01 | 13,2 | 4,75 | 12,94 |
| 5 | 6,12 | 14,31 | 6,06 | 14,25 | 5,93 | 14,12 | 5,63 | 13,82 |
| 10 | 6,7 | 14,89 | 6,63 | 14,82 | 6,46 | 14,65 | 6,1 | 14,26 |
| 20 | 7,21 | 15,4 | 7,13 | 15,32 | 6,91 | 15,1 | 6,49 | 14,68 |
| 50 | 7,82 | 16,01 | 7,71 | 15,9 | 7,42 | 15,61 | 6,92 | 15,11 |
| 100 | 8,24 | 16,43 | 8,11 | 16,3 | 7,76 | 15,95 | 7,19 | 15,38 |
| 500 | 9,09 | 17,28 | 8,92 | 17,11 | 8,41 | 16,6 | 7,67 | 15,86 |

Si adoptamos una pendiente media estimada a partir de diferentes análisis de pendientes hidráulicas obtenidas de tramos de ríos como el Coronda y el San Javier y el canal de Derivación Sur, en las diferentes crecidas ocurridas como las de 1983, 1992 y 1998, se estima que el nivel producido será en la sección de interés de 15,90 metros, para un período de recurrencia de 100 años (T=100) (ENARSA - INA - FRSF UTN, 2009).

A continuación se presentan los niveles mínimos anuales del río Paraná en la estación puerto Santa Fe (valores de la escala hidrométrica del puerto) para el período 1905 - 2007 (Figura 56).

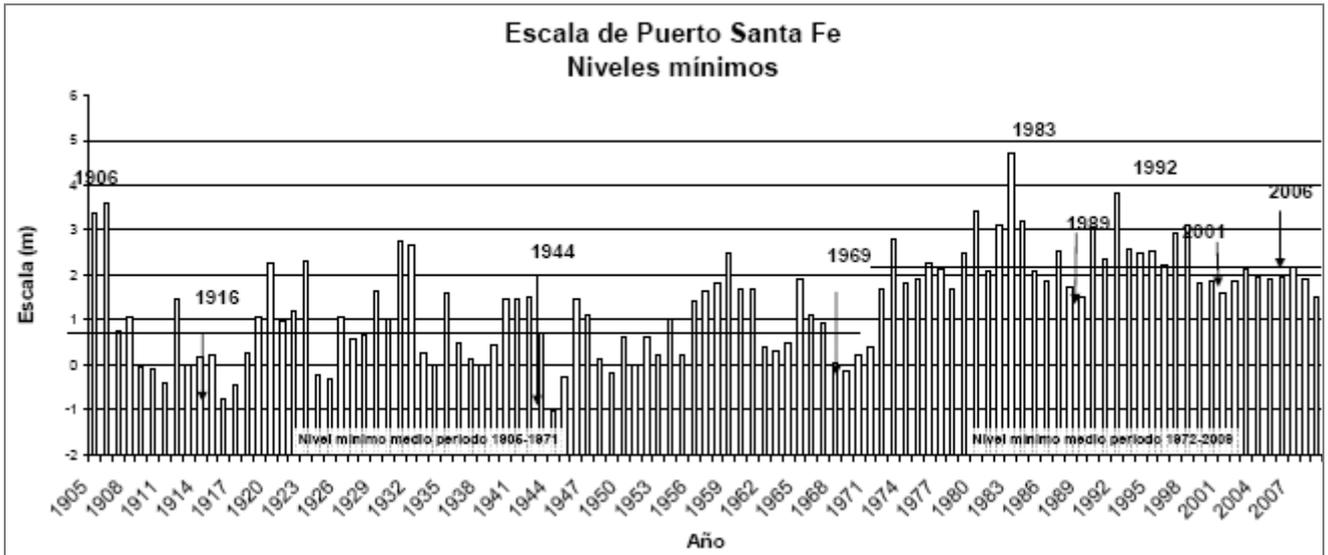


Figura 56. Niveles mínimos del río Paraná en la sección del puerto de Santa Fe (en la escala hidrométrica del puerto). Tomado de ENARSA - INA - FRSF UTN (2009).

Se observa que los niveles mínimos anuales se han ido incrementando en el tiempo. Para el período 1905-1971 se estimó un valor medio de entre +0,5 y +1 m. En tanto, para el período 1972-2009, este valor medio se incrementó, superando los +2 m. Teniendo en cuenta que la cota IGM del cero de la escala del puerto de Santa Fe es 8,19 m, el valor medio para el período 1905-1971 rondaría entre los 8,69 y 9,19 m, y para el período 1972-2009, superaría los 10,19 m.

Es de esperar que estas condiciones se mantengan a lo largo del tiempo, dado que estos efectos son producto de la capacidad de regulación que se observa en el sistema del río Paraná.

Análisis de Oleaje

Se realizó un análisis de la altura de ola. En este sentido, se estimó la altura media de la ola para la dirección de viento predominante y la ráfaga más intensa. Los métodos de previsión de oleaje a partir de datos de viento pueden estimar aproximadamente el oleaje, pero no tienen en cuenta el oleaje de fondo que se propaga simultáneamente en el interior del área de generación, ni su evolución fuera de la misma. Se asume que el viento se mantiene constante en su magnitud y dirección sobre el espacio de generación.

Para la estimación de la altura de la ola en una superficie de agua se deben sumar:

- la altura estimada que puede alcanzar la ola para una determinada combinación de factores (la longitud del fetch⁶, la velocidad, la dirección y la duración del viento, la profundidad del agua) en el sector de la ribera considerada;

⁶ Este valor representa la distancia efectiva sobre la cual actúa el viento de diseño.

- y la marea eólica resulta de la sobreelevación del tirante de agua sobre la línea de la ribera inducida por el viento en función de la persistencia producida a sotavento del viento (opuesto a la dirección del viento).

El método de estimación utilizado fue el de Braslavskov para aguas poco profundas.

Los resultados del análisis realizado se presentan en la Tabla 25, donde se indican la ola media y la ola que es superada con el 13% de probabilidad y el 1% de probabilidad; y la marea eólica.

Tabla 25. Altura de ola total para los vientos predominantes del área. Tomado de ENARSA - INA - FRSF UTN (2009).

| Viento Predominante | T seg | λ m | Hm m | K_i | $H_{13\%}$ m | K_i | $H_{1\%}$ m | S m | H_{total} m |
|---------------------|-------|-------------|------|-------|--------------|-------|-------------|-------|---------------|
| Viento Sur | 2,73 | 11,64 | 0,66 | 1,51 | 0,995 | 2,15 | 1,42 | 0,055 | 1,475 |
| Viento Este | 2,31 | 8,338 | 0,36 | 1,54 | 0,561 | 2,2 | 0,8 | 0,038 | 0,838 |

Siendo:

- T: período de la onda media
- λ : longitud de onda de la ola
- Hm: altura de la ola media
- K_i : factor de frecuencia para la definición de la altura de ola del tren de olas para una probabilidad i% de ser superada
- $H_{13\%}$: altura de ola del tren de olas para una probabilidad del 13% de ser superada
- $H_{1\%}$: altura de ola del tren de olas para una probabilidad del 1% de ser superada
- S: marea eólica
- H_{total} : altura total de la ola para un viento de recurrencia de 2 años ($Tr= 2$) y una probabilidad de 1% del tren de olas de ser superado

Máximo Nivel de Agua del Río Coronda

Finalmente, se ha estimado un nivel máximo de agua para el río Coronda. Este valor corresponde a la altura máxima del nivel de agua, más la altura de oleaje, y más una revancha de seguridad.

| | |
|--|----------------|
| H max Puerto Santa Fe: | 8,24 m |
| Cota max del pelo de agua $Tr= 100$ años Parque Industrial: | 15,90 m |
| Cota max Parque Industrial (considerando la altura de oleaje): | 16,65 m |
| Cota max Parque Industrial (considerando la revancha): | 17,00 m |

2.5.3 Calidad de Aguas Superficiales

Para la caracterización de la calidad de las aguas superficiales se utilizarán los datos obtenidos del Estudio de Impacto Ambiental de la CTBL (Serman & Asociados S.A., 2009). En el mismo se llevó a cabo la determinación de parámetros químicos de muestras de agua superficial en un sitio localizado sobre el río Coronda, a 200 m del predio de la CTBL, y en un sitio situado sobre un canal proveniente del parque industrial, el cual vierte sus aguas en el río Coronda en las inmediaciones del predio.

Los parámetros muestreados se seleccionaron en base a las características generales y particulares del área de estudio y las potenciales incidencias derivadas de la construcción y el funcionamiento de la CTBL.

Los parámetros medidos así como los métodos analíticos mediante los cuales los mismos fueron determinados se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26. Parámetros seleccionados para la realización del muestreo de calidad de agua superficial en la zona de proyecto. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

| Parámetro | Método Analítico | Límite de Cuantificación de la Técnica (µg/l) |
|-----------------------|-------------------|---|
| PCBs | EPA 3510 C-8082 | ≤ 0,00079 |
| Aluminio | EPA 3005 A-7020 | ≤ 5 |
| Amonio | SM 4500-NH3 B C/F | ≤ 50 |
| Antimonio | EPA 7041 | ≤ 10 |
| Arsénico | SM 3500 As B | ≤ 50 |
| Cadmio | EPA 3020 A-7131 | ≤ 0,2 |
| Cianuros totales | SM 4500-CN C/E | ≤ 5 |
| Cinc | EPA 3005 A-7950 | ≤ 30 |
| Cobre | EPA 3020 A-7211 | ≤ 2 |
| Cromo total | EPA 3020 A-7191 | ≤ 2 |
| Mercurio | EPA 7470-A | ≤ 0,5 |
| Níquel | EPA 3020 A-7521 | ≤ 25 |
| Nitrito | SM 4500-NO2 B | ≤ 50 |
| Plata | EPA 7761 | ≤ 0,5 |
| Plomo | EPA 3020 A-7421 | ≤ 1 |
| Selenio | EPA 7740 | ≤ 10 |
| Hidrocarburos totales | EPA 418.1 | ≤ 500 |
| BTEX | EPA 5021 A-8015 D | ≤ 10 |
| Benceno | EPA 5021 A-8015 D | ≤ 10 |
| Tolueno | EPA 5021 A-8015 D | ≤ 300 |
| Etilbenceno | EPA 5021 A-8015 D | ≤ 700 |
| Xileno | EPA 5021 A-8015 D | ≤ 10000 |

| Parámetro | Método Analítico | Límite de Cuantificación de la Técnica (µg/l) |
|------------------|------------------|---|
| DBO5 | SM 5210 B | |
| DQO | SM 5220 D | |
| Oxígeno disuelto | SM 4500-O G | |

Los valores obtenidos fueron contrastados con los estándares establecidos por la Ley Nacional Nº 24.051 y su Decreto Reglamentario Nº 831/93, los cuales se presentan en la Tabla 1 (Niveles Guía de Calidad de Agua para Fuentes de Agua de Bebida Humana con Tratamiento Convencional) y en la Tabla 2 (Niveles Guía de Calidad de Agua para Protección de Vida Acuática Agua Dulce Superficial) del mencionado Decreto.

Tanto el muestreo, como el posterior análisis fueron llevados a cabo por el Grupo Induser SRL, el cual es un laboratorio de análisis químicos y microbiológicos, quien tiene habilitaciones del Ministerio de Salud, La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, La Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires y certificaciones ISO 9001 – 2000, Certificado de Acreditación de Laboratorio de Ensayos (OAA) y el Sello Baires de reconocimiento a la Calidad, otorgado por el Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

Las metodologías implementadas para el muestreo y preservación de las muestras fueron las siguientes:

- ISO 5667-2 Directivas generales sobre técnicas de muestreo.
- ISO 5667-3 Guía para la preservación y manipuleo de las muestras.
- ISO 5667-6 Directivas para el muestreo de ríos y cursos de aguas.
- ISO 5667-14 Directivas sobre el aseguramiento de la calidad del muestreo y manipulación de agua.

Una de las muestras fue extraída del río Coronda, mientras que la otra fue extraída de un desagüe proveniente del Parque Industrial (Tabla 27 y Figura 57).

Tabla 27. Sitios de extracción de las muestras de agua superficial. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

| Código | Ubicación | Coordenadas geográficas (latitud/longitud) | | Nº de muestras |
|--------|---|--|-------------------|----------------|
| | | | | |
| AS 01 | Canal de desagüe del Parque Industrial | 31° 42' 47,91`` S | 60° 46' 50,16`` S | 1 |
| AS 02 | Ribera del Río Coronda frente a terrenos de la futura CT. | 31° 42' 44,23`` S | 60° 46' 38,13`` S | 1 |



Figura 57. Ubicación de los sitios de muestreo de calidad de agua. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis (Tabla 28 y Tabla 29).

Tabla 28. Resultados del análisis químico de la muestra de agua superficial extraída en el punto AS-01 (Descarga Parque Industrial). Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

| Parámetros | Valor | Desagüe a Curso de Agua Superficial | Supera Desagüe a Curso de Agua Superficial |
|-----------------------|---------|-------------------------------------|--|
| Unidades | ug/l | ug/l | |
| PCBs | < 0,001 | 0,00079 | debajo de límite |
| Aluminio | 7030 | 200 | SI |
| Amonio | 15680 | 50 | SI |
| Antimonio | < 10 | 10 | NO |
| Arsénico | < 20 | 200 * | NO |
| Cadmio | < 0,2 | 20 * | NO |
| Cianuros totales | < 5 | 200 * | NO |
| Cinc | 190 | 5000 * | NO |
| Cobre | 20 | 400 * | NO |
| Cromo total | 17 | 100 * | NO |
| Mercurio | < 0,5 | 1 | NO |
| Níquel | < 10 | 25 | NO |
| Nitrito | < 20 | 50 | NO |
| Plata | < 0,5 | 50 | NO |
| Plomo | 11 | 100 * | NO |
| Selenio | < 10 | 10 | NO |
| Hidrocarburos totales | 600 | | |
| BTEX | < 10 | 10 | NO |
| Benceno | < 10 | 10 | NO |
| Tolueno | < 10 | 1000 | NO |
| Etilbenceno | < 10 | 700 | NO |
| m,p-Xileno | < 10 | 10000 | NO |
| o-Xileno | < 10 | | |

* Valores establecidos en la resolución DIPOS 1089/82 de la Provincia de Santa Fe.

| Parámetros | Valor | Desagüe a Curso de Agua Superficial |
|------------------|-------|-------------------------------------|
| Unidades | mg/l | mg/l |
| DBO ₅ | 225 | 50 |
| DQO | 479 | 75 |
| Oxígeno Disuelto | 5,7 | |



Figura 58. Efluente proveniente del parque industrial. a) vista del canal dentro del parque. b) Punto de vuelco en el río Coronda. Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

En este sentido, los resultados obtenidos fueron contrastados con los niveles establecidos en la Resolución N° 1.089/82 de la Provincia de Santa Fe, la cual constituye el reglamento para el control del vertimiento de líquidos residuales de la mencionada provincia.

En su Anexo II, se presentan las condiciones físicas y químicas a las que deben ajustarse los efluentes para su descarga en cuerpos receptores. Bajo el Título C del mencionado Anexo se presentan los valores para los desagües a conducto pluvial abierto o a curso de agua superficial, aplicables al caso bajo análisis ya que el mencionado canal vierte sus aguas al río Coronda.

Dicha resolución establece que las sustancias tóxicas no deben estar presentes en concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana. En este sentido se consideraron los estándares establecidos para el consumo de agua con tratamiento convencional en la Tabla 1 del Decreto N°831/93. Sin embargo, existen una serie de sustancias para las cuales la resolución define los niveles para las que se tolerarán valores inferiores (Arsénico, Cadmio, Cianuro, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo).

Resulta importante mencionar que la mayoría de los parámetros normados se encuentran referenciados a la distancia a una toma de agua y a diversos factores de dilución. En este sentido, para la presente evaluación se consideraron los valores más restrictivos.

De todos los parámetros analizados, los únicos compuestos que presentaron niveles superiores a los establecidos fueron el aluminio y el amonio.

El aluminio es un metal que se encuentran normalmente en efluentes industriales (ATSDR, 2006). En cuanto a amonio, el mismo puede deberse a procesos industriales, pero también al metabolismo de desechos orgánicos. Además de cómo amonio, el nitrógeno se encuentra en el agua en otros dos estados, como nitrito y como nitrato. Tanto el amonio como los nitritos son compuestos inestables y los mismos como resultado del proceso de nitrificación se terminan convirtiendo en nitratos, la cual es la forma más estable y es la forma principal del nitrógeno inorgánico en las aguas naturales. En este sentido, altos niveles del amonio indican una contaminación orgánica relativamente reciente ya que este compuesto aún no se ha oxidado.

Otro indicio de contaminación orgánica se desprende los valores de DBO registrados los cuales fueron de 225 mg/l, siendo de 1-2 mg/l la concentración en aguas no contaminadas. Por otro lado, la relación DBO/DQO disminuye con el uso creciente de compuestos orgánicos no biodegradables (detergentes aniónicos, insecticidas, plásticos y celulosa). En desechos domésticos puros la relación es de 1, en desagües municipales puede variar entre 1:3 a 1:7, mientras que en industrias de celulosa (lenta degradación) y curtiembres (potentes inhibidores) es muy baja. En este sentido la relación obtenida fue de aproximadamente 0,47 indicando que entre el 50 y el 70 % del material orgánico presente es biodegradable.

Tabla 29. Resultados del análisis químico de la muestra de agua superficial extraída en el punto AS-02 (Río Coronda). Tomado de Serman & Asociados S.A. (2009).

| Parámetros | Valor | Consumo Humano con tratamiento convencional | Protección de la Vida Acuática. Agua Dulce Superficial | Supera Consumo Humano con tratamiento convencional | Supera Protección de la Vida Acuática. Agua Dulce Superficial |
|-----------------------|---------|---|--|--|---|
| Unidades | ug/l | ug/l | ug/l | | |
| PCBs | < 0,001 | 0,00079 | 0,001 | debajo de límite | NO |
| Aluminio | 7950 | 200 | 5 | SI | SI |
| Amonio | 1670 | 50 | 1370 | SI | SI |
| Antimonio | < 10 | 10 | 16 | NO | NO |
| Arsénico | < 20 | 50 | 50 | NO | NO |
| Cadmio | < 0,2 | 5 | 0,2 | NO | NO |
| Cianuros totales | < 5 | 100 | 5 | NO | NO |
| Cinc | 110 | 5000 | 30 | NO | SI |
| Cobre | 9 | 1000 | 2 | NO | SI |
| Cromo total | 40 | 50 | 2 | NO | SI |
| Mercurio | < 0,5 | 1 | 0,1 | NO | debajo de límite |
| Níquel | < 10 | 25 | 25 | NO | NO |
| Nitrito | 570 | 50 | 60 | SI | SI |
| Plata | < 0,5 | 50 | 0,1 | NO | debajo de límite |
| Plomo | 14 | 50 | 1 | NO | SI |
| Selenio | < 10 | 10 | 1 | NO | debajo de límite |
| Hidrocarburos totales | < 500 | | | | |
| BTEX | < 10 | 10 | 300 | NO | NO |
| Benceno | < 10 | 10 | 300 | NO | NO |
| Tolueno | < 10 | 1000 | 300 | NO | NO |
| Etilbenceno | < 10 | 700 | 700 | NO | NO |

| Parámetros | Valor | Consumo Humano con tratamiento convencional | Protección de la Vida Acuática. Agua Dulce Superficial | Supera Consumo Humano con tratamiento convencional | Supera Protección de la Vida Acuática. Agua Dulce Superficial |
|------------|-------|---|--|--|---|
| Unidades | ug/l | ug/l | ug/l | | |
| m,p-Xileno | < 10 | 10000 | | NO | |
| o-Xileno | < 10 | | | | |

| Parámetros | Valor |
|------------------|-------|
| Unidades | mg/l |
| DBO ₅ | 18,0 |
| DQO | 42,0 |
| Oxígeno Disuelto | 7,8 |

En cuanto a los resultados obtenidos en las muestras tomadas del río Coronda (100 metros aguas arriba de la descarga analizada anteriormente), de todo los parámetros analizados, los únicos compuestos que presentaron niveles superiores a los establecidos para el consumo humano con tratamiento convencional (Tabla 1 Decreto N° 831/93) fueron el aluminio y el amonio, de manera concordante con lo registrado para el efluente (SU 01).

El aluminio es un metal que se encuentra naturalmente en los cursos de agua. Sin embargo, las concentraciones en las que se halla pueden verse aumentadas directa e indirectamente como resultado la actividad humana mediante el vertido de efluentes industriales y municipales, el lavado de tierras cultivadas y por deposiciones húmedas y secas entre otros (ATSDR, 2006).

En este sentido, si bien localizado aguas arriba del punto de vertido, los valores registrados en este lugar pueden deberse al aporte del efluente proveniente del parque industrial, como consecuencia del transporte de los mismos en contra del flujo predominante como resultado de pequeñas corrientes locales con dirección opuesta al mismo. Por otro lado, el río Coronda nace de la confluencia de los río Salado y Santa Fe, recibiendo este último los aportes del colector de efluente cloacales de la ciudad homónima. Más aún el mismo constituye el canal de acceso al puerto de Santa Fe, en donde las actividades desarrolladas pueden aportar contaminantes al curso de agua.

Si bien la exposición al aluminio generalmente no es perjudicial, la exposición a cantidades altas puede afectar la salud. En este caso la concentración de aluminio fue de 7,95 mg/l, siendo 40 veces superior al valor establecido para el consumo humano, indicado un grado de contaminación significativa con este metal.

En cuanto a amonio, como se mencionó previamente, el aumento del mismo en los cursos de agua puede asociarse con el aporte de procesos industriales y con el metabolismo de desechos orgánicos de las plantas de tratamientos. Dado que tanto el amonio como los nitritos son compuestos inestables, como resultado del proceso de nitrificación se terminan convirtiendo en nitratos, la cual es la forma más estable y es la forma principal del nitrógeno inorgánico en las aguas naturales.

En este sentido, altos niveles del amonio indican una contaminación orgánica relativamente reciente ya que este compuesto aún no se ha oxidado. En este caso los valores de amonio registrados fueron de 1,67 mg/l, siendo más de 30 veces superior que el valor establecido para el consumo humano.

Resulta importante mencionar que en este caso los niveles de amonio fueron un orden de magnitud menor que los registrados en el efluente. Sin embargo, la muestra tomada sobre el río Coronda presentó niveles de nitritos superiores al límite establecido para el consumo humano y para la protección de la vida acuática. La presencia de este compuesto en concentraciones 10 veces mayores a los niveles guía pueden asociarse con la oxidación de los compuestos nitrogenados presentes en las descargas cloacales de Santa Fe.

En relación a los niveles de oxígeno, los mismos fueron de 7,8 mg/l valor al límite establecidos por la EPA para la protección de la vida acuática (5 mg/l). Más aún los valores de DBO fueron de 18 mg/l, siendo de 1-2 mg/l la concentración en aguas no contaminadas. No obstante, la Secretaria de Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata establece un valor menor que 40 mg/l como media aceptable pero menor que 3 mg/l para la protección de la vida acuática. Por otro lado, la relación DBO/DQO fue de aproximadamente 0,42 indicando que entre el 50 y el 70 % del material orgánico presente es biodegradable.

Desde el punto de vista de la protección de la vida acuática, además de los compuestos analizados anteriormente, presentaron valores superiores a los estándares establecidos el cobre, el cinc, el plomo y el cromo. Estos cuatro compuestos son metales que ocurren naturalmente en el ambiente. Salvo el plomo, el cual no cumple ninguna función esencial para los seres vivos, el resto de los metales son necesarios para la vida en bajas concentraciones pero al aumentar las mismas se vuelven tóxicos para los organismos vivos.

El zinc es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre. Se encuentra en el aire, el suelo y el agua, y está presente en todos los alimentos. Cierta cantidad de zinc es liberada al ambiente por procesos naturales, pero también por fuentes antropogénicas entre las que se pueden considerarse la minería, la producción de acero, la combustión de petróleo y la incineración de basura (ATSDR, 2005).

El cobre es un metal que ocurre naturalmente en el ambiente y es un elemento esencial para plantas y animales (incluso seres humanos), lo que significa que es necesario para la vida. Por lo tanto, las plantas y los animales deben absorber cobre de los alimentos o bebidas que ingieren, o del aire que respiran. No obstante, como se mencionó anteriormente, cuando las concentraciones de cobre exceden ciertos umbrales se vuelven tóxicas.

En este sentido, el cobre puede aumentar como el resultado de actividades antrópicas, como por ejemplo en la fabricación de alambres, cañerías y láminas de metal. Los compuestos de cobre son usados comúnmente en la agricultura para tratar enfermedades de las plantas, como el moho, para tratar agua, y como preservativos para alimentos, cueros y telas. Así, el cobre es liberado por la industria minera, actividades agrícolas y de manufactura, y por la liberación de aguas residuales. El cobre también es liberado desde fuentes naturales como por ejemplo volcanes, polvo que sopla el viento, vegetación en descomposición e incendios forestales (ATSDR, 2004).

Por su parte el cromo es un elemento natural que se encuentra en rocas, animales, plantas, el suelo, y en polvo y gases volcánicos. El mismo está presente en el medio ambiente en varias formas diferentes. Las formas más comunes son el cromo (0), el cromo (III) y el cromo (VI). El cromo (III) ocurre en forma natural en el ambiente y es un elemento nutritivo esencial. El cromo (VI) y el cromo (0) son producidos generalmente por procesos industriales. El cromo metálico, que es la forma de cromo (0), se usa para fabricar acero. El cromo (VI) y el cromo (III), por su parte, se usan en cromado, en tinturas y pigmentos, curtido de cuero y para preservar madera (ATSDR, 2000).

Como se mencionó previamente el plomo es un metal que ocurre naturalmente en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. El plomo se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente, sin embargo, el aporte de fuentes naturales es considerablemente menor que el generado por fuentes antrópicas. En líneas generales la mayor parte del plomo liberado al ambiente en la actualidad proviene de actividades como la minería, manufactura industrial y la quema de combustibles fósiles (ATSDR, 2007).

En cuanto al medio acuático, entre las fuentes conocidas con potencial de liberar plomo al ambiente las más importantes son la industria del acero y del hierro. Los efluentes urbanos y las deposiciones atmosféricas son fuentes significativas indirectas de plomo en el ambiente acuático (ATSDR, 2007).

Para el caso de mercurio, el selenio y la plata, el límite de detección de la técnica utilizada fue superior que el nivel guía utilizado, por lo cual no se puede descartar que dichos compuestos se encuentren en concentraciones perjudiciales para los organismos acuáticos.

Los términos hidrocarburos totales de petróleo (abreviados TPH en inglés) se usan para describir una gran familia de varios cientos de compuestos químicos originados de petróleo crudo. El petróleo crudo es usado para manufacturar productos de petróleo, los que pueden contaminar el ambiente. Debido a que hay muchos productos químicos diferentes en el petróleo crudo y en otros productos de petróleo, no es práctico medir cada uno en forma separada. Sin embargo, es útil medir la cantidad total de TPH en un sitio. Los TPH son una mezcla de productos químicos compuestos principalmente de hidrógeno y carbono, llamados hidrocarburos (ATSDR, 1998).

La cantidad de TPH que se encuentra en una muestra sirve como indicador general del tipo de contaminación que existe en el sitio. Sin embargo, la cantidad de TPH que se mide suministra poca información acerca de como hidrocarburos de petróleo específicos pueden afectar a la gente, los animales y las plantas (ATSDR, 1998).

En este sentido, si bien no existen niveles guía para los Hidrocarburos Totales de Petróleo, los análisis realizados no indicaron la presencia de los mismos.

3 MEDIO BIÓTICO

El medio biótico representa la parte viva de un ecosistema, la cual se encuentra íntimamente relacionada con el medio físico descrito anteriormente y es quien, en última instancia, impone las condiciones a las cuales estarán expuestas las comunidades biológicas presentes. En este sentido, cualquier territorio lo suficientemente extenso como para diversificarse en más de un tipo de ambiente físico, mostrará más de un tipo de vegetación y de comunidad faunística.

De este modo, estas comunidades están compuestas por diversas poblaciones de especies vegetales y animales, las cuales interactúan unas con otras confiriéndole a la comunidad de las cuales son parte sus características distintivas.

Si bien dependientes entre ellas, las comunidades vegetales y animales pueden estudiarse por separado. Esta división es ampliamente utilizada y ayuda a estructurar la caracterización del medio de una forma ordenada. Sin embargo, y en función de lo expuesto anteriormente, estas comunidades se encuentran indefectiblemente afectadas la una por la otra, por lo que muchas veces resulta imposible su descripción sin hacer mención de éstas.

3.1 CARACTERIZACIÓN REGIONAL

A partir del análisis de los principales tipos de vegetación presentes en la provincia de Santa Fe se han podido diferenciar cinco ecorregiones (Figura 59): Chaco Seco, Chaco Húmedo, Espinal, Pampa y Valle del Paraná (Lewis y Collantes, 1974; Cabrera, 1976; Prado, 1993; Dinerstein et al., 1995; Burkart et al., 1999).

La ecorregión del Espinal se ubica en el centro de Santa Fe, limitando al este con el Valle de inundación del río Paraná, ecorregión conocida como Delta e Islas del Paraná y que se extiende a lo largo de todo el límite oriental de la provincia Santafecina. Para algunos autores esta región es un sector perteneciente a la provincia Paranaense (Cabrera, 1976), aunque otros mencionan a las sabanas inundables de este valle con identidad propia como ecorregión (Dinerstein et al. 1995, Burkart et al. 1999).

En el límite de estas dos ecorregiones se localiza el área de estudio, en la cual es posible encontrar tanto elementos típicos del Espinal como del Valle del Paraná.

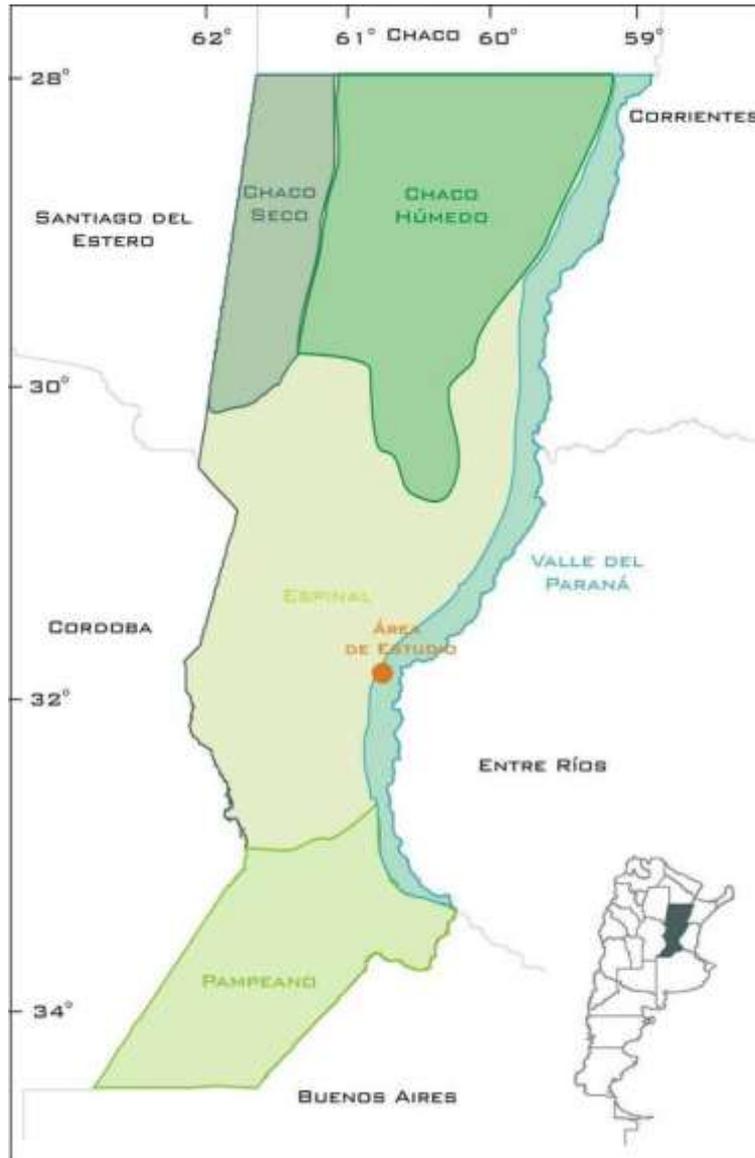


Figura 59. Ecorregiones. Fuente: Elaboración propia en base a Arzamendia y Girauco (2004) y Burkart et. al (2009).

El Espinal se caracteriza por la presencia de bosques bajos xerófilos compuestos por algarrobo negro (*Prosopis nigra*), ñandubay (*P. algarrobilla*), acompañado por quebracho blanco (*Aspidosperma quebrachoblanco*), tala (*Celtis spinosa*), espinillos (*Acacia caven*, *A. atramentaria*) y chañar (*Geoffroea decorticans*) (Arzamendia y Girauco, 2004).

Gran parte del Espinal se localiza en tierras de alto desarrollo agrícola y urbano, motivo por el cual su superficie se ha visto fuertemente reducida desde hace décadas. La gran diferencia de rentabilidad inmediata entre mantener tierras forestales con ganadería extensiva y convertirlas a la agricultura en general empujó a los propietarios hacia esta última opción. Este proceso eliminó una alta proporción de bosques de algarrobo en Santa Fe. El desmonte recrudesció recientemente con la rápida expansión de los cultivos de soja. Además, los bosques del Espinal han sido y siguen siendo reemplazados por plantaciones de Eucaliptos que se encuentran en expansión (Arturi, 2006).

La ecorregión Delta e Islas del Paraná es un conjunto de macrosistemas de humedales de origen fluvial (Bó, 2006). En líneas generales, los principales tipos de vegetación presentes en esta región son el bosque subtropical húmedo, la selva en galería, los sauzales de *Salix humboldtiana* y los alisales de *Tessaria integrifolia*, diversos tipos de sabanas inundables y los humedales (ríos, arroyos, lagunas, bañados y esteros) (Arzamendia y Giraudó, 2004).

Resulta importante mencionar que esta región incluye el corredor fluvial y las planicies aluviales del tramo inferior del río Paraguay, los tramos medio e inferior del río Paraná (es decir, el Paraná Medio y el Delta del Paraná) y el cauce del Río de la Plata. Dichos sectores cuentan con porciones tanto continentales como insulares y, si bien poseen varias características ecológicas comunes, por su ubicación, extensión y algunos rasgos físico-biológicos y socio-económicos diferenciales, son comúnmente descriptos en forma separada (Bó, 2006).

Puntualmente el área de estudio se encuentra contenida dentro del tramo conocido como Paraná Medio. El Paraná Medio se halla conformado por depósitos aluvionales que forman islas que, posteriormente, van adosándose para constituir la planicie de inundación donde lagunas, madrejones y zanjones son particularmente abundantes (Bó, 2006).

La vegetación marginal de la planicie es un bosque en galería, actualmente muy degradado y con amplios sectores erosionados. Los sauzales (*Salix humboldtiana*) y timbosales (*Tessaria integrifolia*) se establecen en márgenes y bancos, mientras que en los sectores altos del valle se forma otro tipo de bosque fluvial que incluye, entre otras, timbós blancos y colorados (*Enterolobium contortisiliquum*), ceibos (*Erythrina cristagalli*) y curupíes (*Sapium haematospermum*) (Bó, 2006).

En las medias lomas altas son comunes los pajonales de paja de techar (*Panicum prionitis*) y en las bajas, los carrizos, los canutillos, las verdolagas, los cataysales y los pastos de laguna (*Echinochloa spp.*). En los cuerpos de agua abundan los camalotes, los camalotillos (*Nymphoides indica*) y el irupé (*Victoria cruziana*) (Bó, 2006).

Kandus & Minotti (2010) llevaron a cabo una serie de relevamientos en la zona del Delta del Paraná identificando los cambios sobre la diversidad biológica como consecuencia de la construcción de terraplenes y áreas endicadas. Dichas obras son utilizadas en general como defensa para la actividad forestal, silvopastoril y en menor medida a las actividades agrícolas y emprendimientos urbanísticos.

Además de los terraplenes y endicamientos, se encuentran los atajarrepuntes y los diques o *polders*. Los atajarrepuntes son caminos de tierra sobreelevados, de sección trapezoidal de cerca de un metro de altura sobre el nivel del albardón. Este tipo de protección es común particularmente en plantaciones de frutales del Delta frontal, en los Municipios de Tigre y San Fernando, sometidas al régimen de mareas y repuntes del Río de la Plata. Los diques o *polders* están conformados por terraplenes también de sección trapezoidal que rodean a las áreas de producción y que usualmente involucran sistemas de zanjas, canales y compuertas asociados, para regular las eventuales entradas y salidas de agua. Los diques van desde pequeños, con movimientos de tierra de hasta 15 m³ por metro lineal de dique hasta diques llamados totales, concebidos para proteger las actividades productivas incluso frente a inundaciones extraordinarias, con alturas próximas a los 6 metros y movimientos de tierra superiores a los 45 m³/m.

Los endicamientos y terraplenes involucrados en la construcción de vías de comunicación (rutas, caminos), promueven cambios en los regímenes hidrológicos, modificando la composición y funcionamiento de los humedales y en consecuencia su provisión de bienes y servicios. La distribución espacial de los terraplenes y áreas endicadas (Figura 61), junto a la utilización de los terrenos para diferentes actividades, son las causas de la gran modificación actual del paisaje de la Región del Delta del Paraná.

En la Figura 60 se presentan las unidades ecológicas de humedales (UEH) detectadas por Kandus & Minotti (2010) en base al paisaje actual del Delta del Paraná. En la Tabla 30 se describe brevemente cada una de ellas indicando el patrón de paisaje, régimen hidrológico y vegetación que las caracterizan.

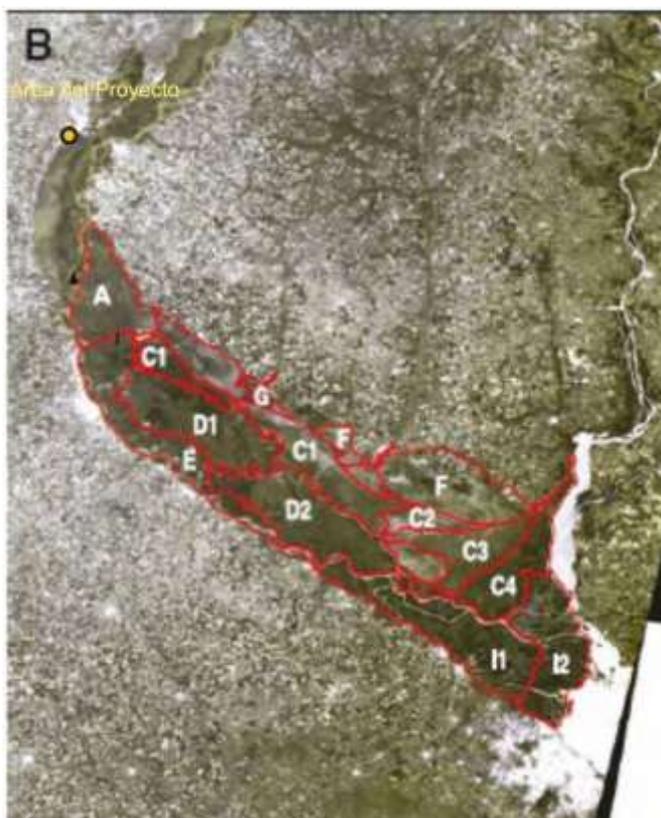


Figura 60. Unidades Ecológicas de Humedal (UEH) del Delta del Paraná (A-I). Tomado de Kandus & Minotti (2010).

Tabla 30. Principales características de las Unidades Ecológicas de Humedal (UEH) según los patrones de paisaje, régimen hidrológico y vegetación dominante. Tomado de Kandus & Minotti (2010).

| UEH | Patrón de paisaje | Régimen hidrológico | Vegetación |
|-----|--|---|---|
| A | Lagunas no vegetadas y patrón de espiras de meandros finos. Albardones altos en tramos del Paraná | Río Paraná. Inundación estacional. | Albardones y espiras: bosque mixto fluvial. Media loma: pastizal y pajonal de paja de techar. Bajos: praderas de herbáceas acuáticas latifoliadas y graminoides. |
| B | Constituido por grandes superficies cubiertas de agua con algunas isletas, que se corresponden a antiguos albardones. | Río Paraná. Inundación estacional. | Isletas con praderas de herbáceas graminiformes con algunos árboles aislados. |
| C1 | Alternancia de cordones arenosos subparalelos y depresiones anegables. Los cauces son escasos. | Río Paraná inundación estacional. | Cordones: pastizal bajo y árboles aislados. Depresiones anegables con praderas de herbáceas graminiformes y latifoliadas. |
| C2 | Alternancia de cordones arenosos subparalelos y depresiones anegables. Los cauces son escasos. | Río Paraná y Río Gualeguay. Inundación estacional compleja. | Cordones: pastizal bajo aparecen comunidades halófilas. Depresiones anegables con praderas de herbáceas graminiformes y equisetoides. |
| C3 | Alternancia de cordones arenosos y depresiones anegables amplias. Cursos de agua transversales a los cordones. | Río Paraná y Uruguay hacia el este. Inundación estacional compleja. | Cordones: pastizal con isletas y cordones de bosque de espinillo. Depresiones anegables con dominio de juncales. |
| C4 | Alternancia de cordones arenosos y depresiones anegables y formaciones de albardones asociados al Río Uruguay. Situación de transición con el Bajo Delta insular. | Río Paraná y, hacia el este, Uruguay y hacia el sur-este, mareas del Río de la Plata. Régimen complejo. | Cordones: pastizal con isletas y cordones de bosque de espinillo, ceibo, tala. Depresiones anegables con dominio de juncales y pajonales de paja brava. |
| D1 | Zonas inundadas en forma permanente y semipermanente, extensos esteros con cuerpos de agua abierta dispersos y albardones marginales y series de espiras de meandro que acompañan cursos menores. | Río Paraná (desde el curso principal y desde el Río Victoria). Prolongado tiempo de permanencia de las aguas. | Albardones: bosques bajos con sauces y también aparecen curupí y laurel. Media loma y bajos: praderas de herbáceas altas graminiformes y latifoliadas. |
| D2 | Zonas inundadas en forma permanente y semipermanente, extensos esteros con cuerpos de agua abierta dispersos y albardones marginales y series de espiras de meandro que acompañan cursos menores. | Río Paraná y Paraná Pavón. Prolongado tiempo de permanencia de las aguas. | Albardones: bosques bajos con sauces y también aparecen curupí y laurel. Media loma y bajos: praderas de herbáceas altas graminiformes, latifoliadas y equisetoides (juncales y pirizales). |
| E | Formas de origen fluvial: secuencias de altos y depresiones conformados por albardones y espiras de meandros. | Río Paraná. Tiempos breves de permanencia de agua. | Altos: bosques de sauce. Zonas deprimidas: comunidades de herbáceas latifoliadas o de herbáceas graminiformes flotantes. |
| F | Constituido por una planicie que se corresponde con una antigua albufera. Se encuentra a mayor altura con respecto al resto de la región, de la cual la separa una serie de cordones litorales arenosos. | Precipitaciones locales. | Matriz formada por una pradera de herbáceas graminiformes bajas sobre las que se encuentran isletas de bosque dominado por espinillo algarrobos y tala. |
| G | Constituido por los antiguos deltas de los ríos Nogoyá, Cle y Gualeguay. | Ríos Paraná y Gualeguay. Tiempos intermedios de permanencia de agua. | Albardones: bosque con especies típicas de ambientes ribereños. Media loma: arbustal y bosques bajos. Bajos o bañados: praderas de herbáceas acuáticas. |
| H | Constituido por la isla Ibicuy. Sector topográficamente elevado. | Río Paraná. Baja frecuencia de inundaciones. | Praderas de graminiformes bajas y praderas psamófilas. |
| I1 | Patrón de islas y cauces de distinta magnitud. Islas grandes: conformadas por albardones perimetrales que rodean áreas deprimidas. | Río Paraná, y en menor medida mareas del estuario Del Plata y sudestadas. Permanencia de agua moderada. | Albardones: bosque de sauce. Áreas deprimidas: juncales o pirizales. |
| I2 | Patrón de islas y cauces de distinta magnitud. Islas pequeñas: conformadas por albardones perimetrales que rodean áreas deprimidas. | Mareas del estuario Del Plata y sudestadas. Permanencia de agua breve. Baja influencia del Paraná. | Albardones: bosque diversos. Media loma: bosques de ceibo. Bajos: pajonales de paja brava o en el frente de avance: praderas de herbáceas graminiformes, latifoliadas y equisetoides según las características hidrológicas de los sitios |

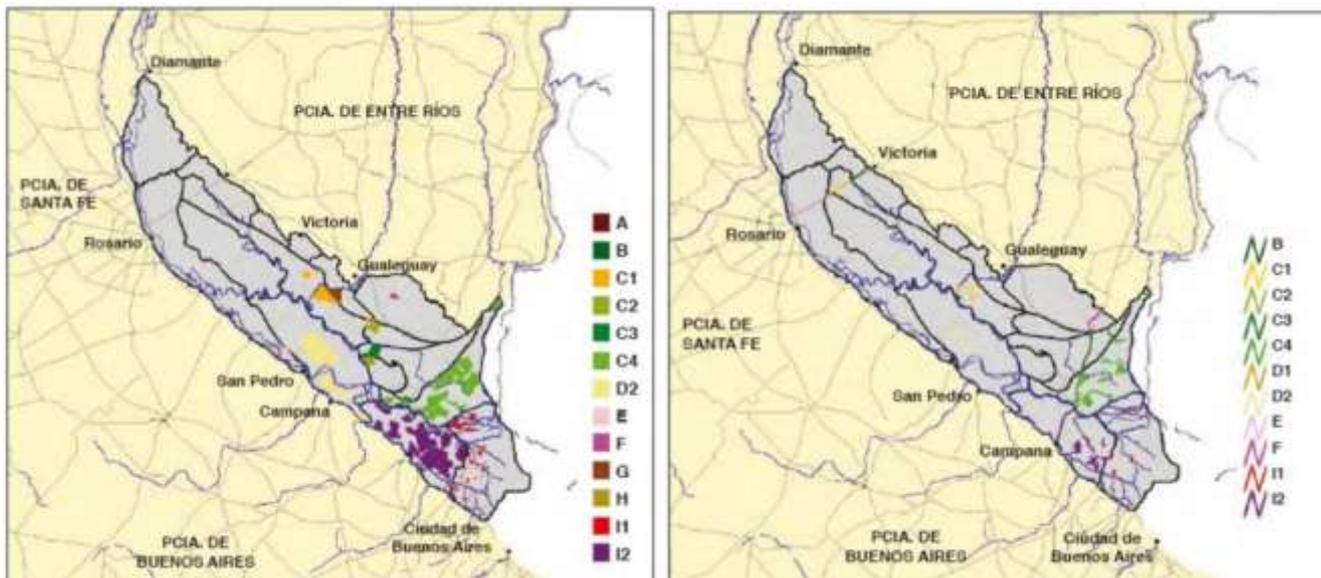


Figura 61. Derecha: Distribución de áreas endicadas. Izquierda: distribución de terraplenes en el Delta del Paraná según las UEH (Unidades Ecológicas de Humedal). Tomado de Kandus & Minotti (2010).

Los sistemas de producción a campo abierto, como la ganadería extensiva, aprovechan el ciclo de aguas bajas para realizar el engorde, particularmente en el Delta superior y medio. En el caso de la forestación en el Delta inferior, la cual incluye el área de emplazamiento del proyecto, se practica con especies tolerantes a las inundaciones como sauces (*Salix* spp.), (porciones bajas de los terrenos) y álamos (*Populus* spp.), (albardones, porciones altas del terreno). Dicha actividad es acompañada por obras de drenaje como zanjas y canales que facilitan la evacuación rápida de los excedentes hídricos provocados por desbordes de los ríos y repuntes de las mareas. Además con la expansión de la actividad frutícola y posteriormente forestal, junto a la implantación de híbridos de mayor rendimiento, (con menor tolerancia a las inundaciones y mayores requerimientos de calidad y sostén de producción), se incentivó al desarrollo de obras de defensa que regulen o impidan el ingreso de las aguas en las plantaciones (Marfut 1963, Mujica 1986 y Valiela 1987).

Al analizar la distribución espacial de los endicamientos por la unidad ecológica de humedal, las mayores proporciones de superficie endicada se encuentran en las unidades I2, C4 y D2 (Figura 60). La principal función de los endicamientos en este caso es la protección para el desarrollo de actividades forestales frente a las crecientes de los ríos Paraná, Uruguay y eventualmente los repuntes del Río de la Plata. La UEH I2 presenta el 42,21% de su superficie endicada e incluye la mayor concentración de diques y atajarrepuntes, y posee las fincas más antiguas dedicadas a la actividad forestal, y más recientemente la actividad silvopastoril. Esta unidad abarca al denominado “núcleo forestal” de los municipios de San Fernando y Campana, así como endicamientos de gran extensión pertenecientes al municipio de Zárate. Las áreas endicadas de la unidad C4 (31,64% de la superficie) incluyen también fincas forestales de gran tamaño y además otras dedicadas a la actividad ganadera. La unidad D2 presenta el 18,65% de su superficie afectada por endicamientos, quedando incluido aquí el antiguo dique de las islas Lechiguanas y una gran extensión endicada durante los últimos años en las islas frente a localidad de Baradero, ambos construidos con fines agrícola-ganaderos.

El resto de las unidades del delta tienen mucho menos del 10% de la superficie afectada a obras de endicamiento. Dentro de estas, las unidades C1, C2, C3, G y H, tienen entre 5 y el 10% de su superficie endicada, pero con uno o unos pocos diques de gran magnitud (el tamaño medio de los polígonos oscila entre 1.500 y más de 4.500 ha aprox.).

En cuanto a los terraplenes identificados, los mismos corresponden a rutas nacionales, provinciales y caminos internos.

Del mismo modo que para la vegetación, el territorio argentino ha sido dividido en regiones de acuerdo a la fauna presente en cada una de ellas, fijando límites de acuerdo a similitudes de especies. En este sentido, según Ringuelet (1961), la provincia de Santa Fe se encuentra dentro de la Subregión Guayano-Brasilera. Esta subregión engloba el Dominio Subtropical y el Dominio Pampasico, estando ambos representados en Santa Fe (Figura 62).

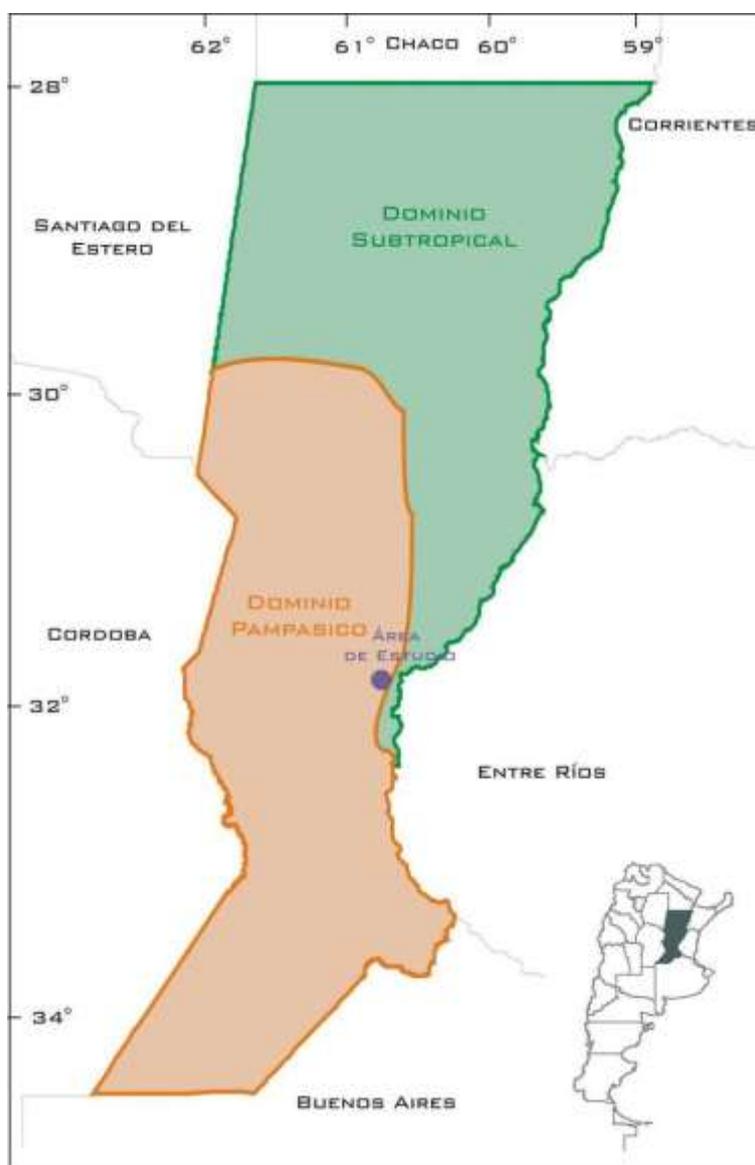


Figura 62. Dominios zoogeográficos presentes en la Provincia de Santa Fe.

Puntualmente el área de estudio se encuentra dentro del Dominio Pampasico. Según Bucher (1979), este dominio puede ser dividido en dos áreas bien diferenciadas, al norte se encuentra la Llanura Boscosa, mientras que hacia el sur se encuentra la Estepa Pampeana propiamente dicha.

Resulta importante mencionar que si bien el terreno se encuentra dentro del Dominio Pampasico, el mismo se localiza en el límite con el Dominio Subtropical. Dicho dominio encuentra su límite meridional en el margen rioplatense de la provincia de Buenos Aires. Dentro del mismo es posible diferenciar cuatro distritos: el misionero, el chaqueño, el tucumano-salteño, y el mesopotámico, que comprende el margen santafecino del Paraná y con el cual limita el área de estudio. A su vez el distrito mesopotámico incluye tres sectores: uno septentrional, desde el sur de la provincia de Misiones a Entre Ríos, cuyo límite sur es aproximadamente la faja del Espinal; el sector meridional, que bordea los ríos Paraná y Uruguay, comprende el Delta y termina con la franja rioplatense del partido de La Plata, y el tercer sector, denominado entrerriano, constituido esencialmente por el territorio de Entre Ríos ocupado por la estepa herbácea (Ringuelet, 1961).

Dentro del Dominio Pampasico se encuentra contenida la ecorregión del Espinal. Resulta difícil encontrar singularidades mastofaunísticas para esta ecorregión, la cual a menudo es referida como un chaco empobrecido y que se encuentra en estrecho contacto con varias de las demás ecorregiones. Sin embargo, especies de presencia habitual a lo largo de toda su extensión son la vizcacha (*Lagostomus maximus*), la corzuela parda (*Mazama gouazoubira*), el peludo pampeano (*Chaetophractus villosus*), algunos marsupiales como la comadreja (*Thylamys pusillus*) y la comadreja colorada (*Lutreolina crassicaudata*), el hurón (*Galictis cuja*) y los gatos yaguarundí (*Herpailurus yaguaroundi*) y montés (*Oncifelis geoffroyi*) (Parera, 2002).

Como consecuencia de las transformaciones antrópicas, asociadas principalmente a una actividad agrícola-ganadera intensiva, se ha producido el desplazamiento de la fauna, especialmente de los vertebrados superiores por pérdida de hábitat y caza. Puntualmente los grandes mamíferos son los que presentan el mayor retroceso numérico llegando a desaparecer en algunos casos, como ha sucedido con el venado de las pampas (*Ozotoceros pezoarticus*) y el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) (Cajal, 1986). La introducción de especies exóticas como el jabalí europeo (*Sus Scrofa*) y el ciervo colorado (*Cervus elaphus*) ha contribuido a las transformaciones de sus ecosistemas.

En relación a las aves, abundan dos especies de perdices: la perdiz chica pampeana (*Nothura maculosa*) y la perdiz montaraz, (*Notophrocta cinerascen*). Entre las aves de rapiña merece citarse el chimango (*Milvago chimango*), el carancho (*Polyborus plancus*), el halconcito (*Falco sparverius*), la lechucita común (*Qtus choliba*) y muy raramente se encuentra el lechuzón o ñacurutú (*Bubo virginianus*). Entre las especies que causan daños a los cultivos y que podrían ser consideradas plagas se destacan la torcaza o paloma dorada (*Zenaida auriculata*), la paloma manchada (*Columba maculosa*), la catita (*Myiopsitta monachus*), el tordo renegrado (*Mololhrus bonariensis*) y por último los pequeños frígidos *Scalis flaveola* y *S. luteola*. Dentro de las aves amenazadas o en franco retroceso en la región, pueden citarse el ñandú (*Rhea americana*), el águila coronada (*Harpyhalietus coronatus*), el gavilán de campo chico (*Circus cinereus*), el gavilán de campo grande (*Circus buffoni*), el batitú (*Batramia longicauda*), el buho (*Bubo virginianus*), el rey del bosque (*Pheuctinicus aureoventris*), la martineta, la perdiz colorada y la charata (*Ortalis canicollis*).

Otras aves del área son el carpintero real (*Chrysoptilus melanolaimus*) el chinchero (*Drymornis brédgesii*), el leñatero (*Anumbius anumbi*), la torcacita (*Columbina picui*), la monjita (*Xolmis irupero*), el cardenal (*Paroaria coronata*), la monterita (*Poospiza melanoleuca*), el cardenalito (*Lepospingus pusillus*), el mulato (*Molothrus badius*), el quejón cortarrama (*Phytotoma rútila*), el crespín (*Tapera naevia*), etc.

En relación al Dominio Subtropical, la zona que limita con el área de estudio corresponde al sector meridional, el cual, como se mencionó anteriormente, bordea los ríos Paraná y Uruguay. Esta región es particularmente rica comparada, por ejemplo, con la del espinal, a causa de la influencia ecoregional misionera, la variedad de ecosistemas y la presencia de refugios naturales.

En cuanto a la fauna silvestre, los peces y las aves son los grupos más diversos. Entre los primeros merecen señalarse el sábalo (*Prochilodus platensis*), que constituye más del 50% de la biomasa íctica y se destina al consumo y a la elaboración de aceite y harina (Bó, 2006). Además del sábalo, en los cursos de agua de esta zona se encuentra el dorado (*Salminus brasiliensis*), el surubí (*Pseudoplatystoma coruscans*), el surubí atigrado (*P. fasciatum*), el manduvá (*Ageneiosus brevifilis*), el manduví (*Ageneiosus valenciennesi*), el bagre sapo (*Rhamdia quelen*), el bagre hocicón (*Auchenipterus osteomystax*), el bagre blanco (*Pimelodus albicans*) y el amarillo (*Pimelodus maculatus*), el pacú (*Piaractus mesopotamicus*), la boga (*Leporinus obtusidens*), la tararira (*Hoplias malabaricus*), la anguila picuda (*Rhamphichthys rostratus*), varias especies de palometa o piraña (*Serrasalmus spp.*), varias especies de mojarra (*Astyanax spp.*), salmón de río (*Brycon orbygnianus*) y varias especies de raya de río (*Potamotrygon app.*), etc (Ardura, 2006).

Entre las aves encontramos el hornero (*Furnarius rufus*), el araño cara negra (*Geothlypis aequinoctialis*), el tordo renegrado (*Molothrus bonariensis*), la cardenilla (*Paroaria capitata*), el pico de plata (*Hymenops perspicillata*), el cabecita negra (*Carduelis magellanica*), la torcacita (*Columbina picui*), el jilguero (*Sicalis flaveola*), la tacuarita azul (*Polioptila dumicola*), el benteveo (*Pitangus sulphuratus*), el carpintero real (*Colaptes melanolaimus*), el chingolo (*Zonotrichia capensis*), el zorzal colorado (*Turdus rufiventris*), el cardenal (*Paroaria coronata*), etc. (Ardura, 2006).

Asociadas a lagunas, bañados y cursos hídricos, hallan hábitat propicios diferentes aves acuáticas, entre las que podemos reconocer al biguá (*Phalacrocorax olivaceus*), el caraú (*Aramus guarauna*), la garza blanca (*Egretta alba*), la garza bruja (*Nycticorax nycticorax*), la garcita azulada (*Butorides striatus*), la gallareta chica (*Fulica leucoptera*), el gallito de agua (*Jacana jacana*) y el pato sirirí pampa (*Dendrocygna viduata*), como los más abundantes (Ardura, 2006).

Entre las aves migratorias que hacen escala en la eco-región podemos mencionar a la golondrina doméstica (*Progne chalybea*), la golondrina parda (*Phaeoprogne tapera*), el suiriri real (*Tyrannus melancholicus*) y la tijereta (*Tyrannus savana*) (Ardura, 2006).

Los mamíferos más característicos son el peludo o tatú (*Chaetophractus villosus*), el lobito de río (*Lontra longicaudis*), el carpincho (*Hydrochoeris hydrochaeris*), el gato de los pajonales (*Oncifelis colocolo*), la rata acuática (*Scapteromys acuaticus*), la rata colorada (*Holochilus brasiliensis*), el ratón de campo (*Akodon azarae*), el cuis común (*Galea musteloides*), el coipo (*Myocastor coypus*), la comadreja colorada (*Lutreolina crassicaudata*), la comadreja overa (*Didelphis albiventris*), la comadreja rojiza o enana (*Gracilinanus agilis*), la marmosa común (*Thylamys pusilla*), el colicorto pampeano (*Monodelphis dimidiata*), el murciélago cola de ratón (*Tadarida brasiliensis*), el murciélago pardo (*Eptesicus brasiliensis*), el vampiro (*Desmodus rotundus*), entre otros (Ardura, 2006).

La presión antrópica sobre los ecosistemas naturales, especialmente la colonización y la urbanización sin medir ni mitigar los impactos ambientales negativos, trajeron aparejado un desplazamiento de mamíferos autóctonos de gran envergadura hacia zonas menos modificadas, por lo que ya no los podemos encontrar en un radio de 100 Km. de la ciudad de Santa Fe. Entre ellos, están el yaguararé (*Leo onca*), el puma (*Puma concolor*), el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), el venado de las pampas (*Ozotoceros bezaarticus*), el aguará guazú (*Chrysocyon brachyurus*), el zorro pampa (*Canis gymnocereus*) y el tamandú (*Myrmecophaga tridactyla*) (Ardura, 2006).

Entre los reptiles se destacan el lagarto overo (*Tupinambis teguixin*), la tortuga acuática de cuello largo (*Hidromedusa tectifera*) y las tortugas terrestres (*Chelonoidis spp.*) son abundantes localmente. El yacaré negro (*Caiman yacare*) y el yacaré ñato (*Caimán latirostris chacoensis*) llegan desde el norte hasta el Delta Superior entrerriano, donde el último incluso nidifica. También sobresalen como especies carismáticas la yarará (*Bothrops spp.*), la víbora de coral (*Micrurus pirrhocryptus*) y la cascabel (*Crotalus durissus terrificus*), y una variedad de especies de tortugas de río, lagartijas, víboras y culebras (Ardura, 2006).

Hay una gran diversidad de anfibios compuesta por un elevado número de especies de ranas, sapos, escuerzos, etc. (familias Microhylidae, Leptodactylidae, Hylidae, Bufonidae, y Pseudidae) (Ardura, 2006).

3.2 RELEVAMIENTO DEL ÁREA

El área de estudio se encuentra recostada sobre la margen derecha del río Coronda, un sector urbanizado ligado a la actividad ganadera y la industria.

En contraposición, sobre la margen izquierda del referido río se desarrolla el conjunto de islas del corredor fluvial del Paraná Medio. Estos islotes, formados a partir de depósitos aluvionales, presentan un paisaje caracterizado por albardones cubiertos por bosques en galería, que se desarrollan mayormente paralelos a las márgenes de los cursos de agua, e interiores deprimidos cubiertos de pajonales y vegetación acuática.

Estos ambientes, sometidos a inundaciones periódicas y con cierto grado de aislamiento (en cuanto a la expansión urbana del área), presentan aún en la actualidad un buen estado de conservación en cuanto a su vegetación y funcionalidad. De hecho, se han declarado una serie de áreas naturales protegidas a lo largo del corredor fluvial del río Paraná Medio con el propósito de conservar estos relictos de los ecosistemas naturales que allí se desarrollan.

De acuerdo a Ardura (2006), sobre las lagunas y los bañados del interior de las islas se desarrollan diversas comunidades vegetales, entre las que se destacan varillares de duraznillo blanco, juncales, cataizales y en aguas profundas camalotales. En los albardones se extiende los bosques en galería cuya composición va cambiando de acuerdo a su grado de madurez. El sauce criollo (*Salix humboldtiana*) y el Aliso de río (*Tessaria integrifolia*) suelen formar colonias casi puras sobre las márgenes de los ríos. Estas son las primeras especies que colonizan los albardones recientemente formados o sitios despojados de su vegetación natural a causa de una perturbación (Ardura, 2006).

En los sitios más altos, se desarrollan otras especies como el Ceibo (*Erythrina crista-galli*), el Laurel de río (*Nectandra falcifolia*), el Timbó blanco (*Cathormion polyanthum*) o el Curupí (*Sapium haematospermum*), que enriquecen la composición de estos bosques, los cuales presentan también un estrato herbáceo de gran importancia (Ardura, 2006). Y en suelos bajos, próximos a los cursos de agua, se hallan pequeños bosques de Espinillo (*Acacia caven*) (Ardura, 2006).



Figura 63. Vista panorámica de las islas del corredor fluvial del Paraná Medio sobre la margen izquierda del río Coronda a la altura de la CTBL.

La ampliación de la CTBL a ciclo combinado supone una serie de obras sobre el mismo predio donde actualmente se está desarrollando la etapa constructiva del ciclo abierto. No obstante esto, existen obras complementarias ligadas a esta ampliación que se extienden más allá de dicho predio. Se trata fundamentalmente de la Obra de Toma y el Acueducto, y la Cañería y Obra de Descarga (ver Capítulo 2: Descripción del Proyecto).

En este sentido, en octubre de 2012 se llevó a cabo un relevamiento del área de estudio con el propósito de caracterizar los ambientes afectados a las obras complementarias ligadas a la ampliación a ciclo combinado de la CTBL.



Figura 64. Identificación de obras complementarias a la CTBL ligadas a la ampliación a ciclo combinado.

Tanto la Obra de Toma como la Obra de Descarga se localizarán en la margen derecha del río Coronda a ambos extremos de un sector bajo y anegadizo de la ribera, separado del nivel superior inmediato por una escarpa de 4 m de altura y con forma de medialuna alargada con eje de rumbo noreste y concavidad hacia el oeste, correspondiente a un nivel de terraza del referido río (ver Punto 2.3.3.). Sobre este nivel de terraza se observa una sucesión de barras semilunares de poca altura separadas por depresiones pandas, con lo cual el terreno se presenta con un nivel importante de anegamiento.



Figura 65. Vista panorámica del sector correspondiente a un nivel de terraza del río Coronda: imagen tomada desde el sitio de localización de la Obra de Toma en sentido suroeste (hacia aguas abajo).



Figura 66. Vista panorámica del sector correspondiente a un nivel de terraza del río Coronda: imagen tomada desde el sitio de localización de la Obra de Descarga en sentido noreste (hacia aguas arriba).

Sobre este sector, que alcanza un ancho máximo de aproximadamente 200 metros cuando el nivel del río es bajo, se desarrollan comunidades vegetales compuestas por especies con estructuras adaptativas que les permiten vivir en ambientes temporal o permanentemente inundados.

Estas especies pueden ser divididas en dos grandes grupos, las acuáticas y las palustres. En este sentido, mientras que las plantas acuáticas cumplen su ciclo de vida en el agua, ya sea sumergidas o en superficie, las plantas palustres viven en suelos temporalmente inundados.



Figura 67. Comunidades vegetales del sector correspondiente a un nivel de terraza del río Coronda.

La especie acuática que se observó en mayor abundancia en el área fue el camalote (*Eichhornia crassipes*) formando acumulaciones en las márgenes del río Coronda. Entremezclado con los camalotes se registró la presencia de canutillos (*Panicum elephantipes*) y cuchareros (*Echinodorus grandiflorus*).

Entre las plantas palustres se destacó la presencia del pasto de laguna (*Echinochloa polystachya*), el cual se localizó en los sectores más cercanos al curso de agua. En las zonas más alejadas al mismo, y por lo tanto con una menor influencia del río, se observó la presencia de la margarita de bañado (*Senecio bonariensis*) y la margarita de campo (*Aspilia silphoides*).

En la zona más elevada se observó la presencia de especies leñosas entre las que se destacaron el Espinillo (*Acacia caven*), el Chañar (*Geoffroea decorticans*) y el Aliso de río (*Tessaria integrifolia*).



Figura 68. Especies acuáticas presentes en el sector correspondiente a un nivel de terraza del río Coronda: Camalote – *Eichhornia crassipes*.



Figura 69. Especies arbóreas presentes en el sector correspondiente a un nivel de terraza del río Coronda: Espinillo – *Acacia caven*.



Figura 70. Especies arbóreas presentes en el sector correspondiente a un nivel de terraza del río Coronda: Chañar – *Geoffroea decorticans* y Aliso de río – *Tessaria integrifolia*.

El Acueducto se proyecta en sentido suroeste desde la Obra de Toma hasta el predio de la CTBL, con una longitud total de 850 m. Atraviesa en su trayecto un sector de viviendas, localizadas sobre la ribera del río Coronda, un sector de pasturas implantadas y finalmente, una formación boscosa de aproximadamente 5 hectáreas de extensión.



Figura 71. Vista panorámica del sector de pasturas implantadas atravesado por la traza del Acueducto.



Figura 72. Vista panorámica de la formación boscosa atravesada por la traza del Acueducto.

Esta formación boscosa se encuentra constituida por un conjunto de especies arbóreas de origen nativo y exótico que alcanzan en algunos casos hasta 6 metros de alto. Estas especies se encuentran acompañadas por especies arbustivas, herbáceas, epífitas y enredaderas, constituyendo una formación densa y cerrada.



Figura 73. Formación boscosa atravesada por la traza del Acueducto.

Este tramo final de la traza del Acueducto representa en términos ecológicos, el sector de mayor sensibilidad. Pese a no constituir un ambiente prístino ni presentar características netamente nativas, conserva elementos de los ecosistemas originarios de la región y representa el hábitat de numerosas especies de aves y otros tantos animales.

Entre las especies nativas identificadas en este sector se destacan el Espinillo (*Acacia caven*), el Moradillo (*Schinus fasciculata*) y el Tala (*Celtis tala*).



Figura 74. Especies arbóreas que constituyen la formación boscosa localizada al norte del predio de la CTBL: Corona de cristo – *Gleditsia triacanthos*.



Figura 75. Especies arbóreas que constituyen la formación boscosa localizada al norte del predio de la CTBL: Ligustro –*Ligustrum lucidum* y Ligustrina – *L. sinense*.



Figura 76. Especies arbóreas identificadas en la formación boscosa localizada al norte del predio de la CTBL:
Morera – *Morus sp.* y Paraíso – *Melia azedarach*.



Figura 77. Especies arbóreas que constituyen la formación boscosa localizada al norte del predio de la CTBL:
Moradillo – *Schinus fasciculata* y Tala – *Celtis tala*.

Finalmente, la traza de la Cañería de Descarga se proyecta por el límite del predio de la CTBL hasta la altura de la Obra de Descarga.

En esta franja paralela al río Coronda pero sobre la barranca del mismo, se observa la presencia de especies leñosas (también asociadas a viviendas), entre las que se identifican especies exóticas de valor ornamental pero también componentes nativos de la región.

Entre las especies autóctonas que se identificaron se destacan otra vez el Espinillo (*Acacia caven*) y el Cina cina (*Parkinsonia aculeata*). Entre las especies exóticas se observó la presencia de la Corona de cristo (*Gleditsia triacanthos*), el Paraíso (*Melia azedarach*) y el Eucalipto (*Eucalyptus spp.*).

Otras especies arbóreas identificadas en este sector fueron el Ibirá pita (*Peltophorum dubium*), el Sauce (*Salix spp.*), el Ligustro (*Ligustrum lucidum*), y el Ceibo (*Erythrina cristagalli*), entre otros.

3.3 COMUNIDADES ACUÁTICAS

Debido a la falta de información específica sobre algunos componentes de las comunidades acuáticas del río Coronda, se ha optado por completar la caracterización con información disponible sobre el río Paraná. Al respecto es dable mencionar que el río Coronda es un brazo del río Paraná en su tramo medio, por lo que se asume que sus comunidades acuáticas pueden asimilarse.

3.3.1 Bentos

Los organismos de la comunidad bentónica tienen una importancia relativamente alta en la cadena trófica de las comunidades acuáticas, ya que son una fuente de alimento para varias especies, entre ellas algunas de importancia comercial, a la vez que actúan como recicladores de sustancias orgánicas y poluentes, lo cual es importante para toda la comunidad nerítica.

La composición y la complejidad de las comunidades bentónicas en el río Paraná y sus afluentes varía en función de factores ambientales tales como el sustrato, la profundidad, la velocidad de la corriente de agua y la disponibilidad de materia orgánica (Zilli, et. al. 2008). Estas variables desempeñan un papel clave en la distribución de los organismos a pequeña escala espacial (Frissel et al. 1986; Hieber et al. 2005), actuando como filtros para las especies regionales, impactando en la distribución de los organismos y, finalmente, en la composición de los ensamblajes locales (Poff, 1997; Hieber et al. 2005).

En el año 2008 Zilli et al., llevaron a cabo el análisis de las comunidades bentónicas presentes en diferentes ambientes, en un tramo del río Paraná localizado a la altura de las Ciudad de Paraná y Santa Fe. Los mesohabitats evaluados incluyeron un canal secundario perteneciente a la cuenca del río Paraná (río Tiradero Viejo), siendo las muestras tomadas en el centro del mismo y en sus bancos; dos lagunas con diferente grado de conectividad con el río Paraná (laguna La Mira y laguna Vuelta e Yrigoyen) y un sector temporalmente inundado.

En todos estos sitios se midieron pH, Temperatura, Oxígeno, Profundidad, Conductividad y Transparencia (secchi). Para los diferentes mesohabitats considerados las condiciones fueron similares, con buenas condiciones de oxigenación, salvo la zona temporalmente inundada en donde se registraron valores sumamente bajos de oxígeno disuelto (0,1 – 4,9 mg/l) y pequeñas profundidades.

En cuanto a la composición de los sedimentos, la zona central del canal secundario presentó una elevando proporción de arenas y escasa cantidad de arcillas y materia orgánica.

En el estudio realizado por estos autores, se encontró que la composición de los sedimentos depositados en el lecho del río dada por los restos de la vegetación ribereña (selvas en galerías), macrófitas y detritus en todos los estados de descomposición, fueron factores importantes para describir la heterogeneidad del hábitat y han contribuido al aumento de la abundancia (Figura 78) y la diversidad (Tabla 31) desde el sitio ubicado en el canal secundario hasta los otros mesohabitats ribereños (humedales).

Tabla 31. Diversidad. Fuente: Zilli et al. 2008.

| Parámetro | Canal Secundario Central | Canal Secundario Bancos | Laguna Vuelta de Yrigoyen | Laguna La Mira | Zona Temporalmente Inundada |
|------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|-----------------------------|
| Diversidad | 6 | 24 | 22 | 24 | 71 |

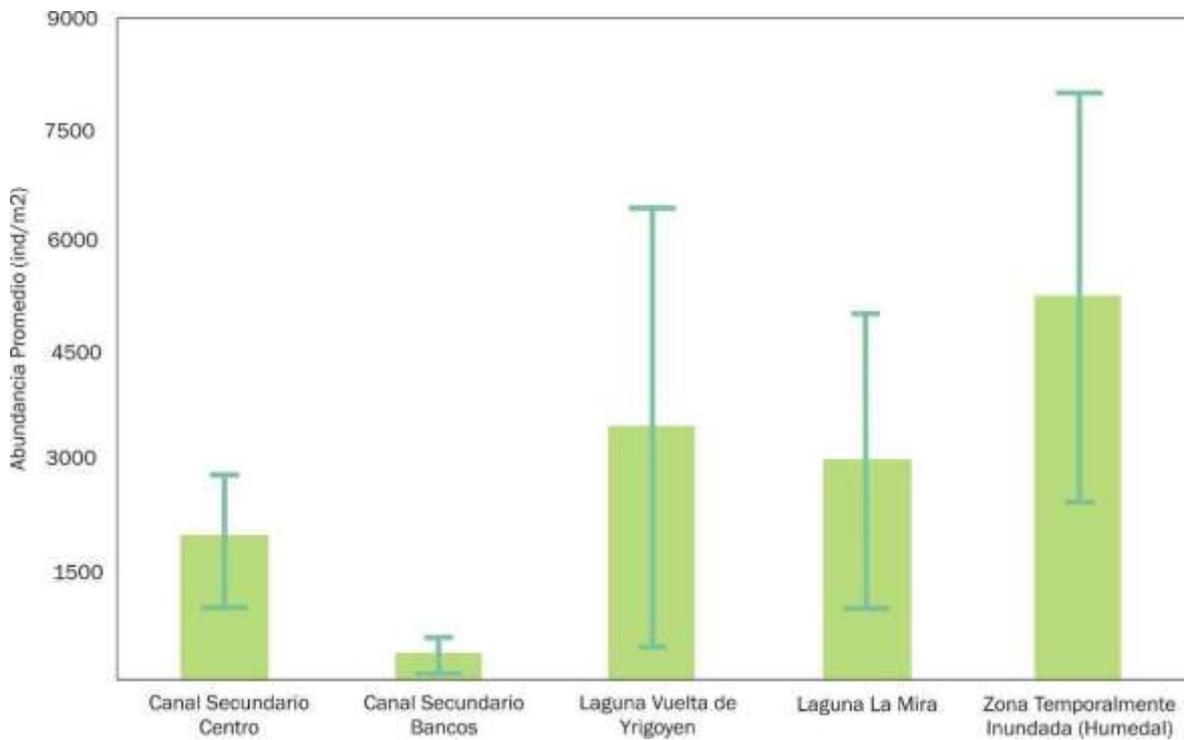


Figura 78. Abundancia promedio. Fuente: Zilli, et al., 2008

Otro factor causante de la alta biodiversidad local, especialmente en los mesohabitats ribereños (temporalmente inundados) puede ser la inestabilidad medio-ambiental, debido a los regímenes de inundaciones y sequías, dados por los pulsos del río (Zilli, et. al. 2008). En las lagunas de inundación y en el río, las especies dominantes fueron Oligochaeta Tubificinae y moluscos, debido a que las condiciones ambientales son más estables, favoreciendo a las especies K-estratega (Zilli, et. al. 2008).

En todos los ecosistemas acuáticos, el detritus constituye un múltiple recurso para los macroinvertebrados bentónicos, en cuanto a la calidad de hábitat, como fuente de alimento y como refugio, para evitar a los depredadores (Holomuzki y Hoyle, 1990; Reice 1991; Dudgeon y Wu 1999). En los hábitats de la llanura de inundación del río Paraná Medio, hay un suministro constante de energía proveniente en parte de la vegetación ribereña, pero principalmente de las macrófitas (Capello et al. 2004, Poi de Neiff et al. 2006). Según Zilli, et al. (2008), los sedimentos del canal principal del río están compuestos por un arena (98%), y la proporción de materia orgánica muy baja (menos del 1%), aumentando hacia las orillas, debido a la contribución de la vegetación ribereña, con la participación de los árboles (*S. humboldtiana*, *T. integrifolia*, *Erhythrina crista-galli*), macrófitas (*E. crassipes*, *P. stratiotes*, *Azolla spp.*) y gramíneas (*Paspalum spp.*, *Eryngium spp.*, *Echinochloa spp.*).

Los grupos taxonómicos encontrados en el área de estudio son: Turbellaria, Nematodo, Oligochaeta, Hirudinea, Mollusca, Crustacea, Insecta, Ephemeroptera, Odonata, Heteroptera, Coleoptera, Diptera y Trichoptera, mientras que en la zona central del canal secundario (río Tiradero Viejo), el cual presenta condiciones similares al sector del río Coronda solo se encontraron representados tres grupos, las cuales se describen a continuación (Zilli, et al. 2008):

Tabla 32. Grupos presentes en el canal central del río. Fuente: Zilli, et al, 2008.

| Taxa | Especie |
|-------------|---|
| Nematoda | Sin especificar |
| Oligochaeta | <i>Bothrioneurum americanum</i> <i>Narapa bonettoi</i> (mayor contribución) |
| Diptera | <i>Ceratopogonidae spp.</i> <i>Parachironomus Lenz spp.</i> <i>Corynoneura Winnertz sp.</i> |

Las especies encontradas en el canal secundario, sólo pertenecen a dos grupos funcionales, respecto a sus características alimentarias: colectores-recolectores (*N. bonettoi*, *Bothrioneurum americanum*, *Parachironomus spp.* y *Corynoneurasp.*) y predadores (Nematoda). Muchos grupos taxonómicos, típicos de las zonas templadas, como los trituradores, no están representados en el sistema del Río Paraná.

Especies Invasoras

Resulta importante mencionar que en la zona de estudio se están produciendo invasiones cada vez más importantes de especies exóticas las cuales obstruyen cañerías y afectan fábricas y construcciones ribereñas, como sucede con los moluscos asiáticos de los géneros *Corbicula* y *Limnoperma* (Bó, 2005).

El mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) ingresó y se asentó en el Río de la Plata a partir del año 1991. Ésta es una especie de bivalvo oriunda de ríos y arroyos de China y del Sudeste de Asia, que se introdujo accidentalmente al Río de la Plata mediante el agua de lastre de buques transoceánicos. En la actualidad constituye una de las principales especies invasoras de la Cuenca del Plata (FREPLATA, 2005).

A partir de 1995 el mejillón dorado superó los límites del Río de la Plata, subiendo por los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay. A más de diez años de la primera cita, esta especie ha invadido alrededor de 240 km por año, siendo la mayor parte de la dispersión en la Cuenca del Plata a contra corriente. Esta dispersión se debe fundamentalmente a la fijación del mejillón dorado a los cascos de las embarcaciones. Los ríos a los que primero y velozmente invadió este molusco son aquellos que presentan gran navegabilidad (Río de la Plata, Paraná y Paraguay) (FREPLATA, 2005).

En estudios realizados sobre la densidad y la distribución espacio-temporal de esta especie (Darrigran y Damborenes, 2006) se observa que en todos los cursos de agua analizados (cauce principal del río Paraná, ríos Colastiné, Coronda, Santa Fe y Correntoso), se detectó la presencia de todos los estadios larvales, desde huevos hasta plantigradas. Ello demuestra que en un gran río con llanura aluvial, dada la magnitud que poseen tanto su cauce principal como los innumerables cauces secundarios de la llanura aluvial (con un elevado grado de conectividad aún en períodos de estiaje), el mejillón dorado efectúa el reclutamiento de sus poblaciones a través de larvas producidas por organismos establecidos principalmente en los ambientes lóticos. En efecto, se han observado poblaciones desarrolladas sobre diferentes tipos de sustratos firmes ubicados tanto en el lecho de los ríos como sobre tallos y raíces sumergidas de vegetación acuática y/o de la vegetación terrestre ribereña, etc.

En este sentido, uno de los principales impactos ambientales es el *macrofouling*, es decir el asentamiento y crecimiento (colonización) de organismos, producido por el mejillón dorado sobre sustratos artificiales provocando serios problemas (ej., obturación de cañerías) en tomas de agua, filtros de sistemas de refrigeración de industrias, turbinas de plantas generadores de energía, sistemas contra incendios, etc. (FREPLATA, 2005).

Los bivalvos de agua dulce *Corbicula fluminea* y *C. largillieri* son nativos del Sudeste de Asia al Oeste de Turquía, Japón, Indonesia, Norte y Este de Australia y África. La especie más común en el Río de la Plata es *Corbicula fluminea*. La introducción de estos moluscos en el Río de la Plata fue en la década de 1960 o principios de la de 1970, y se debió al transporte en barcos transoceánicos como alimento vivo para la tripulación y posiblemente también en el agua de lastre (FREPLATA, 2005).

La almeja asiática se ha distribuido rápidamente a través de los grandes ríos (Río de la Plata, Paraná, Paraguay y Uruguay). La capacidad de dispersión de esta especie es extraordinaria, pudiendo ser transportada largas distancias tanto por las corrientes de agua como por objetos flotantes (FREPLATA, 2005).

La canalización de los cursos de agua para controlar su nivel o navegabilidad incrementa la velocidad de corriente y turbulencia, favoreciendo las condiciones de colonización y dispersión de esta especie. Como la almeja asiática es hermafrodita con autofecundación, la introducción de sólo un individuo puede iniciar una nueva población y resultar en serios impactos negativos para el ambiente. Según Darrigran (1992), la distribución de las especies de *Corbicula* estaría relacionada en forma inversa con el aumento de la concentración salina y el grado de contaminación. La almeja asiática es una especie de agua dulce que vive preferentemente en ambientes lóticos tolerando un máximo de 13 de salinidad (FREPLATA, 2005).

Al igual que *Limnoperna fortunei*, *Corbicula fluminea* provoca importantes perjuicios económicos al ocluir cañerías, canales de riego, etc. (macrofouling). Una vez en el interior de los sistemas de agua, la almeja asiática produce un gran número de larvas capaces de asentarse en el interior de los sistemas mismos. Altas densidades y las altas tasas de filtración de la almeja asiática pueden limitar el alimento (fitoplancton) disponible para otros organismos acuáticos y, por lo tanto, afectar la estructura de la trama trófica lo que puede resultar en una reducción en la gama y densidad de peces comerciales favoreciendo a su vez el crecimiento de las poblaciones de peces que se alimentan de moluscos. La clarificación del agua provocada por las altas tasas de filtración de la almeja asiática favorece el crecimiento de plantas acuáticas enraizadas (FREPLATA, 2005).

3.3.2 Plancton

El plancton corresponde al grupo de organismos acuáticos que se mueven con la columna de agua. Está compuesto por organismos autótrofos (fitoplancton) y heterótrofos (zooplancton). El fitoplancton está compuesto por algas planctónicas que representan la base de la red alimenticia de los ecosistemas acuáticos. Por su parte, el zooplancton está constituido por organismos, fundamentalmente microinvertebrados, cuyo ciclo biológico se desarrolla por completo en el plancton (holoplancton); y por organismos que forman parte del plancton solamente durante una parte de su ciclo de vida (meroplancton), como ser huevos y estadios larvales de invertebrados y vertebrados.

3.3.2.1 Fitoplancton

Desde los primeros estudios sobre el fitoplancton de los ríos de llanura, se mencionan a los factores físicos (caudal, turbidez y temperatura), como las variables conductoras de la estructura y dinámica de la comunidad (García de Emiliani, et al., 2004), además de las fluctuaciones hidrométricas de los ríos (Mirande, et.al., 2009). Últimamente también se ha comenzado a destacar, el papel fundamental del tiempo de residencia del agua (o retención fluvial) para explicar las diferencias del fitoplancton entre ríos turbios de llanura. La variación de este factor no sólo depende de las variables que determinan el caudal del río (morfología del cauce y velocidad de la corriente), sino también de la existencia de zonas de retención hidráulica o zonas de almacenaje de poblaciones algales en las riberas del propio cauce o ambientes acuáticos adyacentes (García de Emiliani, et al., 2004). El intercambio de fluido entre dichas zonas y el flujo principal del cauce posibilitaría el enriquecimiento del fitoplancton transportado por los ríos.

El fitoplancton de los ríos de llanura se caracteriza por una alta riqueza debido a especies esporádicas, la relación inversa entre densidad y nivel del agua, y la dominancia de *Bacillariophyceae Centrales* y *Chlorophyceae Chlorococcales* (García de Emiliani, et al., 2004). Los nutrientes y la salinidad también determinan diferencias en la composición y abundancia de la comunidad entre ríos. Los ríos con mayor tiempo de residencia de agua y alta oferta de nutrientes favorecen el desarrollo algal, pudiéndose observar alta densidad del fitoplancton, dominada por distintos grupos algales y, en especial, proliferaciones transitorias de Cyanophyceae en zonas de retención hídrica (García de Emiliani, et al., 2004).

Por otra parte, en el área de confluencia de ríos de distinto régimen hidrológico, las interacciones hidrodinámicas pueden afectar las características físico-químicas y biológicas propias de cada sistema fluvial.

Río Paraná

Las comunidades dominantes del río Paraná, al igual que en otros grandes ríos tropicales y subtropicales como el Nilo, Ganges o Amazonas, son las diatomeas (*Aulacoseira granulata* y sus variedades). La dominancia de las céntricas y subdominancia de clorococales ha sido observada en otros cuerpos lóticos de grandes dimensiones (Mirande et al., 2009). En los sectores superior y medio del Paraná, y para diferentes épocas del año, O'Farrell (1994) encontró dicha especie generalmente acompañada por *Crucigenia quadrata*, *Monoraphidium contortum*, *Pediastrum simplex*, *Schroederia setigera*, *Scenedesmus smithii*, *Strombomonas ovalis*, *Raphidiopsis mediterranea* y *Lyngbya limnetica*.

Otras experiencias llevadas a cabo en el tramo medio de este río no coincidieron con lo observado por O'Farrell (1994), destacándose en el fitoplancton en primer término individuos de *Cryptomonas spp.*, *Chlamydomonas spp.*, *Rhodomonas minuta* y *Skeletonema cf. subsalsum*, seguidas por diatomeas céntricas pequeñas y una *Chrysophyta silícea* (Devercelli, 2006), o de *Volvocales* y *Cryptophyceae* (García de Emiliani & Devercelli, 2003), o de *Cryptomonas sp.* (Anselmi de Manavella, 1986). El predominio en el Paraná de especies estrategias-R como *Aulacoseira granulata* fue destacado por Zalocar de Domitrovic et al. (2007), debido a que están mejor adaptadas para vivir en ambientes sometidos a variaciones en intensidades de luz y turbulencia.

Asimismo, estas investigadoras comentaron que la presencia de unos pocos especímenes abundantes con estrategias de vida semejantes es un rasgo común en los grandes ríos, ya que tales entornos ejercen fuertes presiones de selección para el crecimiento de los mismos. Es decir, las condiciones del cauce principal con alta turbidez y profundidad han conducido al desarrollo de algas no típicamente fluviales (eu- o meroplanctónicas) y el mantenimiento de sus poblaciones dependería del suministro de organismos desarrollados en las zonas de retención de agua del propio cauce o provenientes de la llanura de inundación (García de Emiliani & Devercelli, 2003).

Río Coronda

García de Emiliani, et al. (2004) realizaron un estudio sobre el Sistema Paraná en donde se analizó la estructura y dinámica del fitoplancton, así como la calidad físico-química del agua, en relación a los estados hidrológicos. Los puntos sobresalientes de dicho análisis, para la caracterización de nuestra área de estudio son los que se encuentran en el área del nacimiento del río Coronda (confluencia entre el río Salado y el río Santa Fe) y sobre el curso del mismo, al sur de la ciudad de Santo Tomé (Figura 79).



Figura 79. Localización de los sitios de muestreo y área de interés, para nuestro estudio. Fuente: García de Emiliani, et al. (2004).

A continuación se presentan los resultados de dicho estudio para el área de interés.

Tabla 33. Variables físico-químicas de los ríos Santa Fe y Coronda. Fuente: García de Emiliani, et al. (2004).

| Variables | Media | Coefficiente de variación |
|---------------------------|-------|---------------------------|
| Temperatura (°C) | 21,5 | 23 |
| Transparencia (m) | 0,2 | 28 |
| pH | 7,33 | 2 |
| Conductividad (µS cm-1) | 235 | 48 |
| Oxígeno disuelto (mg l-1) | 8,5 | 15 |
| DBO (mg l-1) | 1,76 | 62 |
| Nitrato (mg l-1) | 0,35 | 58 |
| Nitrito (mg l-1) | 0,03 | 130 |
| Amonio (mg l-1) | 0,24 | 109 |
| Fosfato (mg l-1) | 0,17 | 67 |

Para los ríos Santa Fe y Coronda se registraron un total de 149 taxas. Como puede observarse en la siguiente Tabla 34, la riqueza total se debe a las clases Chlorophyceae (58), Bacillariophyceae (28), Euglenophyceae (20), Cyanophyceae (16), Zygothryxales (7), Cryptophyceae (6), Trbophyceae (5), Chrysophyceae (4), Dinophyceae (3) y Ulothricophyceae (2). Si bien el número de taxas es relativamente alto, gran parte de las especies se observaron esporádicamente, lo cual es un atributo de los ríos de llanura, causado por el alto aporte de algas originadas en hábitats aguas arribas.

Las especies de algas registradas con relativa frecuencia a lo largo de todo el año fueron 74, pertenecientes principalmente a las clases Chlorophyceae (31), Bacillariophyceae (18), Cyanophyceae (9), Euglenophyceae (7) y Cryptophyceae (5).

Tabla 34. Número de taxas de cada Clase/Orden hallado en el fitoplancton de los cauces de los ríos Santa Fe y Coronda. Fuente: García de Emiliani, et al. (2004).

| Clase/Orden | Número de taxas |
|-------------------|-----------------|
| Cyanophyceae | 16 |
| Chlorophyceae | 58 |
| Chlorococcales | 46 |
| Volvocales | 12 |
| Zygothryxales | 7 |
| Ulothricophyceae | 2 |
| Bacillariophyceae | 28 |
| Centrales | 12 |
| Pennales | 16 |
| Chrysophyceae | 4 |
| Trbophyceae | 5 |
| Cryptophyceae | 6 |
| Dinophyceae | 3 |
| Euglenophyceae | 20 |
| Total de taxas | 149 |

La mayor representación a lo largo del año de las taxas Bacillariophyceae Centrales y Cryptophyceae (principalmente Cryptomonas) en los ríos Santa Fe y Coronda, coinciden con las características de las comunidades fitoplanctónicas del cauce principal del Paraná, como de otros cauces secundarios, durante ciclos hidrológicos normales. Las mismas tienen la característica de ser R-estrategas respecto a supervivencia, esto es que están adaptadas a vivir en condiciones variables de luminosidad y profundidad de la capa de mezcla.

En cuanto a la densidad del fitoplancton, se observó una importante variación a lo largo del año. Los valores más altos se observaron en las fechas con mínimo nivel hidrométrico (durante el mes de septiembre), y disminuyeron en los períodos de descenso en el nivel del agua (julio y diciembre). En los ríos Santa Fe y Coronda, las variaciones en la densidad dependió principalmente de los cambios registrados por Bacillariophyceae Centrales y, en menor medida, por Cryptophyceae y Chlorophyceae Chlorococcales, especies dominantes en esta agua.

En aguas bajas existe una dominancia absoluta de Bacillariophyceae Centrales (62% en el mes de julio y 70% en el mes de septiembre), explicada por las especies típicas del río Paraná: *Aulacoseira granulata* y *A. distans*. En aguas decrecientes (en el mes de julio) subdominaron las Cryptophyceae (14%), con mayor aporte de las especies pequeñas de los géneros *Rhodomonas* y *Chroomonas*. Finalmente, en el estado mínimo, durante septiembre, la subdominancia fue compartida con similares porcentajes promedio (alrededor del 8%) por Cryptophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae (*Chroococcus*, *Aphanocapsa* y *Merismopedia*).

En aguas altas con nivel decreciente, las principales contribuyentes a la densidad fueron las Bacillariophyceae Centrales (34%), aunque a diferencia del período de aguas bajas, aumento la participación de *Cyctotella*, en desmedro de las especies de *Aulacoseira*. También fue alta la participación de Pennales (32%: *Navicula* y *Nitzdchia*), seguidas por Cryptophyceae (15%: *Rhodomonas*, *Chroomonas* y *Cryptomonas*) y por Chlorococcales (9%: *Monoraphidium*, *Scenedesmus* y *Oocystis*).

3.3.2.2 Zooplancton

Las variaciones en la densidad de zooplancton, al igual que el fitoplancton, están asociadas a cambios en el nivel hidrométrico de los cauces, y cambios en las variables físico-químicas del sistema. En este sentido, José de Paggi (1984) observó una correlación positiva de la abundancia de zooplancton con la temperatura y la transparencia del agua y negativa con el nivel hidrométrico.

En cuanto a los grupos representados, la dominancia de Rotífera es una característica estructural del zooplancton de los ríos tropicales y subtropicales de Sudamérica (Frutos, 2004). Según José de Paggi (1985), de un total de 71 especies muestreadas, en el tramo medio del río Paraná, más del 65% pertenecieron al grupo Rotífero (52 especies), seguida por los grupos de crustáceos Cladóceros (14 especies) y Copépodos (5 especies). Según la autora el mayor porcentaje en la densidad del zooplancton, sobre todo en los períodos de aguas medias y bajas, se debe a que los rotíferos se caracterizan por poseer medios de locomoción menos activos, y por lo tanto son susceptibles a ser distribuidos homogéneamente por el cauce. Los crustáceos, por el contrario, tendrían la capacidad de “escapar a esta influencia”.

Rotíferos

Los rotíferos son organismos microscópicos, acuáticos y semiacuáticos, más conocidos en la limnología por ser componentes del plancton (microplancton) aunque están muy bien representados en las comunidades litorales y también forman parte del zoomicrobentos. La mayoría es de vida libre, hay pocos parásitos, generalmente son solitarios, pero hay especies que forman colonias de variable tamaño.

Son organismos muy diversos en formas que se caracterizan por dos elementos particulares como son la corona de cilios de la cabeza y el trophi o estructura masticatoria. Constituyen comparativamente un pequeño filum pero son muy importantes en los ambientes continentales a causa de su tasa reproductora, su habilidad para ocupar rápidamente los nichos vacantes, constituyendo más del 30% de la biomasa planctónica, son recicladores eficientes de la materia orgánica y responden rápidamente a los cambios ambientales (Nogrady et al., 1993).

La gran mayoría ocupa aguas continentales ya que son comparativamente muy pocas las especies marinas. Colonizan ambientes con distinto grado de salinidad, pH y temperatura, tolerando muchos de ellos concentraciones muy bajas de oxígeno (José de Paggi, 2004).

En general se reproducen por partenogénesis, producen machos por muy breves períodos, en condiciones desfavorables dan lugar a huevos de resistencia; hay casos comprobados de huevos que han eclosionado 20 años después (José de Paggi, 2004).

El total de rotíferos planctónicos y litorales de la cuenca del Paraná entendido como diversidad regional es aproximadamente de unas 250 especies pertenecientes a 21 familias y 44 géneros. Representan el 72 y 41% de los conocidos respectivamente para el grupo (Segers, 2002). Esta información proviene de un total de estudios publicados e inéditos en el que se incluyen unas 80 lagunas distribuidas desde la confluencia del Paraná con el río Paraguay, hasta su desembocadura y unos 15 ambientes lóticos (curso principal del río Paraná, muestreado por períodos consecutivos de casi siete años y cauces secundarios y tributarios). La riqueza de rotíferos de la planicie, pese a contar con una comparativamente menor intensidad de muestreos, es mayor que la registrada en los ambientes lóticos. Mientras que en los ambientes de la planicie se han registrado unas 225 especies, en el curso principal del Paraná se registraron 113 especies. También es mayor el número de familias y géneros que se ha observado en los ambientes de la planicie (José de Paggi, 2004).

Las familias más ricamente representadas son Lecanidae Remane, Trichocercidae Haring y Brachionidae Ehrenberg. El género Lecane reúne poco menos de 50 especies, lo cual constituye casi un tercio del total de las especies del género. Trichocerca estaría representada por casi 30 especies de las 65 que posee el género (Figura 80 y Figura 81). La riqueza del género Brachionus, unas 20 especies, es muy alta comparándola con otras cuencas hidrográficas de Argentina (José de Paggi 1990).

Las especies de estos géneros mencionados se encuentran formando parte del plancton de las lagunas someras, y aún de los ríos, pero la mayor diversidad se registra en la zona litoral vegetada de las lagunas. Trichocerca juntamente con el género Lecane constituyen los de mayor diversidad en los ambientes de ríos con planicie aluvial (Segers et al., 1993).

La riqueza de los géneros Lecane y Brachionus se relacionaría por un lado a los requerimientos ecológicos de las especies y por otro lado a la ubicación biogeográfica de la cuenca del Paraná en la subregión Guayano brasileña, donde ambos géneros detectan un gran riqueza (José de Paggi, 2004).

Otras familias como Testudinellidae Haring y Lepadellidae Haring también se encuentran comparativamente bien representadas, a nivel de los géneros Testudinella y Lepadella (José de Paggi, 2004).

A medida que se incrementan los estudios faunísticos se registran nuevos géneros como los pertenecientes a las familias Notommatidae y Dicranophoridae Haring (José de Paggi 2004).

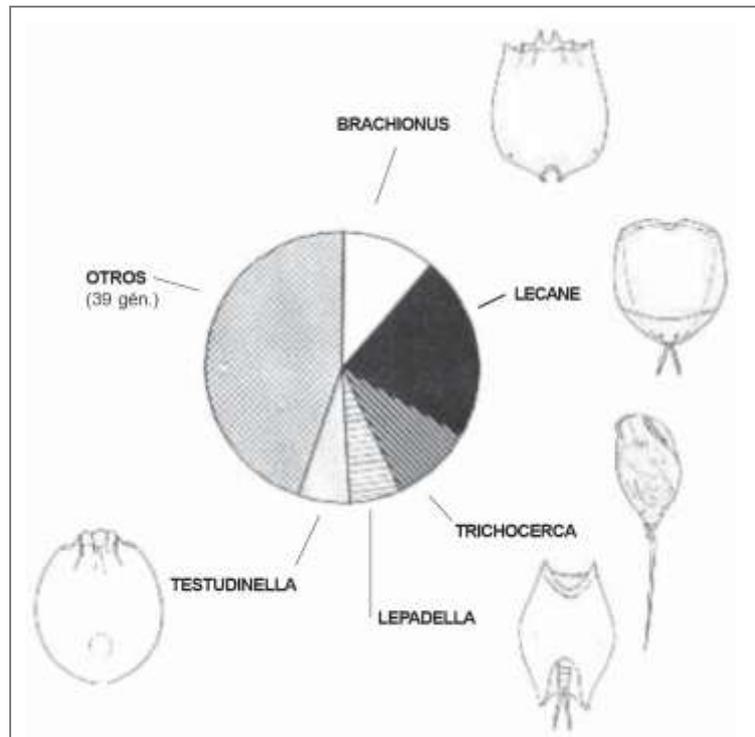


Figura 80. Porcentaje de participación de algunos géneros en la composición de rotíferos Monogononta del Río Paraná. Fuente: José de Paggi, 2004.

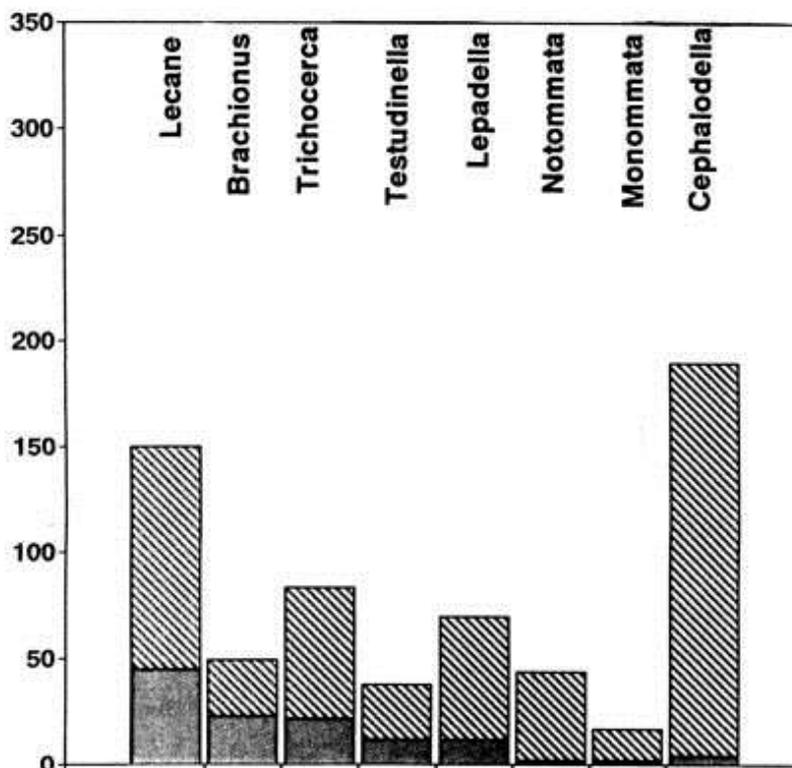


Figura 81. Total de especies descriptas para distintos géneros de Rotíferos Monogononta y total de especies registradas para el río Paraná (en negro). Fuente: José de Paggi, 2004.

3.3.3 Necton

El esquema ictiogeográfico de la República Argentina, fue descrito por Ringuélet et al. (1967) y Ringuélet (1975). Este modelo incluye la fauna de peces de aguas continentales en dos subregiones: Brasílica y Austral (Figura 82). La región Brasílica, es la más extensa de Sudamérica y la de mayor diversidad específica del mundo, con 2.500 a 3.000 especies conocidas (Demonte, et al. 2005). El área de estudio se localiza dentro de esta Subregión, formando parte de la provincia Paraná-Platense; la cual incluye la mayor variedad de ambientes lóticos y leníticos, así como la mayor diversidad específica de la República Argentina (Demonte, et al. 2005). Se han reconocido sesenta especies en el bajo Paraguay, ciento ochenta y ocho en el Paraná Medio e Inferior y ciento sesenta y cuatro en el delta del Paraná (Baigún, et al. 2005). Al igual que el resto de la provincia parano-platense, la mayoría de las especies se agrupan en los órdenes Siluriformes y Characiformes.

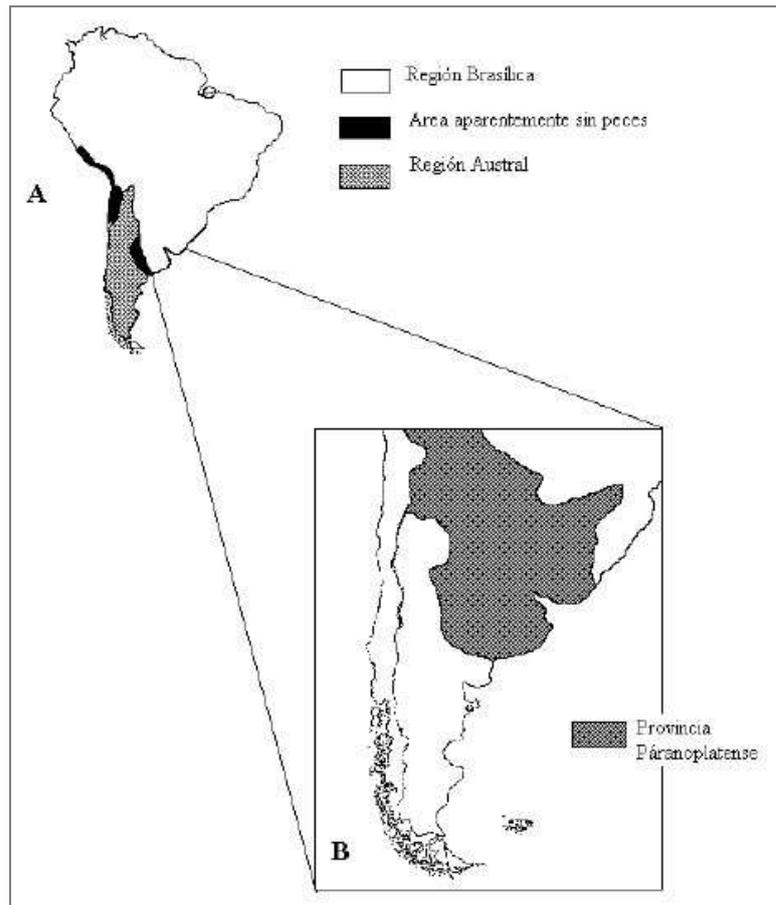


Figura 82. A. Regiones ictiogeográficas y B: Provincia Páranoplatense.

En cuanto al río Paraná, según Oldani, 1990, *Characiforme Prochilodus lineatus* (sábalo), es la especie más importante del ecosistema, constituye aproximadamente el 50 % de la biomasa de los peces de gran porte. En el cauce de los ríos convive junto a otros migradores en su mayoría Siluriformes ictiófagos como: *Luciopimelodus pati* (patí), *Pseudoplatystoma coruscans* (surubí), *Pimelodus albicans* (moncholo), *Sorubim lima* (surubí lima), *Ageneiosus brevifilis* y *A. valenciennesi* (mandubíes) y *Pterodoras granulosus* (armado) y otros Characiformes como *Salminus maxillosus* (dorado) y *Leporinus obtusidens* (boga). Los cuerpos leníticos se caracterizan por la presencia de *Hoplias malabaricus malabaricus* (dientudo o tararira) un gran depredador adaptado a ambientes de escasa profundidad y de Loricariidae (viejas de agua). Los iliófagos de los grupos taxonómicos *Prochilodus*, *Curimatidae* y Loricariidae, son los dominantes en el ecosistema del río Paraná.

Características Biológicas de los Peces del Río Paraná

El grupo de peces de fondo, que viven sobre el lecho e integrantes del epibentos del río Paraná, puede ser dividido en cuatro biotipos: Rajiformes, Loricariformes, Pleuronectiformes y peces frecuentadores del fondo.

El tipo Rajiforme o de raya, son habitantes de fondos limosos o limo-arenosos, que comen moluscos y otros organismos bentónicos. Su cuerpo tiene una conformación peculiar, pues se diferencia en un disco achatado, subredondeado y oval, y en una cola estrecha, armada con un aguijón.

Otros peces de fondo corresponden al tipo que llamamos Loricariforme, por ser propio del común de los Loricariidae o "viejas de agua" y formas similares, los que tienen el cuerpo cubierto enteramente por placas óseas, la superficie ventral y superficie dorsal más o menos angulosa o curvada, de modo que la sección del cuerpo es un triángulo de ángulo superior romo; poseen siempre barbillas cortas y la boca ínfera rodeada por labios amplios y más o menos laminares. Los componentes indiscutibles de este contingente ecológico son los Plecostomus, de régimen alimentario iliófago, y los demás Loricáridos y Calíctidos de régimen más o menos detritívoro. A este grupo se sumarán los Astroblepidae. El hábitat del tipo Loricariforme pueden ser las aguas ápidas del área andina o más o menos similares, en las cuencas superiores del Paraná u otros ríos, pero viven también en aguas mansas. La boca ínfera de amplios labios no funciona siempre como aparato de sujeción a las piedras, pues especies de Loricaria con esa conformación reposan sobre sustratos móviles y utilizan el labio posterior para llevar el paquete de huevos que protegen. Ubicamos aquí, quizás en transición al cuarto grupo de peces de fondo, a los armados de la familia Dorádidos, omnívoros de régimen casi carroñero.

Un tercer tipo es el Pleuronectiforme o de lenguado, que poseen los Achiridae o lenguados de río. Tienen una faz cenital, que es el flanco derecho o izquierdo, coloreada y con la boca sobre el borde y ambos ojos, y la otra faz nadiral (el flanco opuesto) o inferior, anoculada y despigmentada. Este dicromatismo o diferencia de color entre ambas caras (flancos morfológicamente derecho e izquierdo) va de consuno con la homocromía entre la faz cenital y el sustrato.

Un cuarto tipo es de los Peces frecuentadores del fondo, "tipo bagre". En ambientes vegetados, de fondos móviles por lo común, en general de poca corriente, en donde encuentran su principal alimento. Presenta diversas modalidades y están bien representados por el común de los Pimelódidos. Algunos Pimelodinae son más deprimidos y de boca más hendida. En este grupo se incluirán Auchenipteridae, Trachycorystidae, Aspredinidae, Ageneiosidae y otros Siluriformes más. Por lo común son peces omnívoros, con alternativas según las especies, y hasta según el hábitat frecuentado y la época del año, pero tienden a alimentarse de moluscos, crustáceos, insectos, pececillos y hasta materia orgánica del fango que ingieren con algas y microcrustáceos. La dentición es villiforme, con dientes pequeños como las cerdas de un cepillo, en parches o bandas.

Tanto los peces típicamente bentónicos, los Rajiformes, como los Loricariformes iliófagos o detritívoros, los de tipo lenguado, y los frecuentadores del fondo, son comparativamente lentos, en gran medida sedentarios, y pocos migradores (como *Pimelodus clarias* y *P. clarias maculatus*, o sea el bagre blanco o moncholo y el bagre amarillo).

En el río abierto, en las aguas libres, son característicos los Characiformes predadores, peces nadadores y veloces, que efectúan migraciones regulares de gran alcance y persiguen asiduamente a sábalos, bogas y otras especies. Este tipo biológico de Peces predadores de río abierto se caracteriza por su cuerpo comprimido, de cabeza compacta, corta, la escamación regular, la altura moderada que no excede habitualmente el tercio de la longitud, la caudal ahorquillada o de tipo especial, y la potente dentadura de piezas caniniformes. Son ictiófagos y agresivos, perseguidores de los cardúmenes de peces transformadores, o consumidores primario-secundarios. Ejemplos destacados son los dorados (*Salminus*), los pirapitáes (*Brycon*), los grandes dientudos.

De constitución básica "pimelodiforme" como los bagres, tienen cabeza deprimida y hocico aplastado, con la boca amplia y hendida y grandes parches o placas dentarias. Su residencia normal, grandes desplazamientos migratorios y costumbres alimentarias, los sitúan en lugar aparte.

Los peces anfibióticos, capaces de transponer sin mengua las barreras entre dominio marino y dominio dulciacuícola, por su adecuación a los cambios de salinidad del medio, constituyen un tipo biológico basado en características fisiológicas. Todos son migradores, y se reproducen, sea en el mar como las lisas, o en aguas dulces como las anchoas.

Los peces anfibióticos que efectúan migraciones más o menos regulares, penetran normalmente en los ríos, en donde viven una parte de su vida; son las anchoas o anchoítas de agua dulce, es decir Engráulidos del género *Lycengraulis*, que desovan en el Río Paraná.

Pesca

A pesar de la extraordinaria riqueza específica, sólo un reducido número de especies conforma la base de las pesquerías deportivas y comerciales. Las más destacadas son: el surubí (*Pseudoplatystoma corruscans* y *P. fasciatum*), el patí (*Luciopimelodus pati*), el manguruyú (*Paulicea luetkeni*), los armados (*Oxydoras kneri* y *Pterodoras granulosus*), el dorado (*Salminus maxillosus*), la boga (*Leporinus obtusidens*), el sábalo (*Prochilodus lineatus*), el pacú (*Piaractus mesopotamicus*), el pirapitá (*Brycon orbygnianus*) y el mandube cucharón (*Sorubim lima*) (Baigún, et al. 2005). Todas ellas son migradoras y realizan desplazamientos reproductivos de hasta más de mil kilómetros (Bonetto, 1986), estimuladas por las variaciones del nivel hidrométrico.

En la migración reproductiva los cardúmenes se desplazan contracorriente hacia lugares favorables para el desove (remansos rocosos y/o arenosos ubicados entre dos zonas de rápidos o correderas). Esto suele comenzar en primavera – verano, a medida que el nivel del agua aumenta. Las migraciones involucran desplazamientos de hasta 1500 mts., distancia máxima registrada para el dorado y el patí, desde el Río de la Plata hasta Posadas y Asunción respectivamente (Baigún et al., 2003).

Durante la migración activa, hay un gran gasto energético, ya que el movimiento es en general contracorriente. Como forma de ahorrar energía, el desplazamiento de los cardúmenes se realiza por la zona de veril y por las márgenes, donde el flujo de la corriente es menor. El comportamiento hidrológico del río, en particular la intensidad de las crecidas, afectan el vigor y periodicidad de las migraciones, regulando asimismo la abundancia de peces y la productividad de las pesquerías (Baigún et al., 2003).

Para casi todas las especies de peces de interés comercial, el período reproductivo comienza en primavera – verano, a medida que el nivel de agua aumenta. Los peces migradores liberan grandes cantidades de huevos fertilizados externamente en aguas abiertas. Los huevos derivan a merced de la corriente y tienen un período de maduración aproximado de entre 12 y 24 hs. dependiendo de la temperatura del agua (Baigún et al., 2003).

Es probable que muchos de los impactos negativos operen con particular intensidad en zonas donde transcurren los primeros meses de vida de los peces. Fuentes (1998), ha observado la presencia recurrente de estadios larvales de caraciformes como el sábalo, *Prochilodus lineatus*, *Leporinus spp.*, *Salminus maxillosus* y *Raphiodon vulpinus*, siluriformes de la familia Doradidae y varias especies de la familia Pimelodidae, como *Pimelodus spp.*; *Sorubim lima*, *Pseudoplatystoma spp.*, *Pseudopimelodus zungaro* y otras especies migradoras, en la deriva del río Paraná inferior entre octubre y marzo. Dentro de este período, se observa un marcado incremento de larvas en los meses de noviembre y diciembre para caraciformes y siluriformes, y otro pico en febrero de larvas de siluriformes. La mayoría de los estadios larvales correspondieron a individuos no recientemente eclosionados, o que permite suponer que las áreas de desove están localizadas aguas arriba (Baigún et al., 2003).

En concordancia con lo expresado anteriormente, la legislatura de la Provincia de Santa Fe sancionó, el 28 de diciembre de 2006, la Ley N° 12.703, que prohíbe la captura de toda especie de peces del río Paraná, durante los meses de noviembre, diciembre y enero de cada año, a partir del 1 de enero de 2007.

Conservación

Según Liotta et al. 2002, el río Paraná es una zona crítica en cuanto a la conservación de la biodiversidad íctica debido a la presencia de efluentes de diversos tipos, generados por el cordón industrial aledaño; la alteración profunda de los hábitat de la llanura pampeana y de sus cuerpos de agua, debido a la roturación del suelo y la aplicación masiva de agroquímicos, los que drenan finalmente hacia el río; la urbanización y sus efluentes, sobre todo los cloacales, que normalmente se liberan a los cuerpos de agua sin tratamiento alguno, y finalmente al aumento de la navegación debido al proyecto Hidrovía y el comercio ligado al MERCOSUR.

Como se ha mencionado, la falta de investigaciones dirigidas a lograr una categorización de los peces continentales de la Argentina impide tener una visión clara sobre el tema. No obstante, consideramos tentativamente que las especies del área que corren mayor riesgo se encuentran dentro de los grupos denominados “peces ornamentales” de los órdenes Characiformes, Siluriformes, Perciformes y Lepidosireniformes. Chébez (1994) ubica a *Lepidosiren paradoxa* en la categoría de “vulnerable” y, de acuerdo a Gómez et al. (1993/94), “se comercializan exclusivamente formas juveniles o de pequeño tamaño”. Vides-Almonacid et al. (1998), sitúan a *Loricaria tucumanensis* de la selva Pedemontana del noreste argentino, en la categoría “en peligro”.

Otro grupo de peces que debe tomarse en cuenta, son los utilizados como “carnada viva” (principalmente, gimnotiformes y caraciformes); esta es una actividad importante dentro de las pesquerías de la Cuenca del Plata (López et al., 2000) y sobre la cual no existe ningún tipo de control. Además, debemos mencionar los “peces anuales” del género *Austrolebias* que sólo prosperan en hábitats altamente estacionales fácilmente susceptibles de ser dañados, y los “peces miniatura” (ej.: *Trichomycterus johnsoni* (Miquelarena y Arámburu, 1983). Los restantes componentes ictiofaunísticos de la región, están sujetos a las presiones antrópicas mencionadas anteriormente, entre las que se encuentran los proyectos de la Hidrovía Paraná-Paraguay, la represa de Corpus, la canalización de los bajos meridionales, el canal artificial mediterráneo, etc.

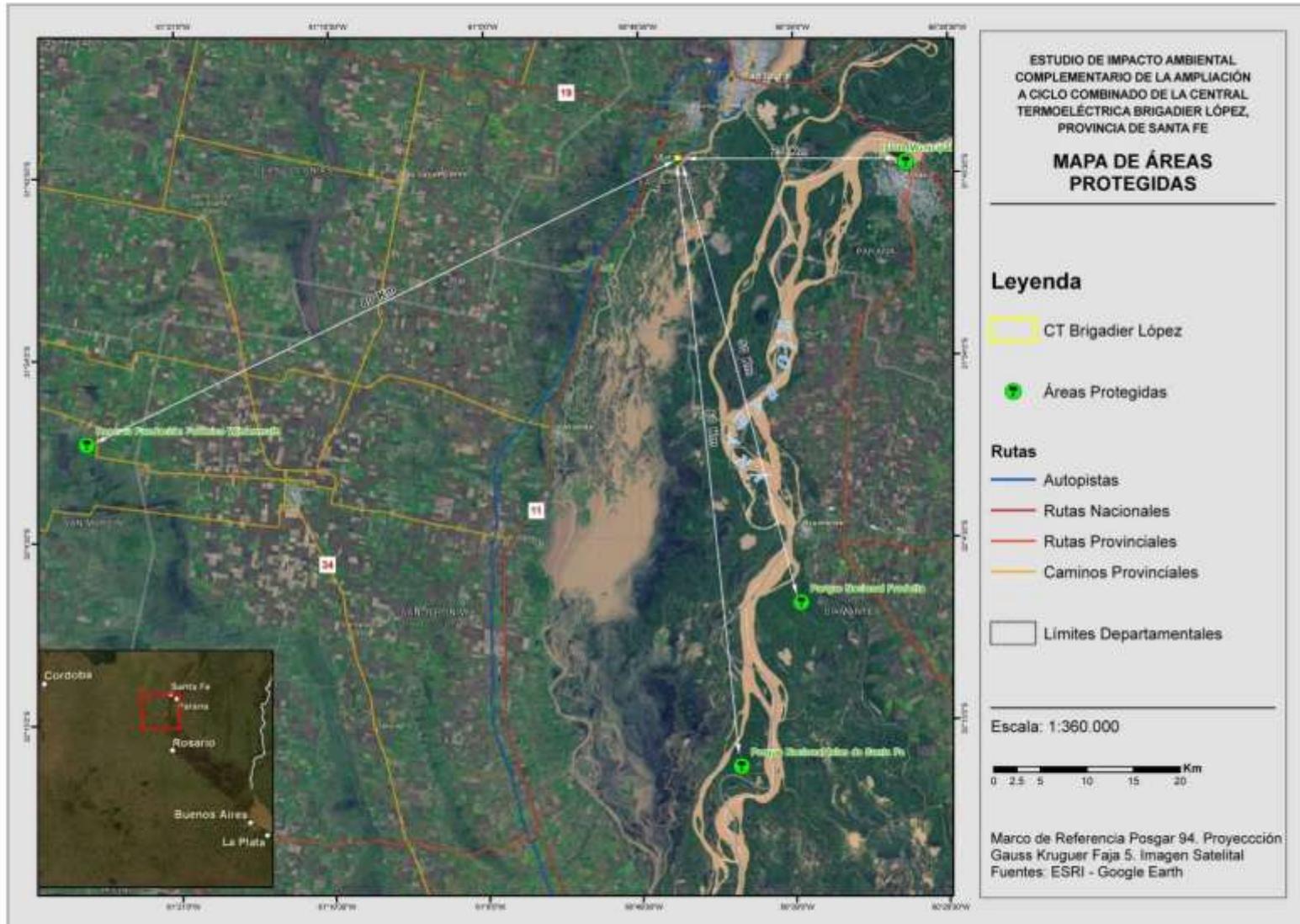


Figura 84. Áreas Protegidas más cercanas al área de estudio. Fuente: elaboración propia en base a SIFAP, Brown, et al. (2006) y Administración de Parques Nacionales.

El **Monumento Natural Islote Municipal** se localiza en la localidad de Paraná, Entre Ríos y constituye una de las tantas islas que forman parte del río homónimo a esta localidad. Presenta una superficie de 15 ha y fue creada por medio de la Resolución Provincial N° 1561/95. Su objetivo general es la educación e interpretación ambiental, así como también la investigación científica. Su objetivo específico es mantener el patrimonio ecológico del islote (SIFAP).

El **Parque Nacional Pre Delta** fue creado en el año 1992, con el fin de preservar una muestra de ambientes del Delta superior del río Paraná, mediante la Ley Nacional N° 24063/91. Tiene una superficie de 2.458 hectáreas y se encuentra ubicado en el sudoeste de la Provincia de Entre Ríos, a unos 6 km al sur de la ciudad de Diamante (SIFAP y APN).

El Parque pertenece a la eco-región Delta e Islas del Paraná. El conjunto de islas que constituyen este Parque conforman el característico paisaje del Delta: albardones e interiores deprimidos cubiertos de pajonales y lagunas. La vegetación del lugar está compuesta por densos pajonales isleños, con camalotes o aguapey (*Eichhornia crassipes* y *Pontederia cordata*) de vistosas inflorescencias violáceas y los irupés (*Victoria cruziana*). El sector de islas tiene bosques de ceibos (*Erythrina crista-galli*) y curupíes (*Sapium haematospermum*) y bosques de timbó blanco (*Albizia inundata*). Las partes bajas están cubiertas de densos pajonales con paja de techar (*Panicum prionitis*) y paja boba (*Paspalum intermedium*), existiendo algunos espejos de agua. En la región pueden observarse los bosques de sauces criollos (*Salix humboldtiana*) y alisos de río (*Tessaria integrifolia*) (APN).

La fauna, abundante y variada, incluye poblaciones de carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*), de coipo o falsa nutria (*Myocastor coypus*) y de lobito de río (*Lontra longicaudis*). También se ha detectado la presencia del yacaré ñato (*Caimán latirostris*). Entre las numerosas especies de aves se destacan patos, caraus (*Aramus guarana*), chajáes (*Chauna torquata*), cigüeñas (*Ciconia maguari*), garzas (*Egretta sp.*), y martín pescadores como el grande (*Ceryle torquata*) (APN).

La **Reserva de Usos Múltiples Federico Wildermuth** ubicada en el departamento San Martín de la Provincia de Santa Fe, a 20 kilómetros al noroeste de la ciudad de Gálvez fue creada mediante el Decreto Provincial N° 767/84. La superficie de la reserva es de 1283 ha y está situada en la parte sur de la región Espinales y Algarrobales Pampeanos (SIFAP).

En términos generales, en la reserva de Wildermuth pueden reconocerse tres grandes sitios definidos por factores edáficos, topográficos y antrópicos: 1) pajonales, 2) humedales (lagunas y espacios perilacunares) y 3) sabanas de pastos cortos y medios cultivados y espontáneos. Incluidos en cada uno de ellos pueden reconocerse diferentes unidades fisonómicas y comunidades vegetales.

El pajonal presenta una uniformidad elevada, caracterizándose por la presencia, casi excluyente, de espartillo (*S. argentinensis*). En los sitios relativamente poco perturbados por el fuego, generalmente próximos a las lagunas, el pajonal muestra una acumulación importante de bio y necromasa, con una reducción muy acentuada de la diversidad. Por el contrario, en los espacios con incendios más recientes, la diversidad y riqueza de especies es bastante mayor. Incluidas en la matriz del espartillar, en este sitio también ocurren parches poco extensos de jume (*Salicomia ambigua*) (Di Giacomo, 2005).

En las áreas de humedales pueden reconocerse dos grandes unidades fisonómicas: lagunas y espacios perilacunares. Mientras el espacio de lagunas es vegetado casi exclusivamente por juncos (*Schoenoplectus californicus*), el espacio perilacunar es bastante más heterogéneo, estando vegetado por un cierto número de comunidades de distinta importancia. Por último, en los sectores topográficamente más elevados, sobre los suelos de mayor aptitud productiva de la reserva, alternan sabanas de chañar (*Geoffroea decorticans*), cina-cina (*Parkinsonia aculeata*) y espinillo (*Acacia caven*). Existen sectores ganaderos con pasturas exóticas. También eventualmente hay potreros vegetados por praderas degradadas en sucesión, en ambos casos bajo uso pastoril. La pradera en sucesión está constituida por una matriz de gramíneas (*Paspalum sp.* y *Botriochloa lagurioides*) con parches de mediana extensión dominados por compuestas (*Artemisia sp.*) sobre suelos con limitaciones salino sódicas; asociado con lo anterior, también ocurren cubetas con anegamientos temporarios dominadas por la gramínea pasto laguna (*Echinochloa helodes*) (Di Giacomo, 2005).

El **Parque Nacional Islas de Santa Fe** se creó a partir de la Ley N° 26.648 sancionada el 13 de octubre del año 2010 y promulgada en noviembre de ese mismo año por el Decreto N° 1627/2010. El mismo se encuentra actualmente en la etapa de formación, careciendo por completo de infraestructura receptiva.

El Parque Nacional se emplaza en el sudeste del departamento de San Jerónimo, cerca del límite provincial que divide a Santa Fe de Entre Ríos. El río Paraná, el cual rodea dicho parque, ha dado origen a las ocho islas que hoy conforman el área protegida (Campo El Rico, Mabel o Chingolo, La Gallina, El Conscripto, El Lago, Del Medio o De Lillo, El Alisillar y Pajas Blancas). Dicho Parque abarca alrededor de unas 2.900 has e incorpora en su totalidad al Patrimonio Natural El Rico. Esta área protegida se formó en el año 1968 mediante la sanción del Decreto N° 4070/68. Posteriormente, esta legislación fue modificada por los Decretos N° 899/70 y 4269/76 que desafectaron una parte de las islas y su superficie se redujo a la que posee actualmente (2.600 has).

El Área Protegida El Rico es una reserva de recursos, ocupando varias islas ubicadas en las inmediaciones de los cauces del río Paraná. Entre ellas se encuentra el Campo El Rico (la de mayor superficie), la isla La Gallina y la isla El Conscripto. El brazo del Paraná que los bordea por el oeste se denomina Riacho Los Reyes. Estos islotes se caracterizan por poseer amplias superficies cubiertas de bancos de arena y albardones que se desarrollan mayormente paralelos a las márgenes de los cursos de agua. En dichas áreas se destacan las comunidades boscosas de alisales (*Tessaria integrifolia*), primer especie que ocupa los bancos de arena, y los sauzales, formados por sauce criollo (*Salix humboldtiana*), característico de las islas del Paraná. También existen vastas zonas del bosque isleño formado con especies como el laurel amarillo (*Nectandra falcifolia*), el ceibo (*Erythrina crista-galli*), el timbó blanco (*Cathormion polyanthum*) y el ubajay (*Hexachlamys edulis*) entre los más comunes. Entre las comunidades herbáceas presentes se encuentran la paja de techar (*Panicum prionitis*) o *Baccharis sp.*, entre las especies acuáticas se destacan los camalotes (*Eichornia azurea*), el canutillo (*Hymanache amplexicaudis*), el catay o caá-ti (*Polugonum punctatum*), el duraznillo blanco (*Solanum malacoxylon*) y varias más.

Con respecto a la fauna presente en estas islas, el grupo de las aves es el más conspicuo, presentando variadas especies de patos y garzas. Otras familias que tienen representantes en el área son: *Rallidae* (gallaretas, pollas y burritos), *Aramidae*, *Columbidae*, *Psittacidae* y *Caprimulgidae*. De los mamíferos se encuentra el carpincho, el coipo y el lobito de río. Este último se encuentra en estatus Vulnerable en orden Internacional y En peligro en la categorización nacional.

Cabe destacar que en el año 2007, se tomó la iniciativa en la provincia de formar un Parque Nacional en la provincia de Santa Fe de 160.000 has formado por islas, esteros, bañados, lagunas y tierras inundables. La misma fue promulgada por la Subsecretaría de Pesca y Recursos Naturales (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Santa Fe), el Ente Administrador Puerto de Santa Fe, la Universidad Nacional del Litoral y la Fundación Hábitat y Desarrollo. Los límites del área propuesta estaría conformados por el río Paraná al Este, el río Coronda al Oeste, ocupando 122 km de extensión comprendidos entre la ciudad de Santa Fe (al Norte) y la confluencia del Paraná y el Coronda (al Sur) (Figura 85). En el marco de este proyecto se encuentra el actual Parque Nacional Islas de Santa Fe de 2.900 has.

Este emprendimiento propone la relocalización del Puerto de Santa Fe sobre aguas profundas del río Paraná; de forma tal de ceder este espacio para la formación de la reserva. Esto implica una gran oportunidad para la provincia para terminar de definir su perfil ambiental y paisajístico, donde el objetivo fundamental es proteger un área representativa de la Ecorregión del Delta e Islas del Paraná Medio, declarando la misma como sitio Ramsar. La relocalización del Puerto además tiene por objeto recuperar la competitividad y lograr una mayor inserción en el mercado internacional de la provincia.

A partir del Decreto N° 1578, promulgado en agosto del año 2011, se trata de dar cumplimiento de lo dispuesto por la Ley N° 12.855 (año 2008), la cual declara de interés general y sujeto a expropiación los bienes inmuebles que la autoridad administrativa determine como necesarios a los fines exclusivos del “Proyecto de Reconversión del Puerto de Santa Fe”. El área delimitada comprende una superficie aproximada de 29.437 has sobre un total de 60 partidas inmobiliarias, tratándose de la superficie que no se encuentre comprendida en el proyecto de relocalización del puerto.

Actualmente, el Proyecto de Parque Nacional que abarca las 160.000 has propuestas inicialmente no se ha podido concretar.



Figura 85. Zona del Proyecto Parque y Reserva Natural Islas de Santa Fe. Fuente: Comisión Pro-Parque y Reserva Natural, 2007.

3.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Santa Fe cuenta con 6 AICAS, siendo las más cercanas a la zona de estudio la Reserva de Usos Múltiples Federico Wildermuth, la cual como se mencionó previamente, se encuentra a 80 km y el AICA San Javier, localizada a 120 km aproximadamente (Figura 86).

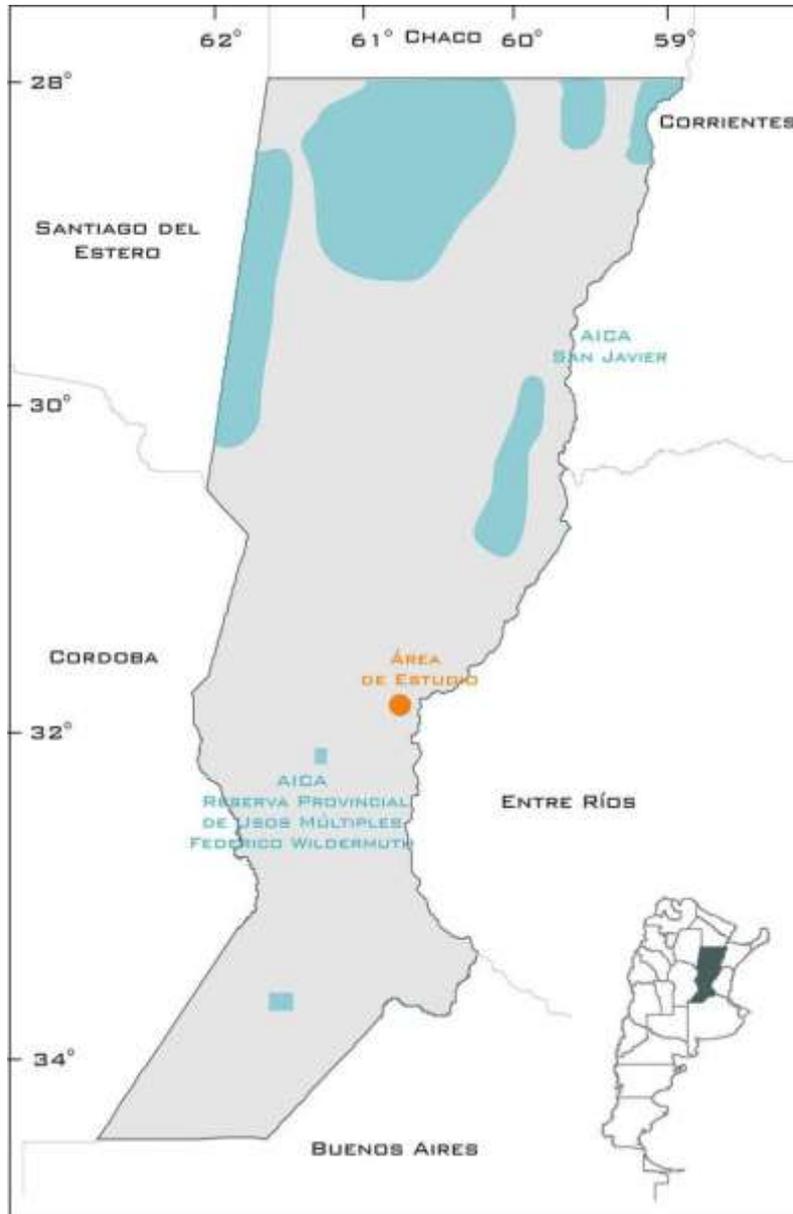


Figura 86. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en la Provincia de Santa Fe. Fuente: elaboración propia en base a Di Giacomo, 2005

La Reserva de Usos Múltiples Federico Wildermuth constituye un sitio de interés para algunas aves de pastizal y humedales, por tratarse del único sitio en los alrededores con características silvestres; los campos linderos están destinados a la agricultura. La reserva cuenta con registros de varias especies amenazadas a nivel global, mayormente asociadas a pastizales y pajonales. Una de ellas es el ñandú (*Rhea americana*) que ha sufrido un acentuado retroceso y extinciones locales en grandes extensiones del sur y centro de la provincia de Santa Fe. El tachurí coludo (*Culicivora caudacuta*) fue hallado nidificando. Es de destacar la presencia de doradito pardo (*Pseudocolopteryx dinelliana*), único sitio de la provincia, al momento, donde se lo ha registrado. Además aparecen aquí el doradito copetón (*Pseudocolopteryx sclateri*) y el común (*P. flaviventris*). El pastizal además es visitado estacionalmente por capuchinos como el garganta café (*Sporophila ruficollis*) y el capuchino canela (*S. hypoxantha*) (Di Giacomo, 2005).

Por su parte, el AICA San Javier es un área rural con amplios parches de espinal secundario. Incluye la franja arrocera de la provincia de Santa Fe, ubicada sobre la planicie de inundación del Paraná (Ruta 1). Los arrozales se encuentran entre el espinal (mayormente en buen estado) y el río San Javier (falla del valle aluvional del río Paraná) a lo largo de una banda norte-sur de aproximadamente 15-20 km de ancho por 100 km de largo (Di Giacomo, 2005).

Este sitio alberga una parte importante de la población invernal del charlatán (*Dolichonyx oryzivorus*) conocida para el sur de América del Sur. Se han registrado congregaciones de miles de individuos en lotes de arroz. En la zona, sobre los pastizales en el borde de la carretera y en pajonales se han registrado capuchinos de varias especies del género *Sporophila*, incluyendo al capuchino castaño (*S. hypochroma*) que se considera amenazada (Di Giacomo, 2005).

También se ha registrado la presencia del ñandú (*Rhea americana*). La zona alberga una notable diversidad de aves acuáticas, incluyendo a más de 10 especies de aves playeras neárticas, las cuales hacen uso de las arroceras durante la temporada no reproductiva; principalmente el playerito pectoral (*Calidris melanotos*), el pitotoy chico (*Tringa flavipes*) y el chorlo pampa (*Pluvialis dominica*). Otras especies de particular interés son el playerito canela (*Tryngites subruficollis*) y el batitú (*Bartramia longicauda*). Se detectaron además, en las arroceras, un número importante de especies e individuos de garzas y de rálidos (10 especies). Se observó la garza azul (*Egretta caerulea*). Existe un registro muy probable del amenazado burrito negruzco (*Porzana spiloptera*) (Di Giacomo, 2005).

3.4.3 Áreas Valiosas de Pastizal

Un Área Valiosa de Pastizal puede definirse como una superficie considerable de pastizales naturales en buen estado de conservación, cuya extensión puede variar desde unas pocas hectáreas (por ejemplo, cuando se trata del relicto de una especie endémica), hasta áreas de gran tamaño en las que extensos pastizales naturales y seminaturales con una biodiversidad relevante constituyen el tipo de parche claramente dominante en la matriz del paisaje, aun cuando pueden contener también en su interior numerosos parches destinados a otros usos (Bilenca y Miñarro, 2004).

En las Pampas, el número de AVP se encuentra distribuido en forma relativamente homogénea por las diferentes subdivisiones de la ecorregión, y corresponden en su mayoría a sitios de baja o nula aptitud agrícola. De acuerdo con la opinión de los expertos, la invasión de especies vegetales exóticas, las actividades de caza furtiva y el comercio ilegal constituyen las amenazas que con mayor frecuencia se presentan en las AVP, a las que acompañan, en orden de importancia, otras amenazas cuyos efectos se expresan sobre grandes extensiones, tales como la expansión de la frontera agrícola o la sustitución de pastizales naturales por plantaciones forestales.

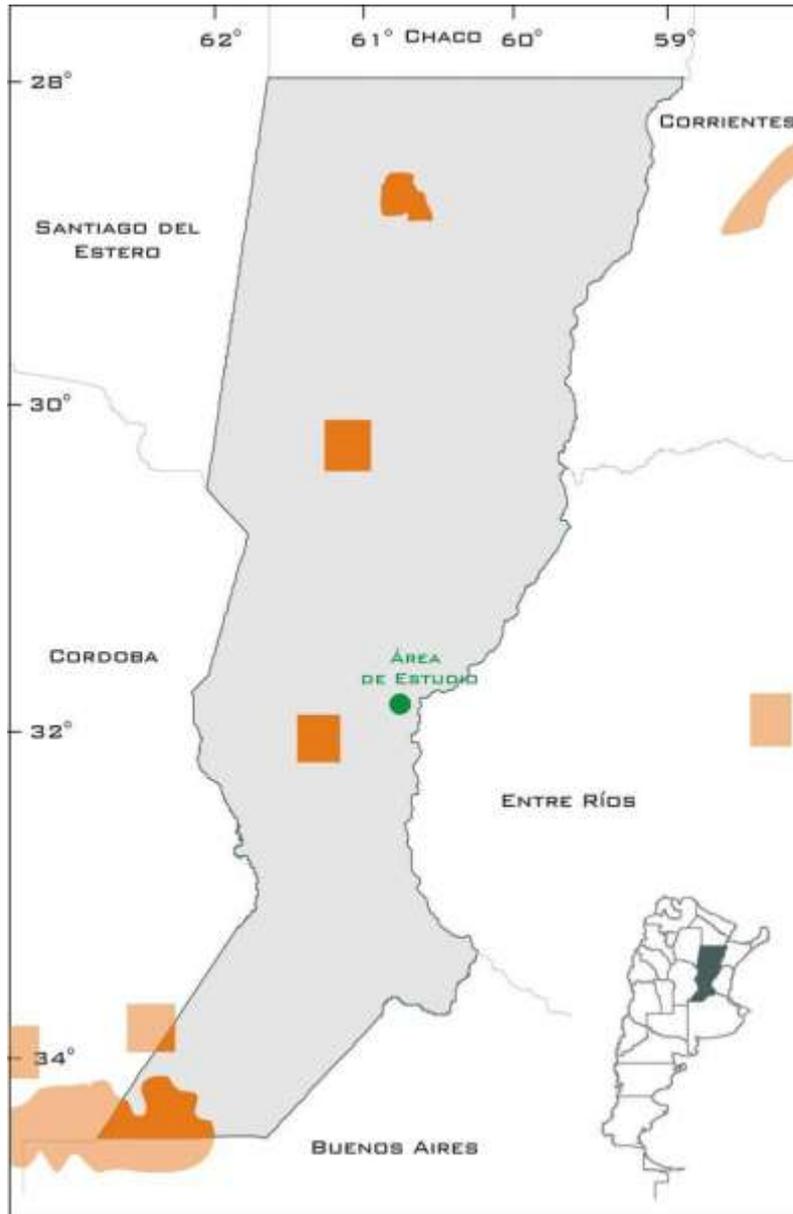


Figura 87. Distribución de las AVP. Fuente: elaboración propia en base a Bilenca y Miñarro (2004).

Como puede observarse en la Figura 87, el área de estudio se encuentra alejada de las zonas definidas como Áreas Valiosas de Pastizales, de modo que las mismas no se verán afectadas por el proyecto.

4 MEDIO ANTRÓPICO

4.1 JURISDICCIONES Y ASENTAMIENTOS POBLACIONALES INVOLUCRADOS

La Central Termoeléctrica sobre la que se realizará la ampliación a ciclo combinado se emplaza en la comuna Sauce Viejo, distrito integrante del departamento La Capital de la provincia de Santa Fe. En cercanías al norte de la CT se encuentra el municipio de Santo Tomé, conformando de esta manera ambos distritos el área de influencia en el medio antrópico.



Figura 88. Jurisdicciones involucradas.

4.2 ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Teniendo en cuenta que todavía no han sido desagregados a nivel municipal los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de 2010 se presentarán principalmente a continuación los correspondientes al CNPhyV 2001, para la Comuna de Sauce Viejo y Municipio de Santo Tomé. Se exponen los datos actuales (Censo 2010) de la población para la Provincia y el Departamento La Capital (Tabla 35).

El Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda de 2001 (INDEC, 2001) expone que en la comuna de Sauce Viejo residen 6.825 habitantes, mientras que en el municipio de Santo Tomé se registran 59.072 habitantes.

Tabla 35. Población y variación intercensal (Censos: 1991, 2001 y 2010). Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001 y 2010.

| Jurisdicciones | Población | | | Variación Intercensal | | | |
|----------------------|------------|------------|------------|-----------------------|----------|-------------|----------|
| | Censo 1991 | Censo 2001 | Censo 2010 | (1991-2001) | | (2001-2010) | |
| | | | | Absoluta | Relativa | Absoluta | Relativa |
| Pcia. de Santa Fe | 2.798.422 | 3.000.701 | 3.194.537 | 202.279 | 7,2% | 193.836 | 6,5 % |
| Depto. La Capital | 441.982 | 489.505 | 525.093 | 47.523 | 10,8% | 35.588 | 7,3 % |
| Municipio Santo Tomé | 44.533 | 59.072 | | 14.539 | 32,6% | | |
| Comuna Sauce Viejo | 3.631 | 6.825 | | 3.194 | 88,0% | | |

Como se puede observar en la Tabla 35 Sauce Viejo experimentó un significativo incremento poblacional, con una variación intercensal relativa (1991-2001) de 88%, valor que supera ampliamente los datos que exponen el departamento de La Capital y la provincia de Santa Fe. Por su parte, Santo Tomé, también presenta un crecimiento de su población, en este caso de 32,6%.

Es relevante considerar, para comprender la dinámica evolutiva de estos asentamientos, los cambios que se produjeron entre un censo y otro respecto del ámbito de residencia de su población. Sauce Viejo experimentó un significativo cambio ya que en 1991 la población urbana representaba el 20% mientras que en el 2001 se elevó la participación en un 81,6%, conformando el carácter de su población predominantemente urbana e incrementándose ésta en un 664,7%. En Santo Tomé se produce un cambio inverso en tanto un descenso de la población urbana, aunque continúa resultando altamente predominante (97,7%).

Con respecto al crecimiento poblacional a nivel de provincia y departamento (La Capital), se observa que en el primer caso el crecimiento relativo fue del 6,5%, mientras que para el segundo fue del 7,3%, mayor que el de la provincia.

Tabla 36. Población urbana y rural y variación intercensal relativa (1991-2001). Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

| Población | Depto. La Capital | | | Santo Tomé | | | Sauce Viejo | | |
|-----------|-------------------|---------|-----------------------|------------|--------|-----------------------|-------------|-------|-----------------------|
| | 1991 | 2001 | Variación Intercensal | 1991 | 2001 | Variación Intercensal | 1991 | 2001 | Variación Intercensal |
| Urbana | 412.883 | 464.851 | 12,6% | 43.808 | 57.711 | 31,7% | 728 | 5.567 | 664,7% |
| | 93,4% | 95,0% | | 98,4% | 97,7% | | 20,0% | 81,6% | |
| Rural | 29.099 | 24.654 | -15,3% | 725 | 1.361 | 87,7% | 2.903 | 1.258 | -56,7% |
| | 6,6% | 5,0% | | 1,6% | 2,3% | | 80,0% | 18,4% | |

Respecto de la estructura de la población según el sexo, Santo Tomé expone una relación de 93,2 varones por cada 100 mujeres, valor del índice de masculinidad inferior al provincial pero superior al departamental. En Sauce Viejo la relación es inversa, evidenciando mayor cantidad de varones, 105,3 por cada 100 mujeres.

Tabla 37. Población según sexo e índice de masculinidad. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

| Jurisdicciones | Población | Varones | Mujeres | Índice de Masculinidad |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| Pcia. de Santa Fe | 3.000.701 | 1.455.837 | 1.544.864 | 94,2 |
| Depto. La Capital | 489.505 | 234.475 | 255.030 | 91,9 |
| Santo Tomé | 59.072 | 28.502 | 30.570 | 93,2 |
| Sauce Viejo | 6.825 | 3.501 | 3.324 | 105,3 |

Por otra parte, el índice de dependencia potencial de jóvenes expresa el número de jóvenes (menores a 15 años) que potencialmente deben sostener económicamente las personas activas (de 15 a 64 años). El municipio de Santo Tomé presenta un valor igual al departamental y, ambos, levemente superior al provincial, con 44 jóvenes cada 100 personas activas. Sauce Viejo, supera con mayor intensidad la media provincial y departamental registrando un índice de 54 jóvenes por cada 100 personas activas (ver Figura 89).

Los datos aportados por el Censo 2010, tanto para la provincia como a nivel departamental, se observa un incremento en la población, el cual se desprende del crecimiento absoluto de individuos de ambos sexos. Con respecto al índice de masculinidad, los valores se mantienen tanto para la provincia (94) como para el departamento correspondiente (91,5), evidenciando una leve disminución con respecto a los datos del censo 2001 (Tabla 37).

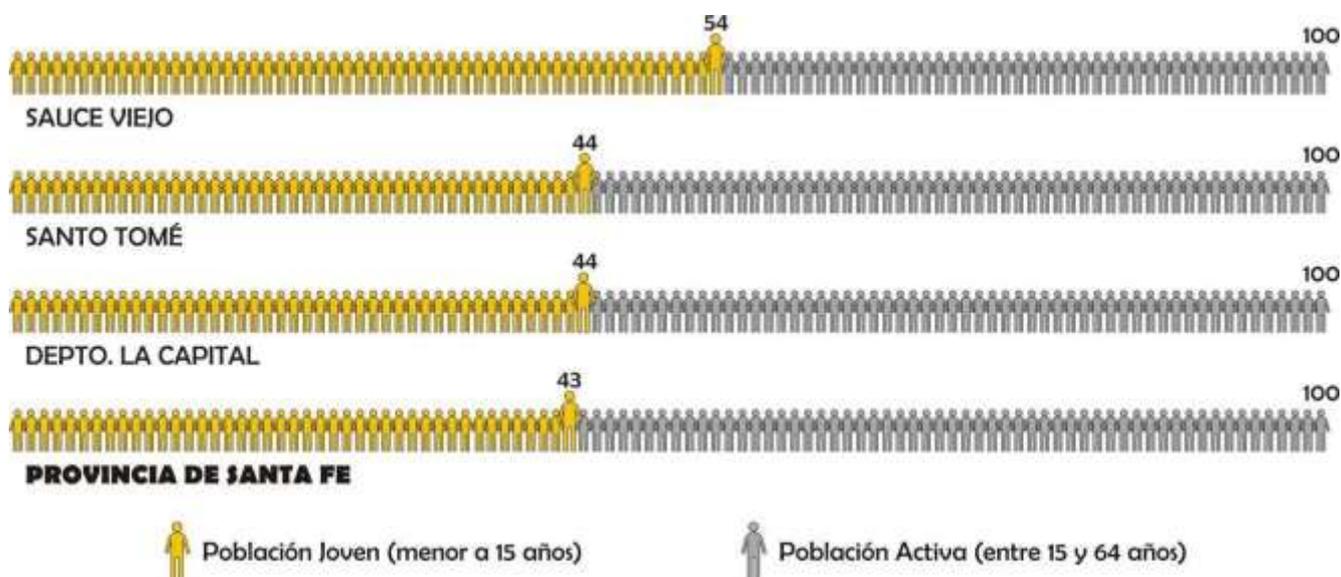


Figura 89. Índice de dependencia potencial de jóvenes. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

El índice de dependencia potencial de ancianos se define como el número de población mayor a 64 años que potencialmente debe sostener económicamente la población activa. Ambos distritos involucrados, Santo Tomé y Sauce Viejo, presentan valores inferiores al provincial y departamental, con 13 y 11 ancianos por cada 100 personas activas respectivamente.

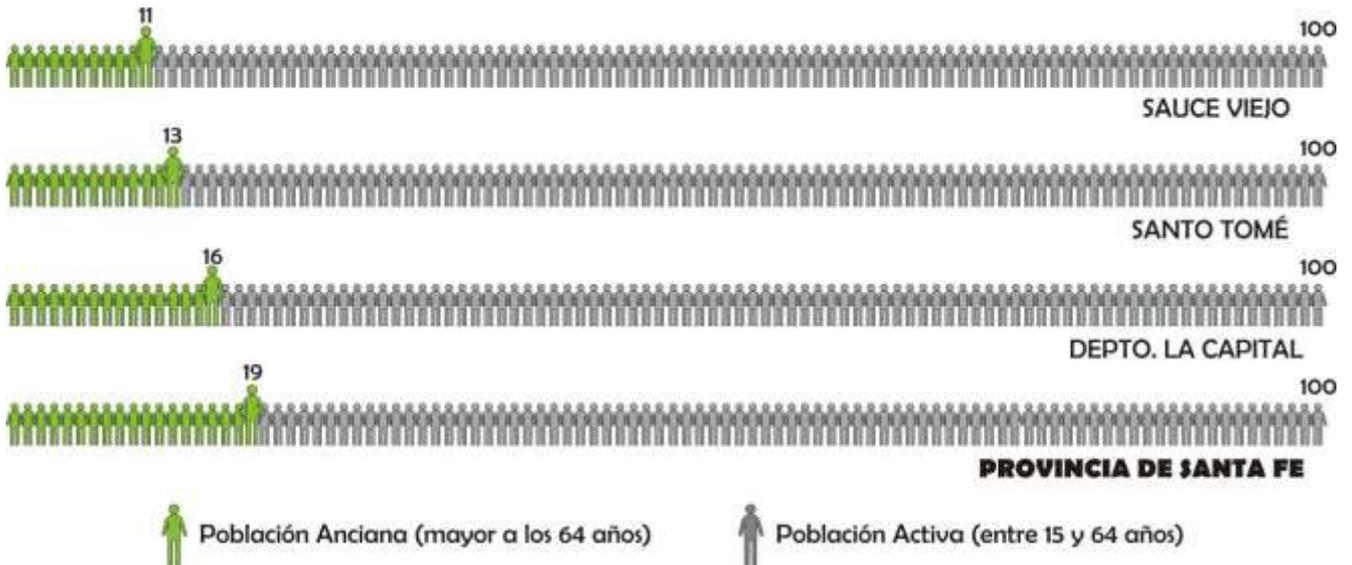


Figura 90. Índice de dependencia potencial de ancianos. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

En cuanto a los aspectos relacionados con la salud, debe considerarse que la posibilidad de tener cobertura médica se relaciona directamente con una menor vulnerabilidad social, ya que la misma permite afrontar situaciones críticas, y, asimismo, expresa una situación de estabilidad laboral al resultar necesaria para sostener dicha cobertura. La mayor parte de la población de Santo Tomé, el 61,9%, cuenta con cobertura social, plan médico o mutual. Este valor es superior al provincial y departamental. Por el contrario, la mayor proporción de población de Sauced Viejo no tiene cobertura de salud, alcanzando al 51,3% sobre el total.

Para el censo 2010, a nivel provincial se observa un incremento notorio de población con algún tipo de cobertura médica (68%), por lo que se cree que los valores también se incrementaron tanto a nivel departamental, de municipio y comuna.

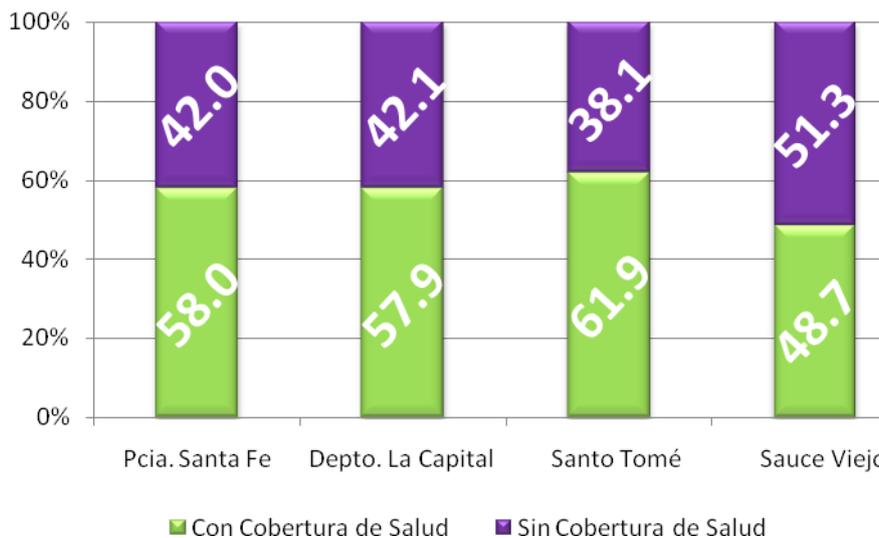


Figura 91. Porcentaje de población con o sin cobertura de salud. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

Respecto a los aspectos educativos, se presentarán en este informe los valores relacionados con la población de 10 años o más por su condición de alfabetismo (Tabla 38) y el porcentaje de población de 15 años o más por nivel máximo de instrucción alcanzado (Figura 92).

El porcentaje de población alfabetizada de Santo Tomé (98,68%) supera el valor provincial y el departamental. Por otra parte, el 97,56% de la población de Sauce Viejo se encuentra dentro de esta categoría superando el valor provincial, levemente, pero inferior al departamental.

En cuanto a los datos del Censo 2010 disponibles, la población alfabetizada de la provincia aumentó un 0,68% con respecto al valor del Censo 2001.

Tabla 38. Población de 10 años o más por condición de alfabetismo. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

| Jurisdicciones | Población de 10 años o más | Alfabetos | | Analfabetos | |
|-------------------|----------------------------|-----------|--------|-------------|-------|
| | | Abs. | Rel. | Abs. | Rel. |
| Pcia. Santa Fe | 2.484.416 | 2.423.251 | 97,54% | 61.165 | 2,46% |
| Depto. La Capital | 400.395 | 392.888 | 98,13% | 7.507 | 1,87% |
| Santo Tomé | 48.282 | 47.645 | 98,68% | 637 | 1,32% |
| Sauce Viejo | 5.297 | 5.168 | 97,56% | 129 | 2,44% |

En lo referente al máximo nivel de instrucción alcanzado por la población de 15 años o más Santo Tomé presenta los valores máximos, dentro del área de influencia directa, en las categorías que expresan un mejor nivel de instrucción de su población: el 9,5% de la misma ha finalizado sus estudios terciarios y/o universitarios y el 32,2% se encuentra dentro de la categoría Secundario completo/Terciario y/o universitario incompleto.

En el caso de Sauce Viejo los valores de estas categorías son inferiores, incluso en comparación con los del departamento La Capital y la provincia de Santa Fe. La mayor parte de la población mayor a 9 años se encuentra dentro de la categoría Primario completo/Secundario incompleto mientras que se registra a un 18,4% de esta población Sin instrucción o con primario incompleto, valor superior al provincial y departamental.

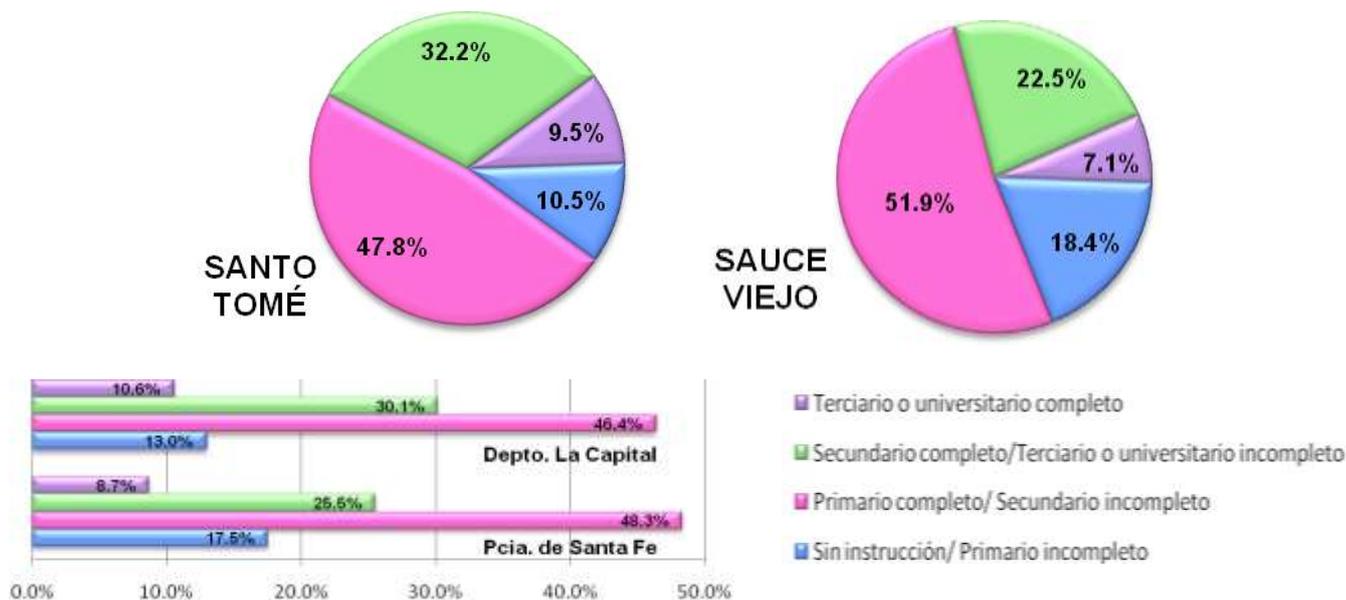


Figura 92. Población de 15 años o más por nivel máximo de instrucción alcanzado. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

Otro de los aspectos relevantes para caracterizar a los asentamientos poblacionales involucrados es el habitacional. La mayor parte de las viviendas de ambos distritos son Casas, suponiendo el 93,4% del total de viviendas en Sauce Viejo y el 89,3% en Santo Tomé. Dentro de esta categoría se discriminan dos tipos y se observa en Santo Tomé una supremacía de las de tipo “A”⁷, que expone las mejores condiciones habitacionales, con el 77,4%; mientras que en Sauce Viejo si bien se registra también la mayor cantidad dentro de esta categoría es importante la incidencia de las de tipo “B”⁸ con el 31,3% sobre el total de viviendas. Por otra parte, en Santo Tomé se destaca la cantidad de viviendas tipo Departamento existentes, 8%, mientras que en Sauce Viejo tal porcentaje es despreciable con el 0,2%.

Las viviendas tipo Rancho o Casilla se relacionan con estructuras que reportan mayor precariedad, en Sauce Viejo el 6% de las viviendas se encuentran dentro de esta categoría mientras que en Santo Tomé alcanza al 2,4%.

⁷ Se refiere a todas las casas no consideradas de tipo “B”

⁸ Se refiere a todas las casas que cumplen por lo menos con una de las siguientes condiciones: tienen piso de tierra o ladrillo suelto u otro material (no tienen piso de cerámica, baldosa, mosaico, mármol, madera o alfombrado) o no tienen provisión de agua por cañería dentro de la vivienda o no disponen de inodoro con descarga de agua.

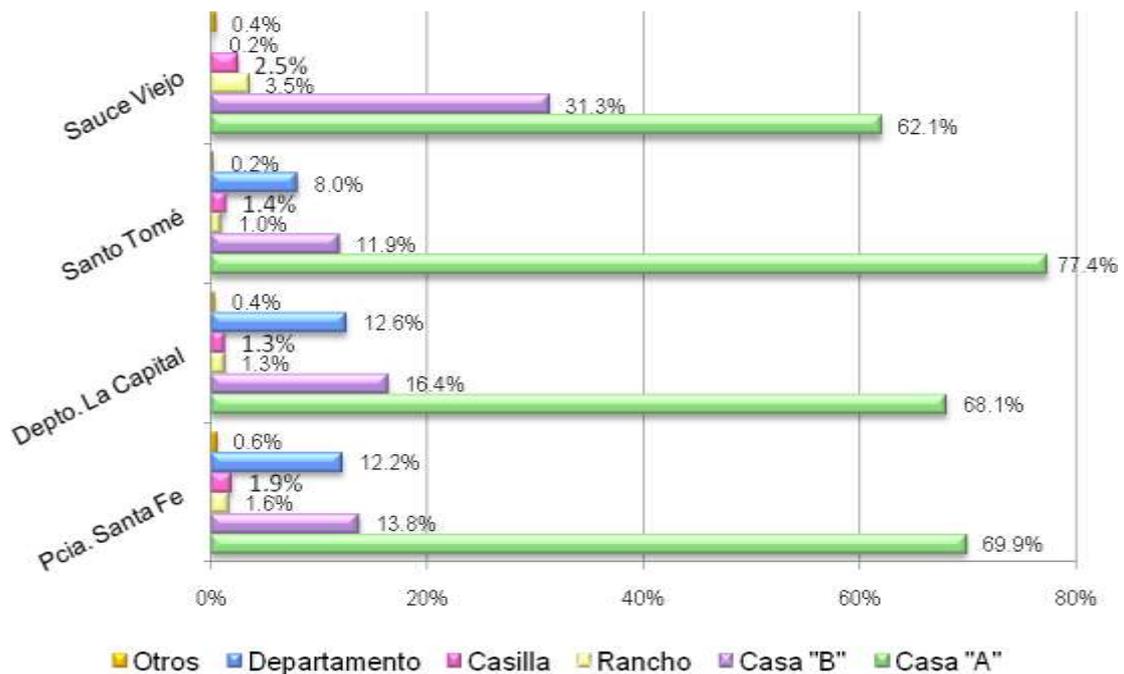


Figura 93. Porcentaje de hogares según tipo de vivienda. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

La condición de hacinamiento crítico se produce cuando existen más de 3 personas por cuarto. En tal caso se registra al 6,8% de los hogares de Sauce Viejo, valor superior al provincial y departamental. Por el contrario, Santo Tomé presenta un valor inferior a ambas jurisdicciones con el 3,3% de sus hogares con más de 3 personas por cuarto.

Tabla 39. Hogares por hacinamiento. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001.

| Jurisdicciones | Hogares* | Hasta 1,49 personas por cuarto | 2,00 - 3,00 personas por cuarto | Más de 3.00 personas por cuarto |
|-------------------|----------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Pcia. Santa Fe | 872.132 | 651.024 | 185.006 | 36.102 |
| | | 74,6% | 21,2% | 4,1% |
| Depto. La Capital | 137.595 | 102.010 | 29.180 | 6.405 |
| | | 74,1% | 21,2% | 4,7% |
| Santo Tomé | 16.112 | 12.215 | 3.365 | 532 |
| | | 75,8% | 20,9% | 3,3% |
| Sauce Viejo | 1.834 | 1.187 | 523 | 124 |
| | | 64,7% | 28,5% | 6,8% |

*Se excluye a aquellos hogares censados en la calle

Finalmente, se presenta a uno de los indicadores más utilizados para definir los niveles de pobreza, el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). El mismo se compone por cinco indicadores de privación asociados a carencias relacionadas a equipamientos de la vivienda, hacinamiento, educación, etc. Todo hogar (o la población que lo compone) cae dentro del grupo con NBI con sólo encontrarse bajo una de las siguientes situaciones:

- Hacinamiento: hogares que tuvieran más de tres personas por cuarto.
- Vivienda: hogares en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria y otro tipo, lo que excluye casa, departamento y rancho)
- Condiciones sanitarias: hogares que no tuvieran ningún tipo de retrete
- Asistencia escolar: hogares que tuvieran algún niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asistiera a la escuela.
- Capacidad de subsistencia: hogares que tuvieran cuatro o más personas por miembro ocupado y, además, cuyo jefe no haya completado tercer grado de escolaridad primaria.

El 34,6% de los hogares en Sauce Viejo tienen NBI, este valor es superior al provincial y departamental, en éste último caso con mayor amplitud. Se destaca el porcentaje de hogares rurales con NBI, que superan en casi el 5% al valor provincial, mientras que los hogares rurales se encuentran por debajo del valor de esta jurisdicción. Por el contrario, en Santo Tomé, se registra al 24,8% de los hogares con NBI, valor inferior a ambas jurisdicciones de mayor jerarquía a las que pertenece. En cuanto a la distribución de los hogares con NBI según ámbito de pertenencia, ya sea rural o urbano, se observa en la Figura 94, que el porcentaje de hogares rurales es bajo con 7,8%, mientras que los urbanos alcanzan al 17% sobre el total superando en este caso el valor departamental.

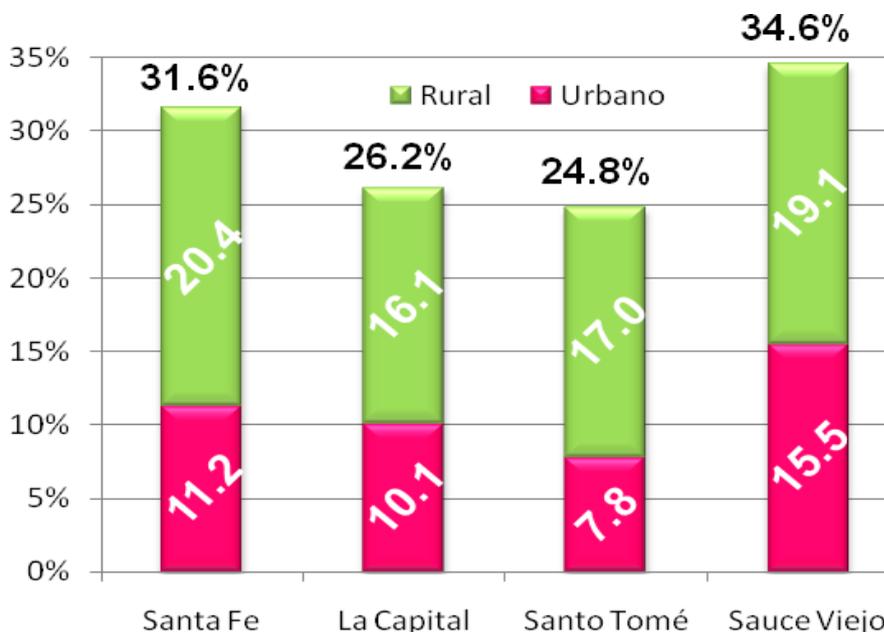


Figura 94. Hogares (rurales y urbanos) con NBI. Fuente: elaboración propia en base INDEC, 2001.

4.3 ASPECTOS ECONÓMICOS

4.3.1 Mercado de Trabajo

Para la caracterización de mercado de trabajo del área involucrada se ha considerado incluir los datos de la Encuesta Permanente de Hogares Continua que se realiza periódicamente en los grandes aglomerados urbanos del país. En este caso se considera al Aglomerado Gran Santa Fe que incluye a las localidades de Santo Tomé, Sauce Viejo, San José del Rincón, Recreo y Santa Fe.

En la siguiente figura se puede observar la evolución de las tasas de actividad (porcentaje entre la población económicamente activa y la población total) y la de empleo (porcentaje entre la población ocupada y la población total) a lo largo de los últimos años, desde el 2003 hasta el 2011 inclusive.

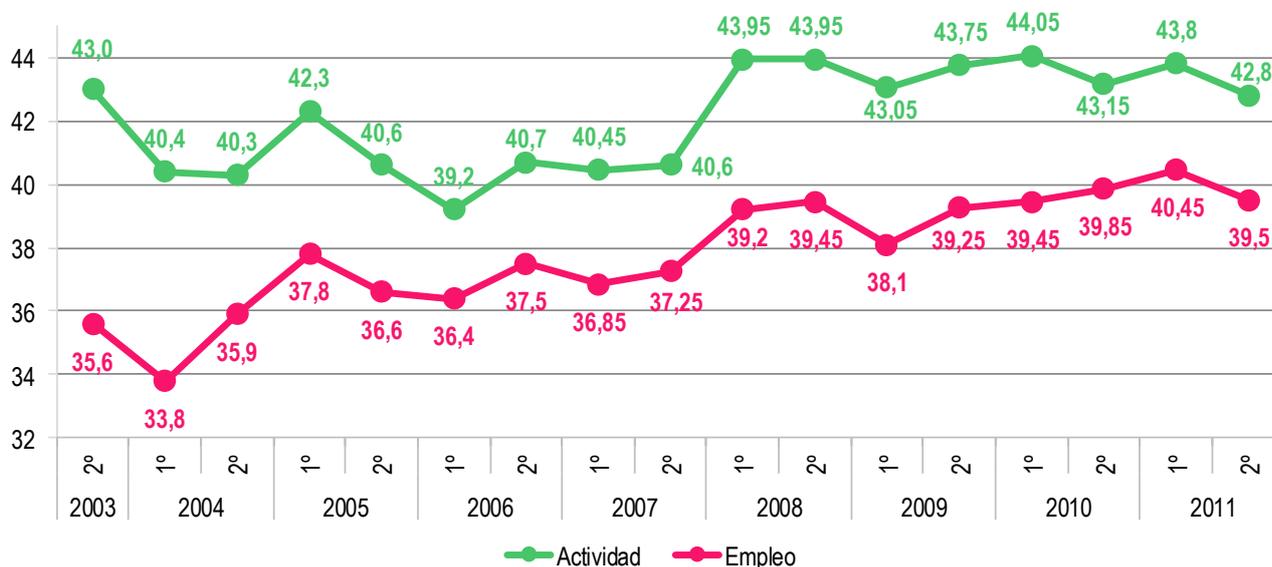


Figura 95. Tasas de actividad y empleo del Aglomerado Gran Santa Fe por semestre 2003-2011. Fuente: elaboración propia en base a INDEC-IPEC, EPH.

En cuanto a la tasa de empleo, se observa un incremento durante el período analizado. El máximo se identifica en el 1er. semestre de 2011 con 40,5. Con respecto a la actividad de la población, la misma acompaña las tasas de empleo y su dinámica, presentando un incremento notorio a partir del primer semestre del año 2008, y se mantiene cerca de ese valor hasta el año 2011.

En la siguiente tabla se presentan los datos del segundo semestre del 2006 ligados a la población ocupada según la rama de actividad. Se puede observar en la siguiente figura que la mayor parte trabaja en el Comercio (21,1%). Significativa también resulta la cantidad asociada a las ramas de la Administración Pública (12,1%) y la Enseñanza (11,2%).

Tabla 40. Porcentaje de población ocupada según rama de actividad. 2do. Semestre 2006. Fuente: INDEC-IPEC, EPH.

| Rama de Actividad | Porcentaje de Ocupados |
|--|------------------------|
| Industria Manufacturera | 7,9 |
| Construcción | 9,7 |
| Comercio | 21,1 |
| Hoteles y Restaurantes | 2,3 |
| Transporte, Almacenamiento, Comunicaciones | 5,3 |
| Intermediación Financiera, Actividades Empresariales y de Alquiler | 8,9 |
| Administración Pública, Defensa, etc. | 12,1 |
| Enseñanza | 11,2 |
| Servicios Sociales y de Salud | 7,6 |
| Otros Servicios Comunitarios, Sociales y Personales | 5,1 |
| Servicio Doméstico | 7,4 |
| Otras Ramas | 1,5 |

Las condiciones más críticas del mercado laboral se expresan mediante las tasas de desocupación (porcentaje entre la población desocupada y la población económicamente activa) y subocupación (porcentaje entre población subocupada y la población económicamente activa). Si consideramos el período desde el 2º semestre del 2003 hasta el segundo del 2011, se observa (Figura 96) que hasta el 2º semestre del 2004 la tasa de desocupación supera a la de subocupación, la inversión no se modificará hasta finales del período considerado. En el 2º semestre del 2003 la tasa de desocupación era del 17,1, la cual fue descendiendo hasta el 1º semestre del 2006 donde se registra el mínimo de la etapa considerada. Luego, hasta el primer semestre del año 2010 se produce un incremento significativo, finalizando en 10,5. A partir del segundo semestre del año 2010, la tas de desocupación vuelve a disminuir de forma abrupta, obteniendo un valor de 7,6 en el año 2011.

Por su parte, la tasa de subocupación presenta el máximo a inicios del período con 15,6 y otro incremento en el 1º semestre del 2005, donde a partir de ese año empieza a descender hasta el año 2007. A partir del año 2008 se produce un nuevo incremento de la tasa se subocupación, adoptando un máximo de 14 en el segundo semestre del año 2009, y desciende nuevamente en el año 2011 con un valor mínimo de 7,35.

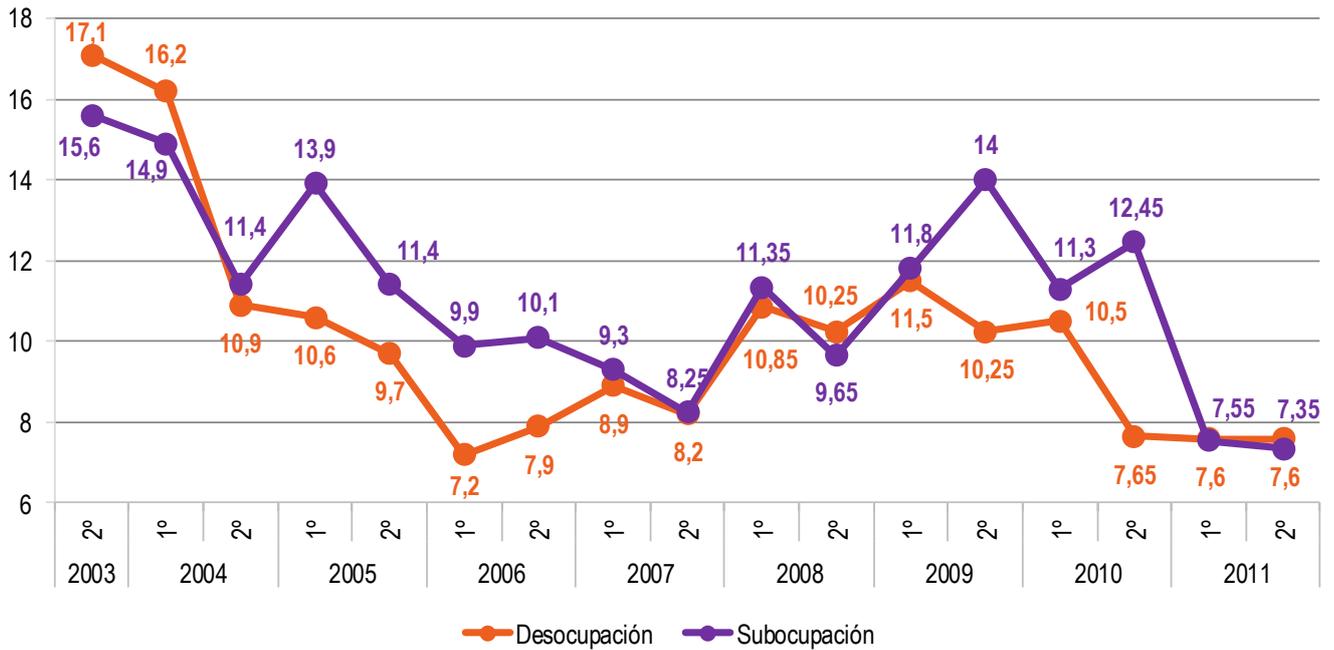


Figura 96. Tasas de desocupación y subocupación del Aglomerado Gran Santa Fe por semestre 2003-2011. Fuente: elaboración propia en base a INDEC-IPEC, EPH.

4.3.2 Sectores Económicos

4.3.2.1 Sector Primario

La producción agropecuaria de los distritos involucrados no resulta significativa si se comparan la cantidad de explotaciones agropecuarias existentes respecto de los valores departamental y provincial. En efecto, según la Encuesta Ganadera realizada por el IPEC (Instituto de Estadística y Censos de la provincia de Santa Fe) en 2007, el área de influencia aporta al departamento La Capital el 3,41% del total de explotaciones y el 0,07% de la provincia de Santa Fe, la mayor participación asimismo se realiza por parte de Sauce Viejo.

En Santo Tomé predominan la cantidad de hectáreas destinadas a la ganadería alcanzando el 60% sobre el total y luego se registra un 21% dentro de la actividad agrícola. En Sauce Viejo el 73,6% están destinadas a la ganadería, donde debe considerarse la gran cantidad de hectáreas que ocupan las zonas de islas al este del río Coronda; la agricultura, por su parte, reporta una participación del 11,5%.

Figura 97. Cantidad y superficie de explotaciones agropecuarias por destino de la tierra. Al 30 de junio de 2007. Fuente: IPEC, 2008.

| Jurisdicciones | Explotaciones Agropecuarias unidad | Superficie Total | Superficie Dedicada a Ganadería | Superficie Dedicada a Agricultura | Montes Forestales y Frutales | Granja, Floricultura Horticultura y Otras | Superficie de Desperdicio |
|-------------------|------------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---|---------------------------|
| | Cant. | | | | | | |
| Pcia. Santa Fe | 34.609 | 5.662.263 | 3.042.819 | 2.394.324 | 36.917 | 8.004 | 180.198 |
| Depto. La Capital | 728 | 87.562 | 56.652 | 24.785 | 385 | 1.549 | 4.191 |
| Santo Tomé | 8 | 969 | 582 | 210 | 0 | 15 | 162 |
| Sauce Viejo | 17 | 14.099 | 10.380 | 1.625 | 11 | 0 | 2.083 |

Respecto a la actividad ganadera, en ambos distritos predomina la existencia de ganado vacuno. En el caso de Santo Tomé, de las 808 cabezas registradas, el 98,5% es de esta especie mientras que en Sauce Viejo de las 8.047 un 97,1%. En cuanto a la composición interna, se observa heterogénea en Santo Tomé donde, al 30 de junio de 2007, el 36,7% eran de invernada, un 34,3% estaban destinados al tambo y el 29% eran cría. En Sauce Viejo se registra una importante participación del ganado destinado a invernada (75,9%), y luego 23,7% cría, para tambo sólo el 0,3% (IPEC, 2008).

La participación de otras especies de ganado es muy limitada, como se ha mencionado anteriormente, y se identifican yeguarizos, lanar y porcinos.

En relación a la producción agrícola, según el Registro de Áreas Sembradas y Producción de 2007 realizado por el IPEC, dentro de los cultivos de invierno el trigo resulta hegemónico, siendo total su siembra en Sauce Viejo y representando el 84% en Santo Tomé. Respecto a los cultivos primavera/verano del año agrícola 2006-2007 el principal cultivo es la soja en ambos distritos. En Santo Tomé, donde se registraron un total de 225 ha. Representó el 74,6% de lo cultivado, luego se encontraba el maíz y mijo. En Sauce Viejo sobre un total de 1.730 ha. el 57,6% era soja, luego un 34,6% arroz y el resto maíz (IPEC, 2008).

4.3.2.2 Sector Secundario

La provincia de Santa Fe cuenta con 6 Parques Industriales además de una veintena de áreas industriales. Dentro del área metropolitana de Santa Fe sólo se encuentra el Parque Industrial Sauce Viejo donde se ha proyectado instalar la Central bajo estudio. Este Parque es de carácter oficial, dependiente de la Dirección General de Industria de la provincia de Santa Fe y administrado por la Asociación Civil Parque Industrial Sauce Viejo.



Figura 98. Parque Industrial Sauce Viejo.

Uno de los aspectos históricos significativos para comprender la evolución de la actividad industrial en la región fue la instalación durante la década del 70´ de Fiat. La radicación del establecimiento industrial automotriz, dentro del Parque Industrial Sauce Viejo, generó un proceso de crecimiento sinérgico del sector secundario especialmente en el rubro de la metalmecánica. Su cierre a inicios de la década del 80´ repercutió de manera negativa relevante con una caída brusca de los niveles de producción de la mayor parte de los establecimientos e incluso cierre de muchos otros. En 2002, se computaban 21 establecimientos radicados.

La reactivación económica de los últimos años junto con los beneficios que posibilitan los parques industriales (fiscales, de promoción, reducción de tarifas de servicios públicos) y mejoras y proyectos de mejoras de la infraestructura del Parque generaron una mayor radicación de industrias y demandas para la radicación.

En la actualidad se encuentran radicadas 63 industrias donde predominan aquellas alimenticias (PB LEINER SA, de elaboración de gelatinas resulta una de las más importantes) y luego las metalúrgicas y químicas. En la siguiente tabla se puede observar un listado con el total de establecimientos radicados, con sus respectivos rubros y aquellos en proceso de radicación o con lotes reservados.

Tabla 41. Establecimientos industriales, radicados, por radicarse y con reserva de lotes del Parque Industrial Sauce Viejo. Fuente: Parque Industrial Sauce Viejo (www.parqueindustrialsauceviejo.com).

| Nombre | Rubro |
|-----------------------------|---|
| Aberturas Herfasa | |
| Aceitera Alborada SA | Fábrica de aceite de soja |
| Agronegocios Litoral SA | Fabricación de plaguicidas y productos químicos de uso agropecuario |
| Alberto Xarau | |
| Alimenticia Sauce Viejo SRL | |
| ALOAR SRL | |
| ANOXAL SRL | |
| Artes Gráficas del Litoral | Empresa Industrial Gráfica |

| Nombre | Rubro |
|---------------------------------|---|
| Asfaltos Trinidad SA | Producción de asfalto en frío |
| Barbotti Eduardo Victor | Cascos de lancha |
| Binetti Gabriel | |
| Canale SRL | Productos y Servicios Industriales (maderas, anticorrosivos y embalajes) |
| Cesarini Sergio | |
| Cinter SRL | Construcción metálica industrializada |
| Curtipiel SRL | Curtiembre |
| Debora Todoni | |
| Electromecanica Tacuar SRL | Productos relacionados al tránsito (semáforos, tecnología inteligente, iluminación) |
| EMFAG SA | Producción de agroquímicos |
| ESPRO SA | Fábrica de productos alimenticios en polvo y aditivos |
| Estancia La Candelaria SA | Fábrica de pulpa de frutilla y durazno |
| Estructurar SRL | |
| Estructuras Metálicas SRL | |
| EXTRUCTEC SRL | Fábrica de perfiles plásticos |
| Frigofe SRL | |
| Fussoni Antonio Luis | |
| Gani SA | Fábrica de colchones, somier, almohadas y resortes |
| GRAMET SRL | |
| Industrial Sauce SA | Fábrica de pinturas |
| Industrial Sauve SA | Elaboración de productos alimenticios en polvo |
| Ing. Lopez y Asociados SRL-ILA | Aditivos para la industria láctea |
| INILAER SA | Ingeniería y Servicios |
| INNOVA ING SA | |
| Jose Rindisbacher | |
| Juan Weber | |
| Litex SH | |
| Litoral Ingeniería SRL | Fábrica de dulces |
| Llinas Jaime y Llinas Daniel SH | |
| Lombardi Hnos. SRL | |
| Luis Mazzuferi | |
| Marcelino Arias | |
| Megaprint SA | Industria gráfica |
| Metalurgia del Puerto SA | Fabricación de distintos moldes de encofrados metálicos para diferentes usos |
| Natalia Muebles SH | |
| Nestor Julio Guerechet SA | |
| ORFIEC SA | Fábrica de partes para campo, tractores y cosechadoras |
| OVOPROT INTERNATIONAL SA | Ovoproductos |
| Paniccia Marcelo | |
| PB LEINER SA | Fábrica de gelatinas para uso alimenticio y farmacéutico |
| Roda Austral SA | Empresa de logística y transporte |
| ROGOLEX SA | Metalúrgica |
| Roman Silvana | Arenera |

| Nombre | Rubro |
|-------------------------------|--|
| Sanchez y Sanchez SRL | Producción de harina de vísceras |
| Sauvimax SA | Fábrica de envases de cartón corrugado |
| Scolari Diego-Dellagustina SH | Fábrica muebles de caño |
| SIDERCON SRL | Industrialización y comercialización de productos de hierro y acero |
| Sitec Ingenieria SRL | Realización de proyectos de ingeniería, fabricación y montaje de equipos e instalaciones |
| SOTIC SA | Fábrica de estanterías metálicas |
| Speed Agro SRL | Fábrica de coadyuvantes para el agro |
| Tanques SRL | Fábrica de tanques de PRFV |
| Tecnar SRL | Fábrica de pasteurizadores para la industria láctea |
| Veneto SA | Fábrica y venta de helados y postres helados |
| Vinagres Halconero SRL | Fábrica de vinagres |
| Yesecco SRL | Elaboración de placas de yeso |

La ubicación del PI Sauce Viejo, sobre la RN N°11 en cercanías del Aeropuerto de Sauce Viejo y de la Autopista Rosario-Santa Fe resulta uno de los principales beneficios que otorga el mismo. En cuanto a sus deficiencias se encuentran aspectos relacionados con la infraestructura donde gran parte se encuentra sin cobertura de servicios. Según un informe elaborado por la pcia. de Santa Fe, de las 172 ha. del PI de Sauce Viejo sólo el 58% de su superficie se encuentra cubierto de servicios (considerando energía eléctrica, accesibilidad vial, gas por red, agua potable, red cloacal e iluminación pública) resultando el más deficiente en comparación con los otros parques industriales existentes en Santa Fe.

Según la información que brinda la Asoc. Civil PI Sauce Viejo a fines del 2004 las empresas radicadas demandaban 770 puestos de trabajo y se calculaba que las empresas en proceso de radicación requerirían de 500 empleos. Por otra parte, durante la construcción de la CT Brigadier López (ciclo abierto) se emplearon cerca de 1000 puestos de trabajo.

La actividad industrial no se limita a la existente dentro del PI Sauce Viejo. Sobre la RN N°11 se identificaron determinados establecimientos apostados de manera aislada como la Planta Industrial Forestal Sauce Viejo SA o San Ignacio (productos lácteos) de relevancia para la población de Sauce Viejo. Una mayor cantidad de establecimientos se localizan sobre la RN N° 19 entre los km 4 y 11, con rubros asociados a la industria alimenticia, metalmecánica, etc.

4.3.2.3 Sector Terciario

La actividad comercial es de carácter relevante en Santo Tomé, ciudad que presenta un elevado nivel de consolidación, con presencia de establecimientos comerciales de diversidad. La oferta de locales para aprovisionamiento de bienes y servicios ligados a las necesidades de su población resulta adecuada, aunque debe considerarse su cercanía a la ciudad capital de mayor nivel jerárquico. La mayor presencia de la actividad comercial se registra a la vera de las rutas Nacional N° 11 y Nacional N° 19, donde también se evidencia la presencia de establecimientos ligados al tránsito pasante (gastronómicos, mecánicos, repuestos, etc.) y de apoyo logístico a las industrias presentes en la región.

En Sauce Viejo, en el sector terciario predominan los comercios del rubro gastronómico asentados sobre la Ruta Nacional N° 11. Luego se encuentran establecimientos comerciales, diarios y periódicos, ligados al abastecimiento de bienes para la población local y visitante. En los últimos años el turismo ha cobrado mayor importancia, con presencia de alojamientos tipo cabañas y provisión de servicios de guía para pesca, alquiler y guarderías de lanchas. Sin embargo, su desarrollo continúa siendo limitado sin un apoyo institucional significativo.

4.4 ESTRUCTURA Y DINÁMICA TERRITORIAL

La Central Termoeléctrica Brigadier López se emplaza dentro de los límites territoriales de la comuna de Sauce Viejo, al igual que las obras complementarias proyectadas ligadas a la ampliación a ciclo combinado como el acueducto, obra de toma y cañería de descarga.

Este distrito, originalmente ligado a la presencia del ferrocarril y las actividades agropecuarias de la zona, experimentó un sentido crecimiento tras la radicación de la fábrica Fiat y del Parque Industrial Sauce Viejo. En la actualidad, integra el Aglomerado Gran Santa Fe y su reciente y progresivo crecimiento urbano responde al proceso de conurbanización de la ciudad capital de la provincia de Santa Fe.

Territorialmente el distrito se divide en tres grandes sectores:

- (i) un sector rural desde la Ruta Nacional N° 11 hasta el límite oeste del distrito;
- (ii) una zona urbana, con un grado de consolidación media, entre la RN 11 y el río Coronda y;
- (iii) la zona de islas, desde el río Coronda hasta el límite este del distrito.

En cuanto al sector con usos rurales predomina la ganadería extensiva, con presencia de ganado vacuno principalmente. La agricultura reporta menor cantidad de superficie afectada.

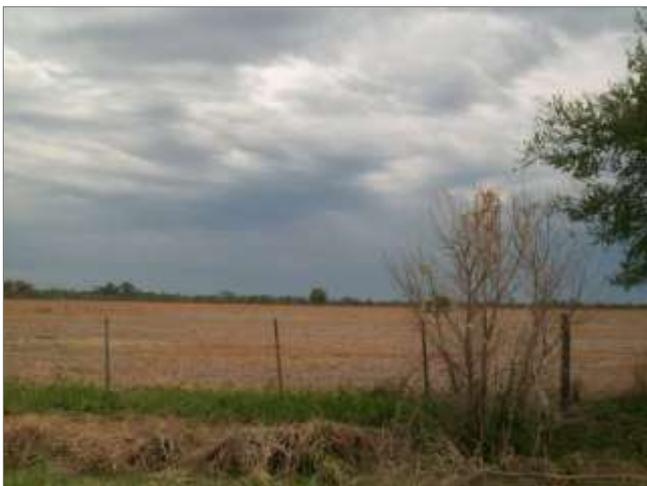


Figura 99. Predio destinado a la agricultura.



Figura 100. Ovejas pastando.

Asimismo, en este sector, se encuentra el Aeropuerto Sauce Viejo. El mismo se comporta como una de las ventajas de la región permitiendo conexiones con los puntos más importantes del país. Debe considerarse que el mismo se reporta como el aeropuerto oficial de la provincia aunque el apostado en Rosario presente mayor cantidad de vuelos. Las vías de acceso al mismo se encuentran en buen estado.

El límite de este sector con la zona urbanizada e industrializada se materializa por las vías del ferrocarril General Belgrano y en paralelo la Ruta Nacional N° 11. La misma funcionaba como la principal vía de comunicación entre los grandes aglomerados urbanos de la provincia (Santa Fe y Rosario) pero tras la construcción de la Autopista Rosario – Santa Fe perdió jerarquía, siendo utilizada en la actualidad como vía alternativa y de interconexión entre las localidades apostadas a su vera. Respecto de Sauce Viejo no sólo permite conexiones con las localidades vecinas sino también entre los distintos entramados urbanos que integran al distrito. En su travesía urbana en Sauce Viejo, la RN 11 concentra principalmente actividades comerciales. El tipo de comercios responde al rubro gastronómico (comedores, restaurant) y aquellos ligados al tránsito pasante (estación de servicio, mecánicos, etc.) predominantemente. Es dable mencionar asimismo que resulta la vía de acceso directa al Parque Industrial Sauce Viejo.



Figura 101. Autopista Rosario – Santa Fe.



Figura 102. Vías del FFCC Belgrano en Sauce Viejo.



Figura 103. Comercios en lado sur de la RN N° 11 en Sauce Viejo.

Sauce Viejo presenta una configuración urbana particular. Con presencia al este de la RN N° 11 hasta el río Coronda, la zona urbana está integrada por distintos entramados que se encuentran aislados entre sí o escasamente conectados, separados por espacios actualmente destinados a usos de la actividad agrícola o sin usos asociados.

La población residente permanente de Sauce Viejo se asienta, predominantemente, en el casco urbano central al sur del Parque Industrial, distanciado del mismo por 6 km aproximadamente. Con un trazado en forma de damero, se registran pocas calles pavimentadas (linderas a la plaza central). De baja densidad es el entramado urbano que presenta la mayor intensidad de uso del suelo en Sauce Viejo. Las viviendas en general se encuentran en buen estado, aunque en sus periferias se han registrado sectores en condiciones precarias.

Luego, se identifican algunos entramados al sur del Parque Industrial que presentan un carácter predominantemente residencial periódico. Sauce Viejo, por su cercanía a la ciudad capital y belleza del paisaje con acceso al río Coronda, es sitio elegido para descanso y recreación por parte de la población de recursos medios y medios altos del Aglomerado Gran Santa Fe. Sin embargo, en los últimos años, progresivamente se identifica una reconversión de las viviendas periódicas a permanentes.

Esta zona de quintas y casas de fin de semana presenta una intensidad de uso baja al igual que su densidad, registrándose pocas viviendas de dos plantas. En cuanto a las características constructivas de las mismas se ha observado un buen estado, con óptima calidad de los materiales de construcción, buenas terminaciones, etc. Asimismo, muchos de los terrenos presentan también equipamientos recreativos particulares como piletas de natación, y en menor medida canchas de fútbol o tenis. El uso de estas viviendas se realiza predominantemente durante los fines de semana y en época estival, resultando la población residente permanente escasa.



Figura 104. Vista de una de las calles internas del Bº Jorge Newbery, linderero al sur del Parque Industrial.

Al norte del Parque Industrial Sauce Viejo se registra espacios destinados a uso residencial. Sin embargo, se trata de espacios suburbanos que presentan sintonía con lo observado en el sur del distrito de Santo Tomé, donde se registran espacios loteados con baja ocupación y luego parcelas rurales (con excepción de ciertos establecimientos abandonados sobre la RN 11). La intensidad de ocupación es muy limitada, registrándose la presencia de espacios vacantes. Predominan, por las características de las viviendas (materiales precarios, falta de terminaciones, etc.), la población es de bajos recursos. De manera aislada se registran construcciones de viviendas de población mayores recursos.

Específicamente en relación al área de influencia directa se observa que desde el predio de la Central Termoeléctrica hacia el norte, se ha ocupado una franja sobre la barranca. Esta ocupación resulta informal, con predominio de viviendas precarias de baja calidad en sus materiales constructivos.

El Parque Industrial Sauce Viejo, ocupa una superficie de 172 ha. Y se extiende desde la Ruta 11 hasta cercanías del río Coronda. El predio donde se está construyendo la Central Termoeléctrica Brigadier López se encuentra en su extremo noreste.



Figura 105. Vista CT Brigadier López en PI Sauce Viejo.

El río Coronda y la zona de islas aledaña es un elemento muy valorado por la población local y regional. Los espacios que presentan usos recreativos y/o turísticos se asientan en la ribera del río, en sectores de limitada extensión, dadas las condiciones de inaccesibilidad que presenta la línea de costa en su mayor parte.



Figura 106. Costa del río Coronda con usos turístico-recreativos

La principal actividad es la pesca ya sea desde la costa o embarcada. Se registraron algunas bajadas o accesos al río que en la mayoría de los casos no presentan infraestructura particular. Asimismo, en la localidad se asientan campings, centros recreativos y un Balneario Comunal. Dada la peligrosidad del río Coronda en el Balneario Comunal “Don Roque” realizaron un playón donde los visitantes pueden bañarse (obtienen agua del río y la descargan en un bajo lindero al mismo). Es dable mencionar que también se realiza la pesca para subsistencia.



Figura 107. Balneario comunal “Don Roque”



Figura 108. Pescadores ocasionales sobre río Coronda

Por otra parte, el río Coronda es una vía navegable de embarcaciones de mayor porte a las mencionadas. Se trata, casi exclusivamente, de buques areneros ya que aguas abajo del sitio de toma se registran plantas areneras.

4.4.1 Características del Área Ligada al Tendido del Acueducto, Obra de Toma y Cañería de Descarga

Las obras complementarias necesarias para la ampliación de la CT a ciclo combinado se realizarán fuera del predio de la misma. El tendido del acueducto y la cañería de descarga se extenderán por un predio privado (se presenta resaltado en rojo en la siguiente figura).



Figura 109. Predio privado comprometido en la traza del acueducto. Fuente: Servicio de Catastro e Información Territorial.

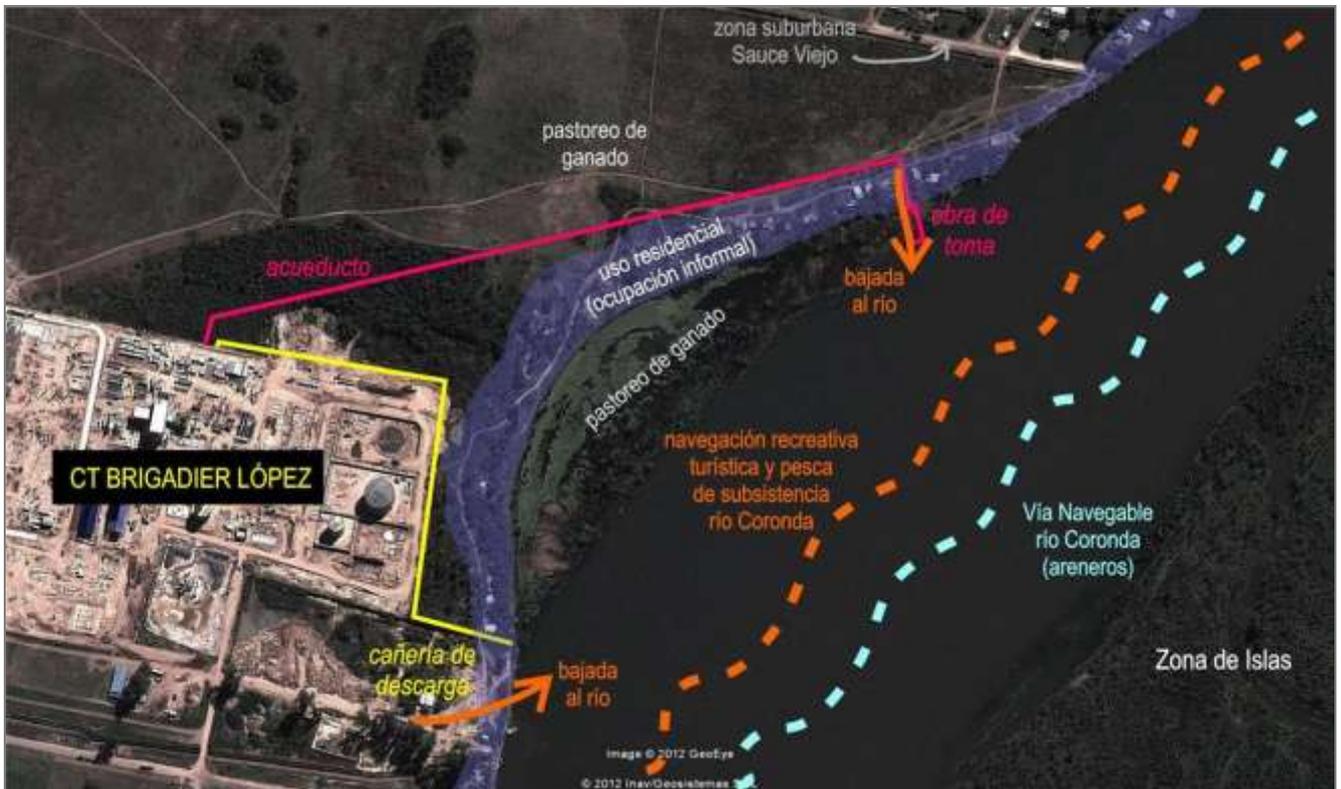


Figura 110. Esquema usos del suelo ligado a obras complementarias.

La obra de toma, se realizará donde actualmente se encuentra la asociada al acueducto provisorio ligado a la CT. Se trata de un espacio donde se puede acceder al río a través de un camino de tierra. Esta bajada es una de las pocas existentes en el sector norte de Sauce Viejo y es utilizada por la población residente cercana para salir a pescar (por subsistencia o recreación). El sector costero también es utilizado para pastoreo de ganado (equinos).



Figura 111. Embarcaciones apostadas a la vera del río en bajada donde se realizará la obra de toma.



Figura 112. Pontón flotante del acueducto provisorio.

En los bordes de esta bajada y en toda la línea de la barranca de este predio se emplazan viviendas informalmente. Se trata en la mayoría de los casos de viviendas precarias con materiales constructivos como chapa, madera y en una menor cantidad de casos de material y en buen estado de mantenimiento. Gran parte de estas residencias tiene asociado un corral o es utilizado espacio adyacente (sin uso por parte del propietario y sin alambrado) para pastoreo de ganado equino u ovino destinado para subsistencia.

La primera sección del acueducto, por tanto se extiende lindero a estas viviendas. En el primer tramo desde la obra de toma por el camino de acceso a la bajada que presenta un ancho entre construcciones de aproximadamente 17 m, luego vira hacia el sur acompañando el trazado de un camino irregular de tierra que permite la conexión entre estas viviendas con la calle 18.

Finalmente, la traza del acueducto se extiende por un sector con densa vegetación sin uso antrópico.



Figura 113. Camino de acceso al río por donde se extenderá el acueducto, obsérvese viviendas a ambos lados.



Figura 114. Vista camino por donde se extiende el acueducto, obsérvese su estado deteriorado; a la izquierda construcciones, a la derecha espacio donde se realiza pastoreo (equinos, ovinos ligados a subsistencia).



Figura 115. Vista viviendas sobre la barranca.

Luego, la cañería de descarga se proyecta principalmente lindera al predio de la CT. La última sección hasta llegar al río se extiende sobre el predio privado, sector que también está ocupado. La cañería se extenderá a escasos metros (5 aprox.) de una vivienda precaria que contaba en adyacencias con corrales y chatarra. Al sur de la cañería proyectada se identificó otra bajada de acceso al río, también utilizada principalmente por la población cercana (entre ellos el residente de la vivienda mencionada) para recreación y pesca de subsistencia.



Figura 116. (arriba) Vista vivienda lindera a cañería de descarga; (izquierda) corral de cerdo y chatarra de la vivienda.



Figura 117. Vista bajada acceso a río donde se realizará la descarga, obsérvese la presencia de pequeñas embarcaciones.



Figura 118. Desagüe pluvial en cercanías a sitio de descarga proyectado.

4.4.2 Ordenamiento Territorial

El distrito de Sauce Viejo se encuentra ordenado territorialmente por la Ordenanza N° 435 “Reglamento de loteos y urbanizaciones y determinación de áreas generales”, la cual fue sancionada en 1979. La normativa sólo establece una definición de grandes áreas sin categorías de zonificación, estableciéndose un ordenamiento muy general. Asimismo, es dable mencionar que el crecimiento urbano e industrial desde su sanción, y la falta de normativas que lo acompañen, le otorgan cierto carácter obsoleto a la Ordenanza N° 435.

Según la normativa el ejido comunal se encuentra dividido en las siguientes áreas: Área Urbanizada, Área Residencial (que presenta dos zonas, la Norte y Sur), Área Industrial (también con dos zonas, Este y Oeste) y finalmente el Área Rural.

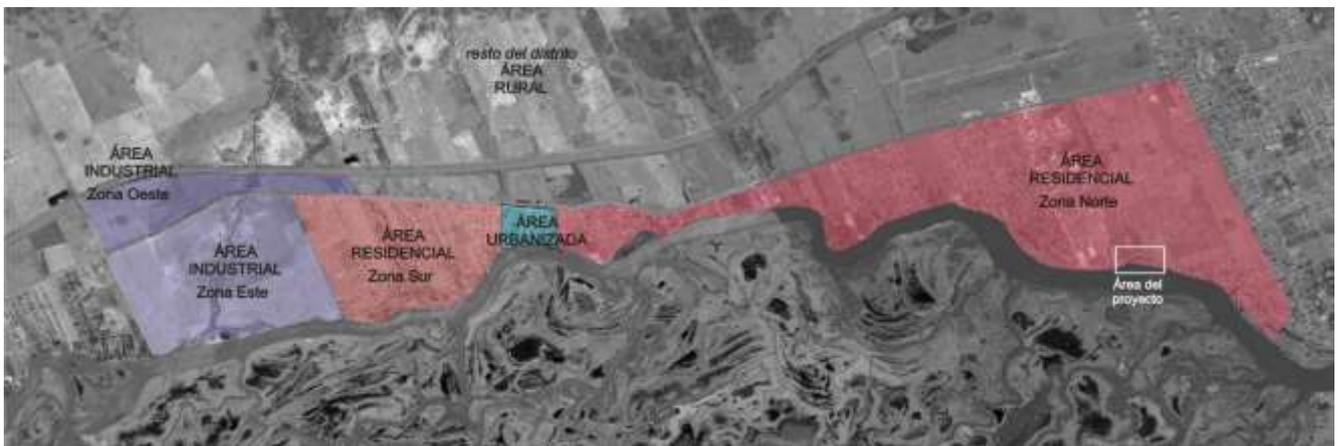


Figura 119. Áreas del ejido comunal de Sauce Viejo. Fuente: elaboración propia en base a Ord. N° 435.

De acuerdo a lo que se puede observar en la figura anterior el acueducto se extenderá sobre el Área Residencial Zona Norte. Al respecto es dable mencionar, que al momento de sanción de la ordenanza no estaba contemplado el Parque Industrial Sauce Viejo, lo que ejemplifica el carácter obsoleto en la actualidad de la norma.

4.5 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

4.5.1 Infraestructura de Transporte

4.5.1.1 Infraestructura Vial

La Ruta Nacional N° 11 supone la principal vía de acceso al Parque Industrial “Sauce Viejo” donde se ha proyectado instalar la Central Termoeléctrica Brigadier López. Esta vía se extiende en sentido Norte-Sur resultando los principales puntos de conexión la ciudad de Santa Fe y la de Rosario. En la actualidad funciona principalmente como vía de conexión para comunas y localidades asentadas sobre la traza o cercanas a la misma. El atravesamiento de su traza por determinadas localidades o su carácter lindero a otras le otorga un rol, en ciertos sectores, de avenida urbana con heterogeneidad de usuarios e intensidad de tránsito singular.

En la localidad de Santo Tomé la Ruta Nacional N° 11 adquiere el nombre de Av. Nuestra Señora de Luján, atraviesa todo su casco urbano y zona céntrica. El tejido urbano de Sauce Viejo, por su parte, se encuentra al este de esta vía resultando la única utilizada para el acceso a la ciudad de Santo Tomé y Santa Fe.

La intensidad de tránsito que presenta se encuentra ligada a las conexiones interurbanas (autos, bicicletas, motos) aunque es relevante también la presencia de vehículos de gran porte para cargas. La vía se encuentra en general en buen estado, pero con sectores sin señalética adecuada (deteriorada o faltante), borrado de líneas, algunos baches y banquetas deterioradas.

Dentro del área de influencia, paralela a la Ruta Nacional N° 11 hacia el oeste, se emplaza la Autopista Rosario – Santa FE AP01 “Brigadier Estanislao López”. Su construcción permitió la optimización de intercambios y traslados entre las dos urbes de primer nivel en la provincia y el acceso a otras vías significativas como la Autopista Buenos Aires – Rosario.

Por otra parte, en relación al proyecto, se verán comprometidos dos caminos. Se trata de huellas dentro del predio privado por el que trascienden el acueducto y la cañería de descarga. Ambas atraviesan el camino de tierra que se extiende sobre la barranca y permite el acceso a las viviendas allí apostadas. Por su parte, el tramo inicial del acueducto discurre sobre el camino que permite el acceso a la costa.

4.5.1.2 Infraestructura Fluvial

El río Coronda en el área de influencia directa es utilizado para la práctica pesquera de pequeña escala (subsistencia) y en menor medida actividades recreativas. No se han identificado estructuras relevantes para el bajado de naves, siendo que en general se utilizan bajadas naturales. Las embarcaciones son pequeñas, a motor o tracción manual, y los pobladores locales las posan sobre la línea costera. El punto donde será emplazada la obra de toma bajo estudio registra tal uso. Mientras que el punto de descarga al río Coronda (cañería de descarga) presenta tal uso linderero al sur.

Por otra parte, el río Coronda es una vía navegable de embarcaciones de mayor porte a las mencionadas. Se trata, casi exclusivamente, de buques areneros ya que aguas abajo del sitio de toma se registran plantas areneras.

En el marco de infraestructuras fluviales relevantes cercanas al área de estudio se encuentran el Puerto Santa Fe, ubicado sobre un canal artificial a la altura del km. 584 del río Paraná y el Puerto Diamante, a la altura del km 533.8 de la misma vía.

4.5.1.3 Infraestructura Ferroviaria

Dentro del área de influencia y paralelas a la Ruta Nacional N° 11 se encuentran las vías de uno de los ramales ferroviarios que componen la Línea Gral. Belgrano, actualmente operada por la empresa concesionaria Ferrocarril Belgrano Cargas S.A. El ramal afectado es aquel que conecta dentro de la pcia. la ciudad de Santa Fe, atravesando sus vías la ciudad de Santo Tomé, hasta Rosario.

4.5.1.4 Infraestructura Aérea

En cercanías al predio donde se encuentra la Central Termoeléctrica Brigadier López se emplaza el Aeropuerto “Sauce Viejo”, propiedad del gobierno de la provincia de Santa Fe. Habilitado para vuelos internacionales y de cabotaje, en la actualidad sólo se evidencian traslados dentro de la última categoría.

Operan allí Aerolíneas Argentinas – Austral y Líneas Aéreas Sol presentando como principal destino Buenos Aires, aunque también se realizan vuelos a Rosario, Mar del Plata y Punta del Este (con escala). La frecuencia de vuelos por día durante la semana es de 3 aproximadamente y durante el fin de semana 2.

El Aeropuerto “Sauce Viejo” se encuentra en un predio que presenta una superficie de 398 has., con una plataforma de 1684 m² y una terminal de 3000². Asimismo, se emplazan allí 4 hangares. La pista de aterrizaje está asfaltada y registra una extensión de 2350m x 30m de ancho. En función de la capacidad de soporte de las calles de rodado son aptas aeronaves tipo 737, 757 y DC9. El aeropuerto es 4c en la categoría OACI.



Figura 120. Aeropuerto Sauce Viejo



Figura 121. Aeronave comercial en Aeropuerto Sauce Viejo

4.5.2 Infraestructura de Servicios Públicos

4.5.2.1 Agua y Saneamiento

Actualmente ambas localidades involucradas presentan tomas de agua subterránea. En Santo Tomé las perforaciones se localizan dentro del distrito 19 sobre la calle Frenguelli y sobre Maipú. En el caso de Sauce Viejo se presentan 10 pozos aproximadamente. Según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del 2001 el 28,9% de la población de Sauce Viejo cuenta con agua de red, mientras que en Santo Tomé este sistema alcanza al 81,4%.

En el marco del proyecto Acueductos Regionales Santafesinos, se encuentra aquel denominado Acueducto Norte 1. Entre las 117 localidades que serán abastecidas con agua potabilizada se incluyen Sauce Viejo y Santo Tomé.

Respecto al sistema de saneamiento, el distrito de Sauce Viejo no cuenta con red cloacal. En Santo Tomé en 2001 el 52,9% de la población contaba con el servicio cloacal.

4.5.2.2 Recolección de Residuos

El servicio de recolección de residuos en Sauce Viejo es realizado por el gobierno comunal local. La disposición se realiza en cavas, relleno sanitario, localizadas al oeste de la Autopista Rosario-Santa Fe. Se disponen de manera separada los residuos sólidos urbanos y las ramas colectadas.

Es dable mencionar que se ha registrado la presencia de residuos dispuestos de manera informal en ciertos sectores por donde se proyecta el tendido del acueducto.



Figura 122. Basura sobre sector donde se proyecta el tendido del acueducto.

4.5.3 Infraestructura de Energía

4.5.3.1 Energía Eléctrica

Dentro del área de influencia se registran distintas infraestructuras relacionadas con la energía eléctrica que integran el Sistema Interconectado Nacional. Desde la Estación Transformadora de 500 kV de Rosario Oeste se extiende una línea de alta tensión de 500 kV hasta otra E.T. de 500 kV ubicada en Santo Tomé propiedad de Transener S.A. Asimismo, al norte del PI Sauce Viejo sobre la RN N° 11 se encuentra la E.T. Pay Zumé desde la que se extiende una línea de 132 kV también hasta la E.T de Santo Tomé.

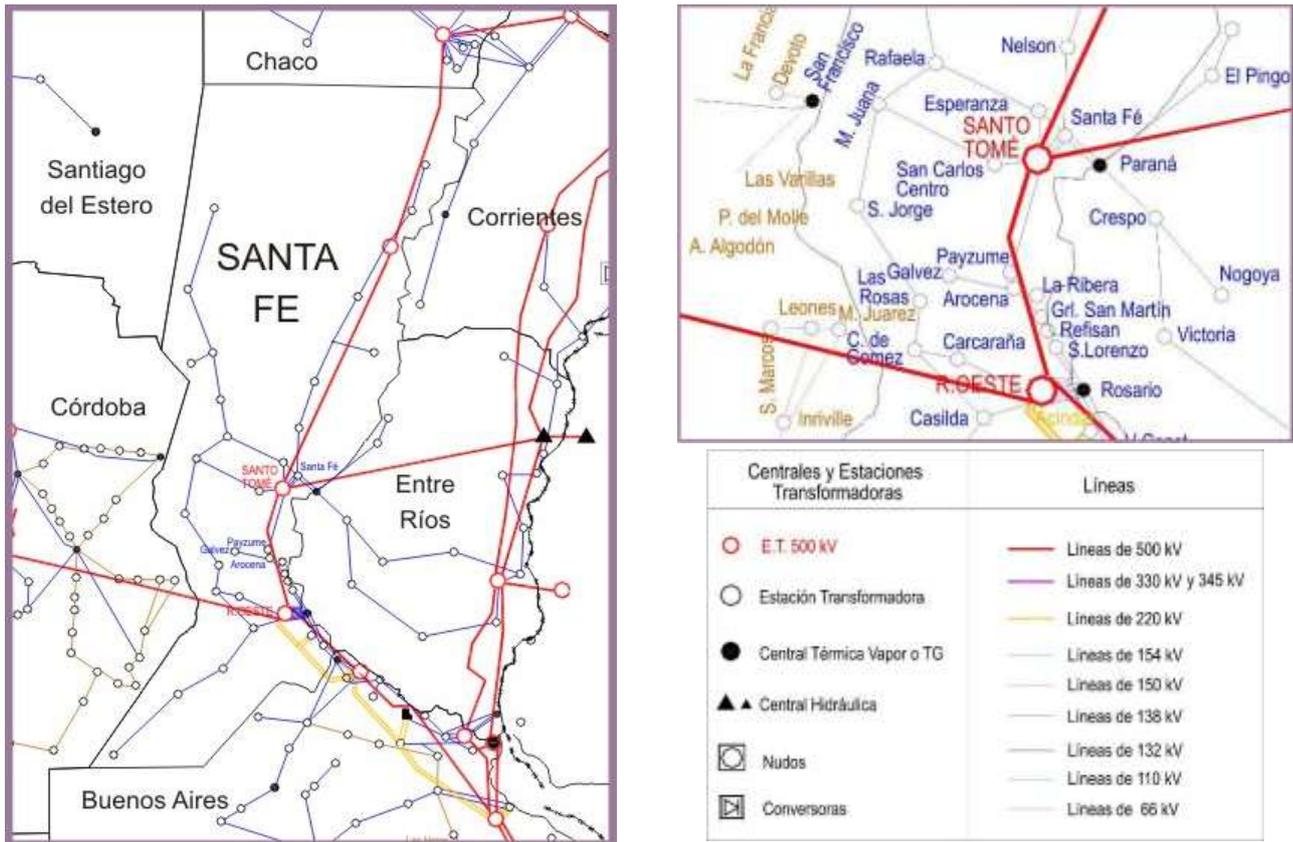


Figura 123. Red eléctrica nacional en área de influencia. Fuente: elaboración propia en base a CAMMESA, 2011.

Se encuentra en construcción el tendido de la línea que conecta la CT Brigadier López con la ET Pay Zumé.

La distribución y comercialización de la energía eléctrica es realizada por la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe (EPESF), según los datos del CNPhyV – 2001 la cobertura de electricidad por red en Sauce Viejo alcanza al 76,35% de los hogares mientras que en Santo Tomé es del 97,73%.

4.5.3.2 Gas

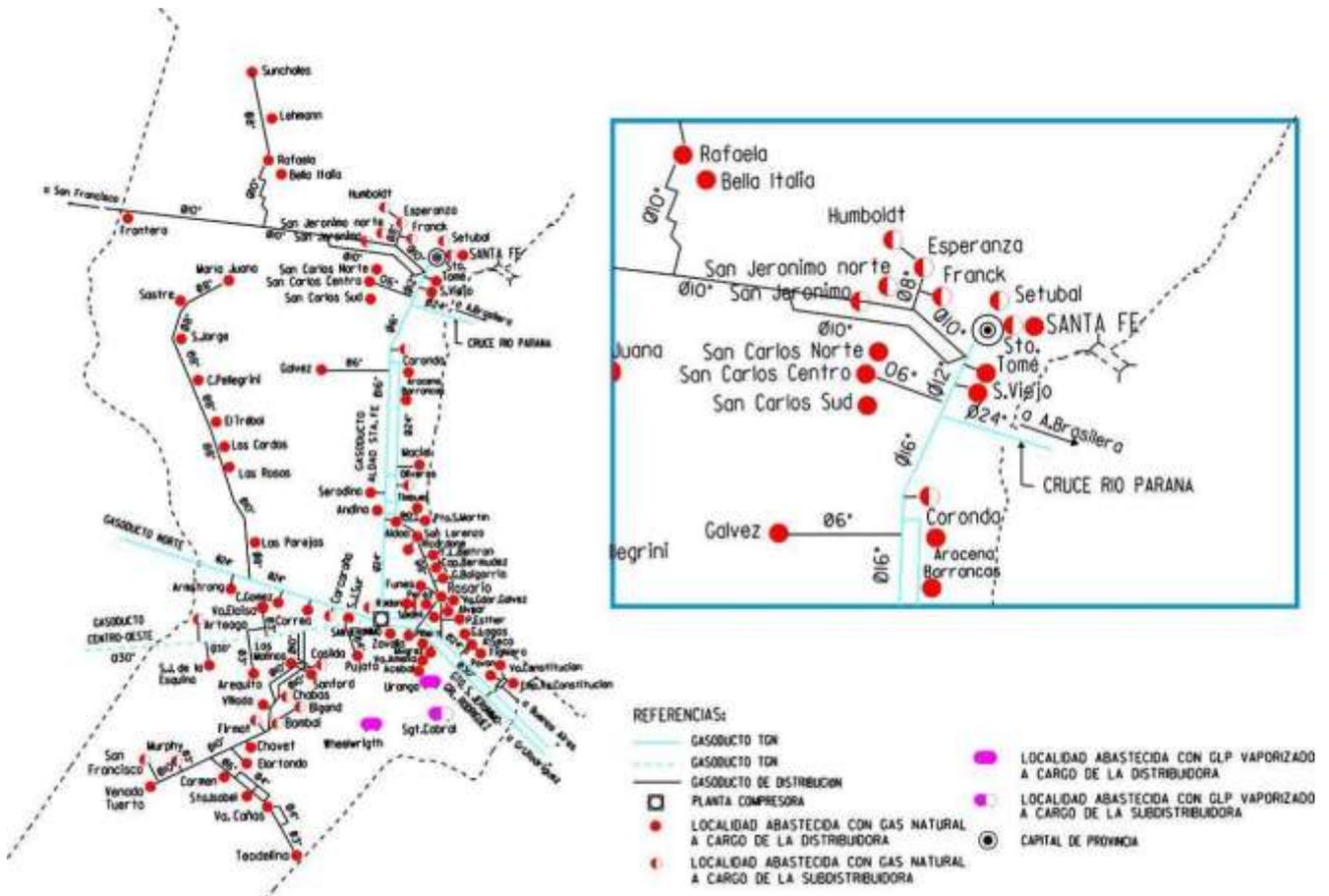


Figura 124. Sistema de transporte y distribución de gas en la provincia de Santa Fe. Fuente: ENARGAS, 2008.

Una de las ramas del sistema de transporte de gas natural operado por la empresa Transportadora del Gas del Norte S.A (TGN) abastece a las localidades involucradas entre otras. Se trata de aquel que se extiende desde la planta compresora de San Jerónimo (en la que asimismo confluyen el gasoducto troncal norte, el gasoducto troncal Centro-Oeste y la rama hasta Gral. Rodríguez) hasta la ciudad de Santa Fe a lo largo de 188km. Este gasoducto presenta un diámetro de 16'' en su mayor parte, para luego finalizar con 12''.

4.5.4 Equipamiento Urbano

4.5.4.1 Seguridad

Los dos distritos involucrados en el área de influencia del proyecto integran la Unidad Regional I de la Policía de la provincia de Santa Fe. En la localidad de Sauce Viejo se encuentra emplazada la Comisaría Distrito 19 sobre la calle López y Planes s/n (tel. 0342-4572639) y sobre la calle Laprida 5011 se localiza el Destacamento Laprida (tel. 0342-4577002).

Por su parte, Santo Tomé, cuenta con la Comisaría Distrito 12 en calle Alvear 2517 (tel. 0342-4577916), la Subcomisaria 9na. en calle Hipólito Irigoyen 3706 (tel. 0342-4577915) y el centro de Comando Radioeléctrico de Santo Tomé sobre calle 25 de Mayo 1864 (tel. 0342-4577917)

Por otra parte, sobre la RN 11 se encuentra el Destacamento de Bomberos del Aeropuerto “Sauce Viejo” dependiente de la Policía de la provincia de Santa Fe. En la actualidad se encuentra bajo construcción un nuevo destacamento dentro del predio del Aeropuerto. Asimismo, Santo Tomé cuenta con otro cuartel de bomberos, en este caso de la Asociación de Bomberos Voluntarios de Santo Tomé sobre la calle Salta 2330 (tel. 4743154).

4.5.4.2 Centros de Salud

El centro de salud de mayor complejidad dentro del área de influencia lo constituye el Hospital de Santo Tomé que cuenta con 20 camas para la internación, dependencia provincial. Asimismo, también se localiza en esta localidad el Sanatorio 7 de Marzo SA con 54 camas, en este caso privado. Debe considerarse que los centros más complejos, con mayor capacidad y recursos para la atención médica se emplazan en la ciudad capital de la provincia, contigua a Santo Tomé.

Además de los centros mencionados, en Santo Tomé se registran cinco centros asistenciales de salud primaria, todos ellos provinciales y una clínica privada. En Sauce Viejo, por su parte, se contabilizaron cuatro centros de salud, todos ellos prestadores de medicina general principalmente atención primaria, sin internación. En este caso dos son dependencias provinciales, uno municipal y otro mixto.

Tabla 42. Establecimientos de Salud en Santo Tomé. Fuente: DEIS, 2006.

| Dependencia | Establecimiento | Domicilio | Teléfono |
|-------------|--|-------------------------------|----------------|
| Provincial | Ctro. de Salud Eva Perón | Córdoba y Necochea | |
| | Ctro. de Salud Juan Domingo Perón | 7 de Marzo 3115 | |
| | Ctro. de Salud Lisandro de la Torre | | |
| | Ctro. de Salud N° 4 Virgen de Fátima - SAMCO | M. Candiotti 4800 | |
| | Disp. Alicia Morea y de Justo | Santa Fe y Almaraz | |
| | Hospital de Santo Tomé - SAMCO | 12 de Septiembre y Azcuénaga | (0340) 4743444 |
| Privado | Clínica Bio - Med | Av. 7 de Marzo y Buenos Aires | (0342) 4741772 |
| | Sanatorio 7 de Marzo SA | 7 de Marzo 1905 | (0342) 4740370 |

Tabla 43. Establecimientos de Salud en Sauce Viejo. Fuente: DEIS, 2006.

| Dependencia | Establecimiento | Domicilio |
|---------------|--|---------------------------|
| Provincial | Ctro. de Salud Margarita | B° Capra |
| | Ctro. de Salud Villa Adelina Oeste | Los Paraísos y Corrientes |
| Municipal | Ctro. de Salud N° 5 Martín Miguel Güemes - SAMCO | |
| Mixta oficial | Ctro. de Salud Serodino - SAMCO | Rivadavia 3163 |

4.5.4.3 Establecimientos Educativos

Desde el año 2004, a partir del Programa Nacional Mapa Educativo y junto a los Ministerios de Educación de las 24 jurisdicciones, se construyó el SIG del sector de Educación de la República Argentina. En la página oficial (www.mapaeducativo.edu.ar), se incluyen cerca de 60.000 establecimientos educativos públicos y privados.

En cuanto a los establecimientos educativos presentes en las inmediaciones de la Central Termoeléctrica de Brigadier López, y por ende de las obras proyectadas para la ampliación de la misma, se presentan esquematizadas en la Figura 125. Se observa que las escuelas más cercanas se encuentran más allá de un radio de 2,5 km de distancia de la central, las cuales no serían afectadas por la operación y ampliación de la misma.



Figura 125. Ubicación de las escuelas más cercanas a la Central. Elaboración propia en base a Mapa Educativo Nacional (<http://www.mapaeducativo.edu.ar>).

4.6 ASPECTOS CULTURALES

Durante los días 10, 11 y 12 de febrero la Comuna de Sauce Viejo organiza el Festival Provincial del Pescador, en la que se presentan distintos eventos musicales durante dos días sobre el escenario “Horacio Guarany” en el balneario Don Roque. Esta festividad está considerada Patrimonio Intangible Cultural por la provincia de Santa Fe. Por otro parte, durante la segunda quincena de febrero se realiza el Maratón Acuático Santa Fe – Sauce Viejo (también categorizado como patrimonio intangible de la provincia).

Por otra parte en la intersección de la calle 12 y la RN 11 en el Barrio Nueva Detroit se encuentra el Monumento al Mate.



Figura 126.
Monumento al Mate
en Sauce Viejo

Santo Tomé, por su parte, es una de las localidades donde se realiza durante el mes de febrero la Fiesta Provincial de los Balnearios, organizada por la Subsecretaría de Turismo de la Provincia de Santa Fe. Durante el festival se realiza la elección de la reina y se presentan distintos grupos musicales locales y nacionales en el escenario “Brigadier López” en el Balneario Municipal sobre el río Salado. En el mes de diciembre, por otra parte, la Municipalidad de Santo Tomé organiza el Festival Folklórico Nacional “Paso del Salado”, donde concursan artistas locales y regionales y se presentan invitados especiales.

De esta manera, no se identifica patrimonio cultural tangible e intangible que pudiera verse comprometido por la traza del acueducto. Al respecto, es dable mencionar que la bibliografía antecedente no da cuenta de hallazgos arqueológicos y/o paleontológicos en la zona, pudiéndose caracterizar como de limitada riqueza en la materia.

5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

El concepto de sensibilidad ambiental no es sencillo de definir. Según el proyecto “Prevención de la Contaminación Costera y Gestión de la Diversidad Biológica Marina” existen tres tipos de condiciones que permitirían considerar un área como ambientalmente sensible.

Por un lado, son consideradas sensibles aquellas áreas que presentan condiciones ambientales inestables y/o particularmente desfavorables para la producción biológica y la recolonización. En segundo lugar, pueden ser catalogadas como ambientalmente sensibles, aquellas áreas en donde se registre la presencia de especies amenazadas. Finalmente, pueden ser consideradas sensibles, las áreas que tienen algún valor ecológico particular y son sensibles a las perturbaciones naturales y antrópicas, áreas con especies claves o que albergan sitios o procesos fundamentales desde el punto de vista ecológico.

Estas condiciones son básicamente de índole biológico, siendo necesario incorporar al análisis de sensibilidad ambiental criterios que permitan ponderar la misma también desde su componente antrópica. En este sentido, resulta importante mencionar que además de su valor intrínseco, las poblaciones biológicas muchas veces tienen un enorme valor económico, ya sea como atractivo turístico o como recurso comercial. Por otro lado, pueden ser consideradas sensibles las zonas con presencia de equipamientos urbanos particulares de especial interés (establecimientos educativos, hospitalarios, culturales, etc.), las zonas destinadas a usos recreativos, las rutas de comunicación, etc.

Más allá de cualquier atributo natural o antrópico que posea una determinada zona, el nivel de sensibilidad ambiental de la misma está íntimamente relacionado con el grado de susceptibilidad del medio frente al desarrollo de determinadas acciones asociadas al proyecto bajo estudio.

Así, para poder determinar la sensibilidad del medio frente a un proyecto, resulta de suma importancia conocer las características de los elementos involucrados. En este sentido, a lo largo del presente capítulo (Línea de Base Ambiental), se expuso una descripción de los diversos componentes del medio en el cual se prevé realizar el proyecto. La misma fue realizada a través de la recopilación y análisis de información antecedentes, y complementada en la presente sección del estudio mediante los informes de relevamiento. Como resultado del trabajo realizado, a continuación se presentan las zonas sensibles identificadas en el área de estudio y en el marco del presente proyecto.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS SENSIBLES

Para efectos del presente análisis, las zonas ambientalmente sensibles se definieron como aquellas áreas que, por sus características ambientales particulares, tienen especial interés para las actividades del proyecto. Así, el objetivo de este punto es integrar en un mapa final toda la información presentada previamente, a los efectos de identificar las zonas más críticas, es decir, de gran valor ecológico y/o antrópico y que por el proyecto pueden verse amenazadas.

Para poder cumplir de manera satisfactoria este objetivo, el análisis se llevó a cabo abarcando la totalidad del área afectada por el proyecto y a las zonas litorales consideradas importantes en cuanto a su preservación.

5.1.1 Perspectiva Ecológica

El área del proyecto se encuentra recostada sobre la margen derecha del río Coronda. Sobre la margen opuesta se desarrolla el conjunto de islas del corredor fluvial del Paraná Medio.

A lo largo de este corredor fluvial se han declarado una serie de **áreas naturales protegidas**, las cuales buscan fundamentalmente conservar los ecosistemas asociados a estos ambientes que en la actualidad conservan sus componentes originales, que se encuentran poco alterados o que aun estando afectados sirven de sostén para el desarrollo de especies nativas.

Se han identificado varias áreas protegidas en las inmediaciones del área del proyecto (ver Punto 3.4.1), aunque ninguna de éstas posee contacto directo con las obras. Sin embargo, desde el año 2007 la provincia de Santa Fe tomó la iniciativa de formar un Parque Nacional de 160.000 has conformado por las islas del corredor fluvial del Paraná Medio. Los límites del área propuesta estarían conformados por el río Paraná al Este, el río Coronda al Oeste, ocupando 122 km de extensión comprendidos entre la ciudad de Santa Fe (al Norte) y la confluencia del Paraná y el Coronda (al Sur).

El área del proyecto se encontraría incluida dentro del proyectado parque, y por ende, debido a que las operaciones asociadas al proyecto tienen la potencialidad de alterar las condiciones físicas y biológicas de estos ecosistemas, esta gran área es incluida en su totalidad como una zona de sensibilidad alta.

En cuanto a las **comunidades acuáticas del río Coronda**, las mismas serán incluidas dentro de la zona de máxima sensibilidad, fundamentalmente dada la potencial afectación del medio físico donde se desarrollan.

En cuanto al sector correspondiente a la planicie pampeana del área del proyecto, la **formación boscosa** que se desarrolla al norte del predio de la CTBL constituye una zona de sensibilidad media, asociada a la potencial afectación de las comunidades que allí se desarrollan, donde se han identificado elementos de los ecosistemas originarios de la región. Además, este ambiente representa el hábitat de numerosas especies de aves y otros animales menores.

Finalmente, a los sectores con **pasturas implantadas** y las **zonas arboladas** asociadas a viviendas se les adjudica un grado de sensibilidad bajo, ya que no representan un valor importante desde el punto de vista ecológico; y a los **sectores sin cobertura vegetal** no se los considera sensibles desde este mismo punto de vista.

5.1.2 Perspectiva Antrópica

De la Línea de Base Ambiental y el análisis de sensibilidad del Medio Social surgen 4 categorías de áreas identificadas como sensibles para el presente proyecto en relación a los usos del suelo que en ellas se desarrollan.

Por un lado se presentan las **áreas residenciales, urbanas y suburbanas** con un alto grado de sensibilidad. En esta categoría se agrupan las urbanizaciones de Santo Tomé y Sauce Viejo, así como también sus áreas suburbanas y zonas de residencias temporales. Por supuesto, también se incluye el borde de la barranca donde se ha identificado viviendas principalmente precarias.

La zona costera del río Coronda, especialmente en el sector donde se proyecta la obra de toma y de descarga, se consideran también de alta sensibilidad porque allí se realizan **prácticas de subsistencia (pesca)** llevadas a cabo por la población inmediata.

En estos sectores también se registra el desarrollo de actividades de esparcimiento y/o turismo (en la costa al sur del PI). Así las **áreas recreativas**, identificadas para el presente Estudio sobre la margen del Río Coronda principalmente, que incluyen los bajos costeros y el área costanera donde se desarrollan actividades náuticas, de pesca artesanal y deportiva, etc., fueron valoradas como de sensibilidad media.

En relación a las **áreas agrícolas-ganaderas**, se las considera, en relación al proyecto, de baja sensibilidad. Finalmente las **áreas de uso industrial y los grandes equipamientos** no se consideran factibles de ser impactados significativamente por las acciones del Proyecto por lo que no se las considera sensibles.

5.2 MAPA DE ÁREAS SENSIBLES

A continuación se presenta el Mapa de Áreas Sensibles elaborado en el marco del presente Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de ampliación a ciclo combinado de la CTBL.

Para la designación de las distintas categorías de sensibilidad definidas (alta, media y baja) sobre el área de influencia del proyecto se conjugaron los análisis de sensibilidad elaborados desde la perspectiva ecológica y la perspectiva antrópica.

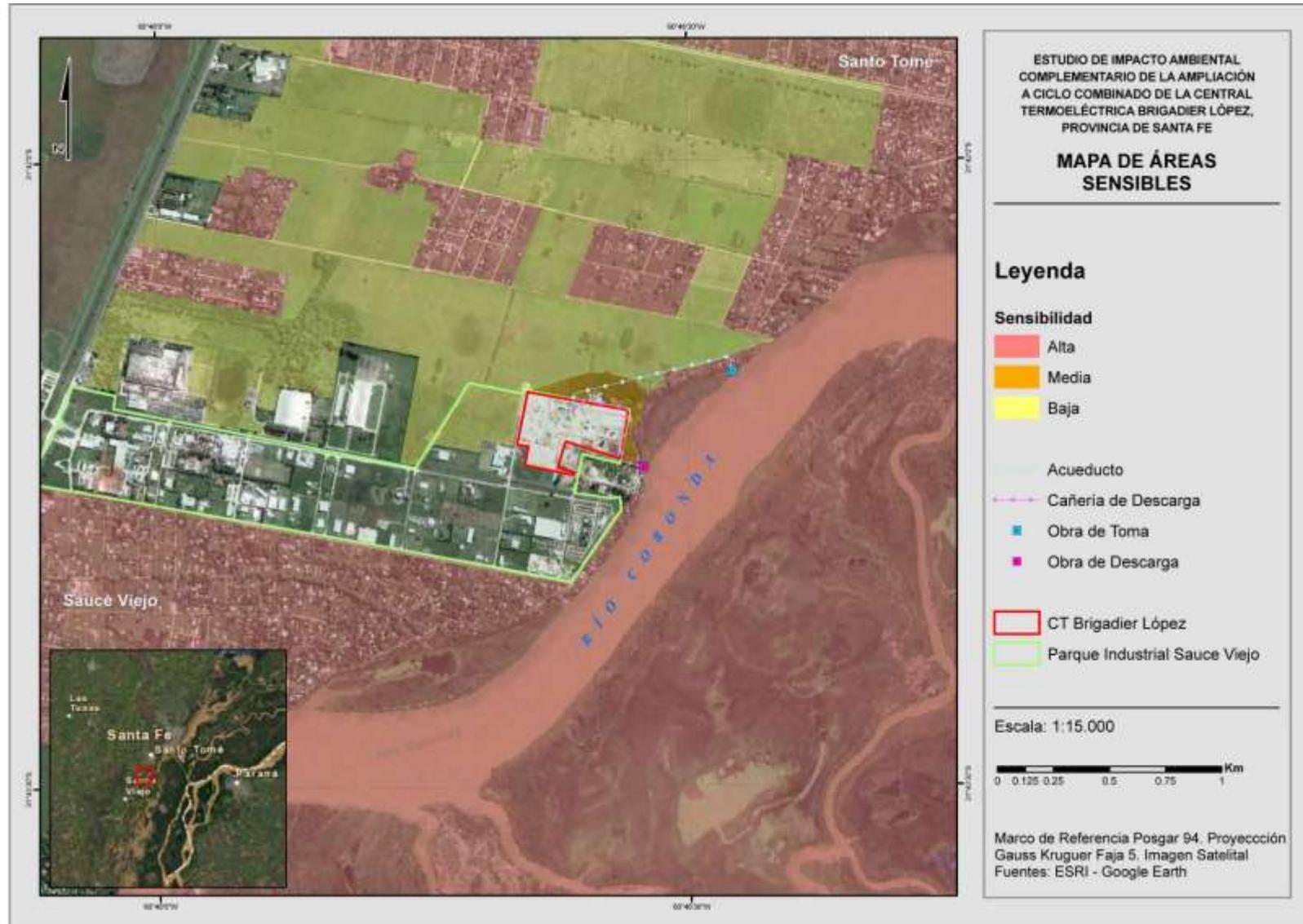


Figura 127. Mapa de áreas sensibles del proyecto Ampliación a Ciclo Combinado de la CTBL.

6 BIBLIOGRAFÍA

APN (Administración de Parques Nacionales). <http://www.parquesnacionales.gov.ar>

ARDURA, F. (2006). Reserva Ecológica Islas de Santa Fe. Fundación Hábitat y Desarrollo.

ARTURI, M. (2006). Situación Ambiental en la Ecorregión Espinal. en La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. Brown, A., U. Martinez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.).

BAIGÚN, C. SVERLIJ S. Y LÓPEZ H. (2003). Recursos Pesqueros y Pesquerías del Rio de la Plata Interior y Medio (Margen Argentina).

BILENCA, D. Y F. MIÑARRO. (2004). Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.

BÓ, R. F. (2005). *Situación Ambiental en la Ecorregión Delta e Islas del Paraná.* En: La Situación Ambiental Argentina (A. Brown, U. Martinez Ortiz, M. Acerbi y L. Corchera; eds.) Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 2006.

BÓ, ROBERTO. (2006). Situación Ambiental en la Ecorregión Delta e Islas del Paraná. en La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. Brown, A., U. Martinez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.).

BROWN, A., U. MARTINEZ ORTIZ, M. ACERBI Y J. CORCUERA (EDS.). (2006). La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.

CAMMESA (2011). Red Eléctrica Nacional. <http://portalweb.cammesa.com/default.aspx>

CAPELLO, S., MARCHESE, M., EZCURRA DE DRAGO, I., (2004). Descomposición y colonización por invertebrados de hojas de *Salix humboldtiana* en la llanura aluvial del río Paraná Medio. Amazoniana 18, 25–143. En Zilli et. al. (2008).

CHÉBEZ, J. C. (1994). Los que se van – Especies argentinas en peligro. Ed. Albatros, Buenos Aires, 604 pp. En: López, H.L. (2001). Estudio y Uso Sustentable de la Biota Austral: Ictiofauna Continental Argentina. Rev. Cubana Invest. Pesq. (supl. especial, versión electrónica) abril de 2001. ISSN CUB 0138-8452

DARRIGRAN, G Y C. DAMBORENES (ED.) (2006). Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano. La Plata, Universidad Nacional de La Plata, 1ª edición, 226 pp. DEIS (2006). Establecimientos de Salud. Provincia de Santa Fe. <http://www.deis.gov.ar/>

DEIS (2006). Establecimientos de Salud. Provincia de Santa Fe. <http://www.deis.gov.ar/>

DI GIACOMO, A. S. (EDITOR). (2005). Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Temas de Naturaleza y Conservación 5: 1-524. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires

- DiNIECE – MECyT (2007).** Mapa Educativo Nacional. <http://www.mapaeducativo.edu.ar/>
- ENARGAS (2008).** Sistema de transporte y distribución de gas en la provincia de Santa Fe. <http://www.enargas.gov.ar/>
- FREPLATA. (2005)** “*Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo*”. Proyecto “Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats”. Documento Técnico.
- GARCÍA DE EMILIANI, M.O. Y M. DEVERCELLI. (2003).** Influencia del fenómeno “El Niño” sobre el transporte y la estructura del fitoplancton en el cauce principal del río Paraná Medio, Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 38: 29-38. En: Mirande, et. al. (2009).
- GARCÍA DE EMILIANI, M.O. Y M. DEVERCELLI. (2004).** Estructura y dinámica del fitoplancton de un río tributario (Salado) y cauces secundarios del río Paraná (Santa Fé, Coronda y El Vado) en el área de confluencia (Santa Fe, Argentina). Revista FABICIB, Vol. 8, pp.:23-42.
- GIARUT, M. A.; LUPANO, C. F; SOLDANO, A. & REY, C. A., (s/f).** Cartografía Hídrica Superficial Digital de la Provincia de Santa Fe. Sistema Nacional de Información Hídrica, Subsecretaría de Recursos Hídricos en conjunto con el Instituto Nacional del Agua.
- INDEC, (2010).** Censo de Población, Hogares y Viviendas - 2001. Resultados Definitivos para la provincia y La Capital. <http://www.indec.mecon.ar/>
- INDEC, (2001).** Censo de Población, Hogares y Viviendas - 2001. Resultados Definitivos. <http://www.indec.mecon.ar/>
- INDEC-IPEC (2008).** Encuesta Permanente de Hogares Continua. Aglomerado Gran Santa Fe. <http://www.santafe.gov.ar/index.php/content/view/full/58898>
- IPEC (2008).** Encuesta Ganadera. Total Provincial y Departamento La Capital. <http://www.santafe.gov.ar/index.php/content/view/full/53902>
- IPEC (2008).** Registro de Áreas Sembradas (RAS). Total Provincial y Departamento La Capital. <http://www.santafe.gov.ar/index.php/content/view/full/47840>
- JOSÉ DE PAGGI, S. (1990).** Ecological and biogeographical remarks on the rotifer fauna of Argentina. Rev. Hydrobiol. trop. 23 (4): 297-311.
- JOSÉ DE PAGGI, S. (2004).** Diversidad de Rotíferos Monogonta del Litoral Fluvial Argentino. F. G. Aceñolaza (Coordinador). Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino INSUGEO, Miscelánea, 12: 185 – 194.
- KANDUS. P. & MINOTTI, P. (2010).** Distribución de terraplenes y áreas endicadas en la región del Delta del Paraná. En “Endicamientos y terraplenes en el Delta del Paraná: Situación, efectos ambientales y marco jurídico”. Capítulo 2, pp: 15-32. Ed. Wetlands International.

LEWIS, J. P. Y COLLANTES M. B., (1974). La vegetación de la provincia de Santa Fe. Reseña general y enfoque del problema. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 15: 343-356.

MALAGNINO, E. C., (1995). The discoverey of the oldest extra-andean glaciation in the lago Buenos Aires basin (Argentina) and new interpretation of the Patagonian moraine sequence in the area. *Quaternary of South America & Antartic Peninsula*. Vol 9 : 73-87 pp

MALAGNINO, E. C., (1999). Morfología eólica. En: Geomorfología de la cuenca del Salado. Provincia de Buenos Aires. Anexo C-1. Inedito. HALCROW & PARTNERS Ltd.

MALAGNINO, E. C., (2006)

http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=18&lang=es

MUJICA, F. (1986). Proyecto Delta, Serie: Documentos de trabajo. Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná. En Kandus & Minotti (2010).

MARFUT, T.A. (1963). Proyectos de fomento agrícola en el Delta del Paraná por los técnicos de NEDECO (Holanda). Delta del Paraná, Boletín de Divulgación, INTA, Año 3 (4). En Kandus & Minotti (2010).

MIRANDE, V.; G. BARRETO, S. HALEBLIAN Y B. TRACANNA. (2009). Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina) II. Estudio Cuantitativo del Fitoplancton. Bol. Soc. Argent. Bot. 44 (1-2): 11 - 23.

O'FARRELL, I. (1994). Comparative analysis of the phytoplankton of fifteen lowland fluvial systems of the River Plate Basin (Argentina). Hydrobiologia 294: 109-117. En: Mirande, et. al. (2009).

PARERA, A. (2002). Los mamíferos de la Argentina y la región austral de Sudamérica. Editorial El Ateneo. Buenos Aires.

Parque Industrial Sauce Viejo. <http://www.parqueindustrialsauceviejo.com/home/index.php>

POI DE NEIFF, A., NEIFF, J.J., CASCO, L.S., (2006). Leaf litter decomposition in three wetland types of the Parana´ River floodplain. Wetlands 26, 558–566. En Zilli et. al. (2008).

RAMOS V.A. y ALONSO. R.N., (1995). El mar paranense en la provincia de Jujuy. Revista Instituto de Geología y Minería 10: 73-82, S.S.de Jujuy.

RINGUELET, R. A. (1961). Rasgos fundamentales de la Zoogeografía de la Argentina. Physis , 22 (63): 151- 170. En: Marchese y Paggi, (2004).

SERMAN & ASOCIADOS, (2009). Estudio de Impacto Ambiental Central Termoeléctrica Brigadier López, Sauce Viejo, Santa Fe. Capítulo 4: Línea de Base Ambiental, pp: 158.

SIFAP (Sistema Federal de Áreas Protegidas).

STRAHLER, A. N., Y STRAHLER, A. H. (2000). Geografía Física (Tercera ed.). Barcelona: OMEGA.

YRIGOYEN, M. R., (1975). Geología del subsuelo y plataforma continental, en: Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires, 6° Congreso Geológico Argentino, 139- 158.

YRIGOYEN, M. R., (1993). Morfología y Geología de la Ciudad de Buenos Aires. Actas Asoc. Geol.. Apl. Ing. Vol. VII: 7-38. Bs.As.

YRIGOYEN, M. R., (1999). Los depósitos cretácicos y terciarios de las Cuencas del Salado y del Colorado. Instituto De Geología Y Recursos Minerales. Geología Argentina Anales 29 (21):645-649, BUENOS AIRES, 1999

ZALOCAR DE DOMITROVIC, Y.; M. DEVERCELLI M. Y O.GARCÍA DE EMILIANI. (2007). Phytoplankton. In: Iriondo, M. H., J. C. Paggi y M. J. Parma (eds.), The middle Paraná river: limnology of a subtropical wetland. Berlin-Heidelberg, Springer-Verlag, Berlin. En: Mirande, et. al. (2009).

ZILLI, F.; L. MONTALTO Y M. MARCHESE. (2008). Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Paraná River floodplain (Argentina). Limnológica 38: 159-171.