

**PROYECTO
GESTIÓN
INTEGRAL
RESIDUOS
SOLIDOS
URBANOS**

**Zona Metropolitana
Provincia de Mendoza**



CONTENIDOS GENERALES

TOMO 1

1. RESUMEN EJECUTIVO
2. MARCO DE REFERENCIA
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
4. ANÁLISIS DEL AMBIENTE
 - 4.1 Medio Físico
 - 4.1.1 Tipo de Clima
 - 4.1.2 Geología y Geomorfología

TOMO 2

- 4.1.3 Hidrología e Hidrogeología
 - 4.1.4 Ruidos y Calidad de Aire
- 4.2 Medio Biológico
 - 4.2.1 Flora
 - 4.2.2 Fauna
- 4.3 Medio Socioeconómico

TOMO 3

5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS
 - 5.1 Metodología para la EIA
 - 5.2 Conclusiones de la EIA
 - 5.3 Descripción Escenario Ambiental Modificado
 - 5.4 Medidas de Prevención y Mitigación
 - 5.5 Plan de Manejo Ambiental (PMA)

5.6 Plan de Clausura y Post-Clausura

6. DOCUMENTO DE SINTESIS

7. BIBLIOGRAFÍA

8. LISTADO DE ANEXOS

TOMO 4

9. PLAN DE CONSULTA PÚBLICA

9.1 Plan de Audiencia Pública

10. MECANISMO DE QUEJAS Y RECLAMOS

10.1 Introducción

10.2 Mecanismo quejas y reclamos metropolitana

11. INFORME DE AUDIENCIA PÚBLICA

12. Anexos Audiencia Pública

ANEXOS GENERALES

Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo

Anexo 2: Memoria Técnica y Operativa

Anexo 3: Memoria Ventilación

Anexo 4: Memoria Iluminación

Anexo 5: Memoria Consumo de Agua

Anexo 6: Cálculos Lixiviados

Anexo 7: Cálculos Biogás

Anexo 8: Estudios de Suelo

Anexo 9: Monitoreo Calidad del Agua C. Moyano

Anexo 10: Proyecto Hidráulico

Anexo 11: Estudios Topográficos

Anexo 12: Monitoreos aguas sub. CDF Patog.

Anexo 13: Monitoreos aire CDF Patogénicos

Anexo 14: Monitoreos Cont. Atm. Planta Patog.

- Anexo 15: Perfil de Suelo D-D (Microzonif. Sísm.)**
- Anexo 16: Diseño Módulo de Disposición Final**
- Anexo 17: Matrices de Ev. de Impacto Ambiental**
- Anexo 18: Resolución Inicio PEIA**
- Anexo 19: Archivo de audio de la audiencia pública**



TOMO 1

MANIFESTACIÓN GENERAL DE IMPACTO AMBIENTAL

Centro Ambiental El Borbollón
Departamento de Las Heras

2014 (modificado 2017)

Dirección de Protección Ambiental

**Secretaría de Ambiente y Ordenamiento
Territorial**

CONTENIDOS TOMO 1

1. RESUMEN EJECUTIVO.....17

1.1. Marco general del proyecto	17
1.2. Objetivos	19
1.3. Metodología y orientación de la EIA	19
Principales impactos ambientales identificados	22

2. MARCO DE REFERENCIA.....23

2.1. Encuadre Legal del EIA	23
2.2. DATOS GENERALES	26
2.2.1 Datos del Proponente.....	26
2.2.2 Datos Responsables de la MGIA	26

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....29

3.1. Zona de Estudio	29
3.2. Naturaleza del Proyecto	31
3.2.1 Generación de residuos	31
3.2.2 Descripción del proyecto	34
3.3. Área de Influencia del Proyecto	39
3.3.1 Área de Proyecto	39
3.3.2 Área de Influencia Directa (AID).....	39
3.3.3 Área de Influencia Indirecta (AII).....	40
3.4. Marco legal e institucional del proyecto	42
3.4.1 Aspectos Legales	42
3.4.1.1 Constitución Nacional.....	42
3.4.1.2 Legislación Nacional.....	42
3.4.1.3 Legislación de la Provincia de Mendoza.....	47
3.4.1.4 Ordenanzas Las Heras	55
3.4.1.5 Análisis de políticas BID aplicables al programa	56
3.4.2 Aspectos Institucionales	61
3.4.2.1 Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos.....	67
3.4.2.2 Ficha Resumen del Plan Provincial de RSU.....	70



3.5. Proyectos asociados	74
3.6. Políticas de crecimiento futuro	74
3.7. Vida útil de proyecto	75
3.8. Ubicación física del proyecto	75
3.9. Selección del Sitio	77
3.10. Colindancias del predio	81
3.10.1 Piletas de tratamiento de Campo Espejo	82
3.10.2 Vertedero Controlado de RSU	84
3.10.3 Parque Industrial Minero Eje Norte.....	85
3.10.4 Aeropuerto Internacional El Plumerillo	85
3.10.5 Conclusiones Colindancias	90
3.11. Urbanización del área (usos del suelo)	91
3.12. Superficie requerida	91
3.13. Situación legal del predio	92
3.14. Uso actual del suelo en el predio	92
3.15. Vías de acceso	93
3.16. Etapa de preparación del sitio y construcción	94
3.16.1 Programa de trabajo	94
3.16.2 Equipo a utilizar.....	95
3.16.3 Materiales.....	96
3.16.4 Requerimientos de mano de obra.....	96
3.16.5 Obras o servicios de apoyo a utilizar	97
3.16.6 Requerimientos de energía	97
3.16.3.1 Electricidad	97
3.16.3.2 Combustibles	97
3.16.7 Requerimiento de agua.....	97
3.16.8 Residuos Sólidos generados.....	98
3.16.9 Efluentes líquidos.....	98
3.16.10 Emisiones a la atmósfera.....	98
3.16.11 Residuos semisólidos (barros, lodos).....	99
3.16.12 Desmantelamiento de la estructura de apoyo.....	99
3.17. Etapa de Operación y Mantenimiento	99
3.17.1 Programa de Operación	99
3.17.1.1 Ingreso al Centro Ambiental.....	99
3.17.1.2 Sistema de Separación de residuos	101
3.17.1.3 Descripción de las Operaciones del Relleno Sanitario	103

3.17.2 Recursos naturales del área que serán aprovechados.....	118
3.17.3 Requerimientos del personal	119
3.17.3.1 Descripción de los puestos de trabajo.....	120
3.17.4 Equipos para la etapa de operación.....	128
3.17.4 Materias primas e insumos	129
3.17.5 Subproductos por fase de proceso	129
3.17.6 Productos Finales.....	130
3.17.7 Transporte de materias primas, productos finales y subproductos	132
3.17.8 Medidas de Higiene y Seguridad	133
3.17.8.1 Seguridad en el Trabajo	133
3.17.8.2 Ventilación.....	133
3.17.8.3 Iluminación	133
3.17.9 Requerimientos de energía	134
3.17.9.1 Electricidad	134
3.17.9.2 Combustible.....	134
3.17.10 Requerimientos de agua	134
3.17.11 Residuos sólidos generados	134
3.17.12 Residuos biosólidos	135
3.17.13 Efluentes líquidos continuos e intermitentes.....	135
3.17.14 Emisiones a la atmósfera.....	138
3.17.15 Niveles de ruido	138
3.18. Etapa de Clausura y post-clausura del sitio.....	139
3.18.1 Programas de restitución del área.....	139
3.18.2 Monitoreo post-clausura	139
3.19. Costos de Proyecto y Cronograma de Obra	140
3.19.1 Costos de inversión	140
3.19.2 Costos de Operación.....	140
3.19.3 Cronograma de Obra.....	141
4. ANÁLISIS DEL AMBIENTE	144
4.1 MEDIO FÍSICO.....	144

4.1.1 Tipo de clima	144
4.1.1.1 Temperatura	146
4.1.1.2 Humedad Relativa.....	152
4.1.1.3 Precipitación	154
4.1.1.4 Vientos.....	160
4.1.1.5 Nubosidad	166
4.1.1.6 Heliofanía	167
4.1.1.7 Evaporación y Evapotranspiración	168
4.1.1.8 Intemperismos severos.....	170
4.1.1.9 Tipo de Clima	175
4.1.2 Geología y Geomorfología.....	183
4.1.2.1 Rasgos geológicos generales.....	183
4.1.2.2 Geomorfología general y Zona de Estudio.....	185
4.1.2.3 Reseña Fisiográfica.....	194
4.1.2.4 Unidades estratigráficas	195
4.1.3 Sismicidad y riesgos asociados.....	200
4.1.3.1 Sismicidad Histórica en Mendoza.....	201
4.1.3.2 Relación Tectónica – Sismicidad	204
4.1.3.3 Peligro sísmico y riesgo sísmico.....	206
4.1.3.4 Zonificación sísmica nacional y provincial.....	209
4.1.3.5 Microzonificación sísmica del Gran Mendoza.....	213
4.1.4 Edafología	242
4.1.5 Aptitud de uso del suelo.....	248

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización Centro Ambiental El Borbollón.....	18
Figura 2: Esquema del Procedimiento Administrativo de EIA.....	25
Figura 3: Ubicación del Área de Estudio	29
Figura 4: Localización del Centro Ambiental respecto a zonas urbanas.....	35
Figura 5: Área de Influencia Directa del proyecto.....	40
Figura 6: Áreas de Influencia Directa e Indirecta del Proyecto.....	41
Figura 7: Regionalización Propuesta en el Plan Provincial de RSU	69
Figura 8: Ubicación del terreno y colindancias.....	76
Figura 9: Sitios Propuestos – Cabeceras Municipales y Rutas.....	80
Figura 10: Ubicación terreno y detalle de Colindancias.....	81
Figura 11: Área de Cultivos Restringidos (ACRE) de Campo Espejo	83
Figura 12: Áreas de Aplicación del Aeropuerto El Plumerillo.....	89
Figura 13: Croquis de Implantación del proyecto	91
Figura 14: Fotografías actuales del predio.....	92
Figura 15: Distancias al sitio de implantación.....	93
Figura 16: Distribución General del Proyecto	100
Figura 17: Croquis de distribución en planta y recorridos.....	100
Figura 18: Croquis Planta de Separación	102
Figura 19: Geometría del Módulo 1.....	105
Figura 20: Croquis planimetría distribución de Edificios.....	109
Figura 21: Croquis Planta de Módulo de disposición final y Cortes Esquemáticos.....	113
Figura 22: Esquema del Sistema de captación, extracción y tratam. de lixiviado	115
Figura 23: Esquema Sistema de reinyección de lixiviados.....	116
Figura 24: Esquema del Sistema de captación de Biogás.....	118
Figura 25: Localización de Estaciones Meteorológicas	145
Figura 26: Temperatura Media Mensual.....	147
Figura 27: Temperatura Máxima Absoluta.....	148
Figura 28: Temperatura Máxima Media.....	149
Figura 29: Temperatura Mínima Absoluta.....	150
Figura 30: Temperatura Mínima Media	151

Figura 31: Humedad Relativa Media.....	153
Figura 32: Humedad Máxima y Mínima Media Anual.....	154
Figura 33: Precipitación Media Mensual.....	155
Figura 34: Precipitación Media Máxima.....	156
Figura 35: Captura de pantalla – Cálculo de extremos FLUMEN.....	157
Figura 36: Gráfica Intensidad – Duración – Recurrencia	159
Figura 37: Hietograma de Diseño para R=60 min	160
Figura 38: Velocidad Media del Viento.....	161
Figura 39: Velocidad Máxima del Viento.....	162
Figura 40: Promedio Anual de dirección de vientos.....	163
Figura 41: Nubosidad.....	167
Figura 42: Cobertura de cielo.....	167
Figura 43: Heliofanía Efectiva	168
Figura 44: Evaporación y Evapotranspiración.....	170
Figura 45: Intemperismos Severos – Valores Anuales.....	171
Figura 46: Esquema del proceso del Viento Zonda	173
Figura 47: Viento Zonda – Distribución Anual.....	174
Figura 48: Zonas Climáticas de Mendoza (Clasificación de Köppen).....	176
Figura 49: Rasgos geológicos de la Zona de Estudio.....	185
Figura 50: Unidades Morfoestructurales Provincia de Mendoza.....	190
Figura 51: Fallas Cuaternarias de la Provincia de Mendoza.....	193
Figura 52: Cuenca Cuyana – Provincia de Mendoza	196
Figura 53: Cuadro Estratigráfico de la Cuenca Cuyana	199
Figura 54: Parte del Perfil Estratigráfico sitio de proyecto.....	200
Figura 55: Riesgo Sísmico de la Provincia de Mendoza	209
Figura 56: Zonificación Sísmica en la República Argentina	211
Figura 57: Zonificación Sísmica de la Provincia de Mendoza.....	213
Figura 58: Fallas activas y terremotos históricos del norte de Mendoza	216
Figura 59: Grandes Unidades geomórficas del Gran Mendoza.....	218
Figura 60: Distribución de las condiciones del subsuelo en el Área de Estudio.....	220
Figura 61: Espesor de los sedimentos cuaternarios en el Gran Mendoza.....	222
Figura 62: Ubicación de perfiles de suelo en el área bajo estudio.....	224
Figura 63: Perfil D – D de subsuelo.....	225
Figura 64: Curvas de prof. mínima del agua subterránea en el Gran Mendoza.....	227

Figura 65: Localización de las condiciones del subsuelo en el Gran Mendoza.....	229
Figura 66: Licuación Histórica y nivel de freática mínima en el Gran Mendoza	231
Figura 67: Aceleraciones máximas probables (10% en 50 años).....	233
Figura 68: Propuesta de zonificación para diseño estructural – Gran Mendoza	237
Figura 69: Ubicación del terreno de implantación sobre condiciones de subsuelo	239
Figura 70: Ubicación del terreno con relación a la falla activa Cerro La Cal.....	241
Figura 71: Clasificación Taxonómica de Suelos de la Provincia de Mendoza.....	246
Figura 72: Taxonomía de suelos Zona Metropolitana.....	247

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Datos de Población Zona Metropolitana – Provincia de Mendoza.....	31
TABLA 2: PPC según nivel socioeconómico y uso del suelo	32
TABLA 3: Proyección Anual Población Estable más Flotante (2010-2035).....	32
TABLA 4: Generación de RSU – Zona Metropolitana	33
TABLA 5: Distancias de Departamentos al Centro Ambiental.....	36
TABLA 6: Características de la Disposición Final en Zona Metropolitana	36
TABLA 7: Legislación Nacional aplicable.....	43
TABLA 8: Legislación Provincial aplicable	48
TABLA 9: Legislación Municipal aplicable.....	55
TABLA 10: Estructura Institucional Gobierno de la Provincia de Mendoza.....	61
TABLA 11: Resumen Plan Provincial de RSU – Provincia de Mendoza.....	70
TABLA 12: Resumen Evaluación para Selección del sitio.....	78
TABLA 13: Características Piletas de Tratamiento de Efluentes Campo Espejo	82
TABLA 14: Distancias al Centro Ambiental.....	94
TABLA 15: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Construcción - Relleno.....	95
TABLA 16: Resumen equipos a utilizar Etapa de Construcción – Obras Complementarias....	96
TABLA 17: Resumen de Generación y Disposición Final de RSU.....	104
TABLA 18: Cálculo de volúmenes del Módulo 1.....	105
TABLA 19: Balance de Suelos.....	106
TABLA 20: Etapas de Construcción y Volúmenes de suelo	107
TABLA 21: Resumen General Personal necesario.....	119
TABLA 22: Descripción Puesto de Trabajo – Gerente de Operaciones.....	120
TABLA 23: Descripción Puesto de Trabajo – Responsable de Medio Ambiente.....	121
TABLA 24: Descripción Puesto de Trabajo – Encargado Relleno Sanitario.....	121
TABLA 25: Descripción Puesto de Trabajo – Encargado Planta de Separación.....	122
TABLA 26: Descripción Puesto de Trabajo – Personal Administrativo.....	122
TABLA 27: Descripción Puesto de Trabajo – Operación de Balanza.....	123
TABLA 28: Descripción Puesto de Trabajo – Operador Pala Cargadora	123
TABLA 29: Descripción Puesto de Trabajo – Encargado de Mantenimiento.....	124
TABLA 30: Descripción Puesto de Trabajo – Ayudante de Mantenimiento	124
TABLA 31: Descripción Puesto de Trabajo – Maquinista	125



TABLA 32: Descripción Puesto de Trabajo – Operador de Lixiviados y desgasificación.....	125
TABLA 33: Descripción Puesto de Trabajo – Ayudante General.....	126
TABLA 34: Descripción Puesto de Trabajo – Chofer de vehículo de volteo	126
TABLA 35: Descripción Puesto de Trabajo – Chofer de camioneta y camión regador	126
TABLA 36: Descripción Puesto de Trabajo - Vigilador.....	127
TABLA 37: Descripción Puesto de Trabajo - Sereno.....	127
TABLA 38: Descripción Puesto de Trabajo – Operador de Planta de Separación.....	127
TABLA 39: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Operación - Relleno.....	128
TABLA 40: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Operación – Planta de Separación .	128
TABLA 41: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Operación - Compostaje.....	128
TABLA 42: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de operación - Generales.....	128
TABLA 43: Porcentajes de materiales potencialmente recuperables	131
TABLA 44: Cálculo cantidades de residuos a recuperar.....	132
TABLA 45: Cálculo de lixiviados a almacenarse.....	137
TABLA 46: Temperatura Media Mensual.....	147
TABLA 47: Desviación Estándar datos Temperatura Media Mensual.....	147
TABLA 48: Coeficiente de variación – Temperatura Media Mensual.....	147
TABLA 49: Temperatura Máxima Absoluta	148
TABLA 50: Desviación Estándar datos Temperatura Máxima Absoluta.....	148
TABLA 51: Coeficiente de variación – Temperatura Máxima Absoluta.....	149
TABLA 52: Temperatura Máxima Media.....	149
TABLA 53: Desviación Estándar datos Temperatura Máxima Media	149
TABLA 54: Coeficiente de variación – Temperatura Máxima Media	150
TABLA 55: Temperatura Mínima Absoluta.....	150
TABLA 56: Desviación Estándar datos Temperatura Mínima Absoluta.....	150
TABLA 57: Coeficiente de variación – Temperatura Media Absoluta.....	151
TABLA 58: Temperatura Mínima Media.....	151
TABLA 59: Desviación Estándar datos Temperatura Mínima Media	151
TABLA 60: Coeficiente de variación – Temperatura Mínima Media	152
TABLA 61: Humedad Relativa Media.....	152
TABLA 62: Desviación Estándar datos Humedad Relativa Media.....	153
TABLA 63: Coeficiente de variación – Humedad Relativa Media.....	153
TABLA 64: Humedad Máxima Media Anual.....	153
TABLA 65: Humedad Mínima Media Anual.....	153



TABLA 66: Precipitación Media Mensual.....	154
TABLA 67: Desviación Estándar datos Precipitación Media Mensual.....	155
TABLA 68: Coeficiente de variación – Precipitación Media Mensual.....	155
TABLA 69: Precipitación Media Máxima.....	155
TABLA 70: Precipitación Mínima Mensual.....	156
TABLA 71: Número de días con lluvia.....	156
TABLA 72: Precipitación Diaria Máxima	157
TABLA 73: Ajuste de Precipitación Máxima Diaria para la EM Aeropuerto Mendoza.....	158
TABLA 74: Hietograma de Diseño de duración 60 min	159
TABLA 75: Velocidad Media del Viento	160
TABLA 76: Desviación Estándar de datos Velocidad Media del Viento.....	161
TABLA 77: Coeficiente de variación – Velocidad Media del Viento.....	161
TABLA 78: Velocidad Máxima del Viento.....	161
TABLA 79: Desviación Estándar de datos Velocidad Máxima del Viento.....	162
TABLA 80: Coeficiente de variación – Velocidad Máxima del Viento.....	162
TABLA 81: Dirección de los vientos.....	162
TABLA 82: Criterios simplificados para estimar la clase de estabilidad atmosférica.....	164
TABLA 83: Categorías de estabilidad de Pasquill.....	165
TABLA 84: Turbulencias de la atmósfera. Clases de estabilidad.....	166
TABLA 85: Nubosidad.....	166
TABLA 86: Heliofanía Efectiva	168
TABLA 87: Evaporación.....	169
TABLA 88: Evaporación.....	169
TABLA 89: Intemperismos.....	170
TABLA 90: Viento Zonda Mendoza.....	173
TABLA 91: Viento Zona casos severos en el llano	174
TABLA 92: Categorización del Viento Zonda.....	175
TABLA 93: Clasificación climática de Köppen.....	177
TABLA 94: Índice de Lang.....	178
TABLA 95: Clasificación Thornthwaite – EM Observatorio.....	180
TABLA 96: Clasificación Thornthwaite – EM Aeropuerto	181
TABLA 97: Clasificación Thornthwaite – EM INTA	181
TABLA 98: Listado de sismos destructivos que afectaron la Provincia de Mendoza	203
TABLA 99: Algunos datos de los sismos más importantes que afectaron Mendoza.....	203

TABLA 100: Listado de sismos destructivos que afectaron al Gran Mendoza 214

TABLA 101: Propuesta de Zonificación – Matriz de Planeamiento 236

TABLA 102: Aptitud de usos del suelo para el Departamento de Las Heras 249

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. Marco general del proyecto

El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), constituye una preocupación prioritaria en distintos ámbitos sociales y políticos del país, debido a los potenciales efectos perjudiciales sobre la salud y la calidad de vida de la población, como así también sobre el medio ambiente.

Teniendo en cuenta esta premisa, el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales de la Provincia de Mendoza, en forma conjunta con la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación, encaran el **Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza**.

A su vez, este proyecto se enmarca en el Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Mendoza, el cual tiende a la implementación de la Gestión Integral de estos residuos, en todo el territorio provincial, cuyas acciones ya han sido desarrolladas en otros sectores de la provincia, y que tiene como objetivo prioritario: la reducción, el reciclado, el compostaje, la construcción de rellenos sanitarios como centros de disposición final ambientalmente adecuado y socialmente aceptable, y el cierre de los basurales a cielo abierto.

En función de estos objetivos se proyectó el **Centro Ambiental “El Borbollón”**, el cual constará de una Planta de Separación de RSU y Relleno Sanitario, y cuya Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se desarrolla en el presente documento.

El Centro Ambiental “El Borbollón” se localizará en el Departamento de las Heras y el diseño de las instalaciones fue proyectado en un predio colindante al actual Vertedero Controlado de disposición final de RSU. Este Vertedero, donde actualmente se disponen los residuos de los Municipios de Las Heras, Lavalle, parte de Godoy Cruz y parte de Guaymallén, será cerrado una vez que entre en funcionamiento el Centro Ambiental. Esta tarea estará a cargo de la Empresa LIME S.A., quien actualmente tiene la concesión del mismo, a través de Contrato con la Municipalidad de Las Heras. En la **Figura 1** se puede visualizar su localización.

De este modo las obras diseñadas no afectarán de manera negativa áreas pobladas circundantes, áreas naturales protegidas, ni hábitats sensibles, dado que se trata de una ampliación y mejora de las instalaciones existentes.

Además, el **Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza**, en una *segunda etapa*, incluye la remediación de los actuales basurales a cielo abierto de Campo Papa (Godoy Cruz), Puente de Hierro (Guaymallén), Campo Cacheuta (Luján de Cuyo), Basural Uspallata (Las Heras), tarea que se llevará a cabo luego de que el Centro Ambiental “El Borbollón” se encuentre en funcionamiento, y posteriormente se

plantean futuras obras complementarias como la construcción de cinco (5) Puntos Verdes para la recepción de material separado en origen. Todas estas obras a realizarse en una segunda etapa, deberán contar con las correspondientes Evaluaciones Ambientales para cada caso.

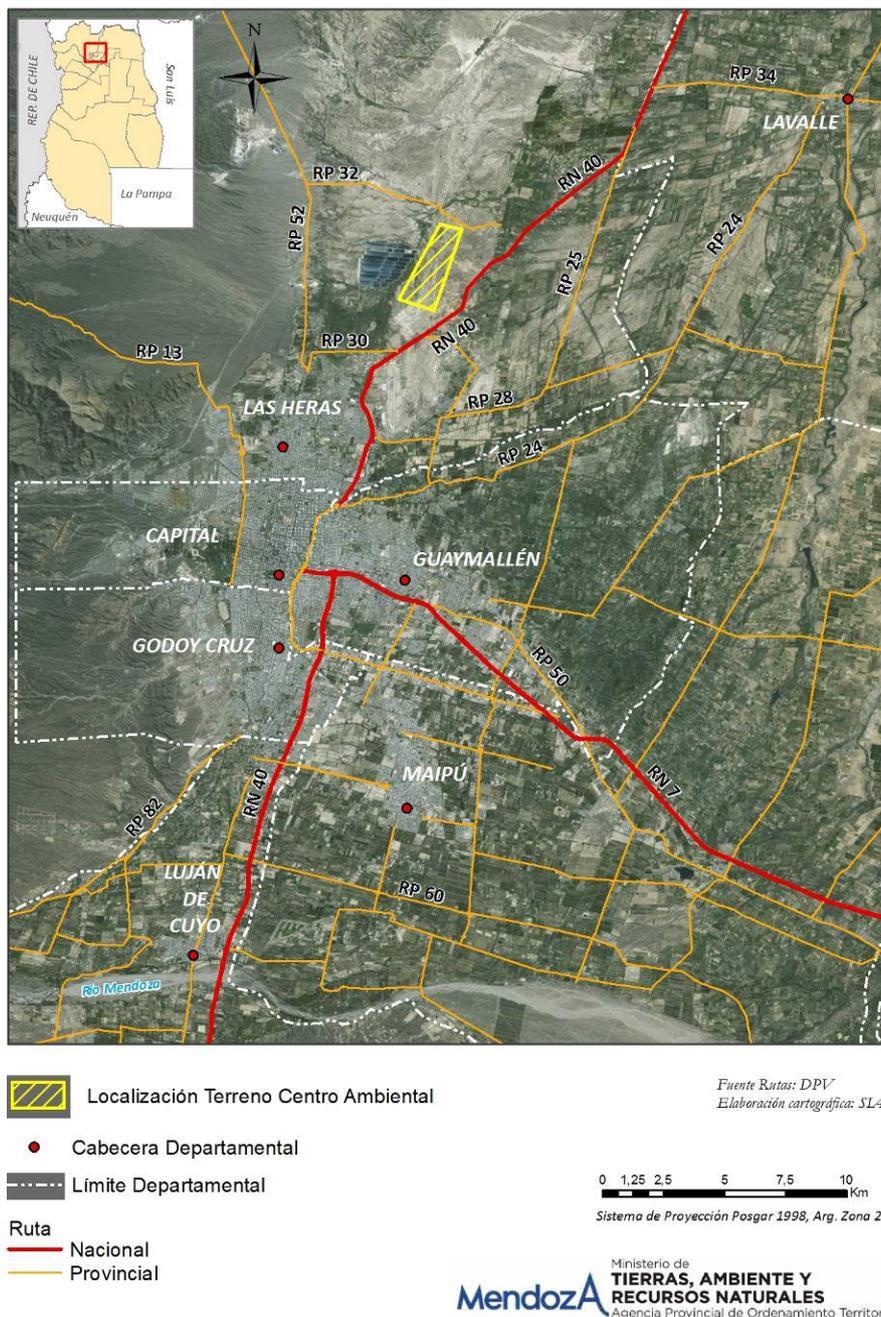


Figura 1: Localización Centro Ambiental El Borbollón

1.2. Objetivos

Los objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental efectuada, fueron los de identificar los impactos ambientales, tanto negativos como positivos, de potencial ocurrencia, a partir de las actividades vinculadas al gestión de los RSU, que se pueden manifestar en distintos aspectos considerados del medio (físico, biológico y socioeconómico).

La EIA tuvo como objetivos específicos los siguientes:

- Conocer la situación ambiental actual.
- Identificar los efectos ambientales que la actividad de la GIRSU tiene sobre el ambiente y la sociedad.
- Evaluar la magnitud y el significado de los impactos determinados.
- Identificar las posibles medidas de adecuación y corrección, tendientes a minimizar los impactos reconocidos.

Siendo el principal objetivo de este proyecto, la implementación de una Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), que ostenta como pilares la minimización, la separación en origen, la recolección diferencial y el reciclaje¹. La GIRSU tiene un impacto positivo sobre la salud pública, la conservación y la protección sobre el medio ambiente, siendo las ventajas:

- Mejora de la calidad de vida y la salud pública.
- Disminución del volumen de residuos a tratar y disponer.
- Minimización de las potenciales cargas contaminantes, así como la preservación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

1.3. Metodología y orientación de la EIA

La metodología utilizada para este Estudio de Impacto Ambiental requirió de la recopilación de la normativa legal nacional, provincial y municipal relevante al proyecto, la información descriptiva del proyecto, basada en el Documento **Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza**, recopilado en sus aspectos de relevancia a la cuestión ambientales, y la descripción del medio físico y socioeconómico donde se instalarán las obras del **Centro Ambiental “El Borbollón”**.

En cuanto al inventario ambiental desarrollado en el presente documento, las distintas temáticas con injerencia en el proyecto se han evaluado desde un nivel macro (situación provincial) hasta llegar a un nivel de detalle referido al terreno o

¹ Agenda 21 - Río de Janeiro (1992)

región. Este planteo responde al hecho de que este material, además de cumplir con la normativa provincial para una evaluación ambiental, deberá ser remitido para su conocimiento y aprobación al Banco Interamericano de Desarrollo, quienes desconocen muchos aspectos de la situación ambiental provincial, que resulta necesario entender, como marco general para su evaluación final en el sitio de implantación del proyecto.

En base a los antecedentes mencionados, se identificaron los **impactos ambientales positivos y negativos** relevantes en el área de **influencia directa e indirecta** del proyecto, debidos a las distintas acciones de cada fase del proyecto sobre cada uno de los componentes del ambiente.

Para la valoración de cada impacto, que se desarrolló a nivel de grados (alto, mediano, bajo), la persistencia en el tiempo y extensión del impacto (difuso, localizado), se consideró la sensibilidad del medio donde se insertará el proyecto, y los criterios existentes concernientes al ambiente y los recursos naturales, provinciales, nacionales e internacionales, justificando su selección mediante memorias técnicas de modelado de simulación con parámetros derivados de los estudios del medio físico local y/o comparación con antecedentes similares basados en juicio experto.

Los impactos así definidos se relacionaron con la eventual evolución de los mismos, en el caso de que el proyecto no se realizara, a fin de justificar el real impacto integrado del mismo en la región.

A continuación, se desarrolló una descripción del posible escenario ambiental modificado donde se presenta una descripción del medio natural y socioeconómico resultante, en el supuesto de que se implemente el proyecto, donde se analizan escenarios descriptivos de eventuales cambios climáticos o microclimáticos, cambios geológicos debidos o no a erosión, del relieve resultante, cambios en la calidad del aire y en las características del suelo y modificaciones en los cursos o cuerpos de agua y/o niveles freáticos. También se especuló sobre escenarios tentativos de descripción de la vegetación y/o faunas resultantes, plagas que pueden desarrollarse, etc.

En relación al medio socioeconómico se describieron eventuales cambios en la población por la implementación de la obra o actividad, cambios en la situación laboral, cambios en la demanda de servicios y en general sobre el eventual impacto en la economía de la región. Por último se señalan los riesgos ambientales derivados de la naturaleza del proyecto.

Adicionalmente, se proponen medidas y acciones a seguir para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos negativos que la obra o actividad pueda producir en cada etapa del proyecto, incluyendo la etapa de cierre y post-clausura.

Se diseñaron medidas viables y efectivas para potenciar los beneficios ambientales del proyecto articuladas en la forma de eventuales medidas estructurales necesarias, aun las eventualmente ajenas al proyectos, y no estructurales, inherentes al mismo. Todas las medidas propuestas se presentan organizadas por Programas dentro del Plan de Manejo Ambiental:

- 1) Programa de Seguimiento y Control: donde se describen las acciones regulares de documentación, medición y corrección a seguir para mitigar eventuales impactos identificados o emergentes.
- 2) Programa de Monitoreo Ambiental: donde se establecen las variables a monitorear, la frecuencia en que deberán ser medidas y las metodologías recomendadas para su medición.
- 3) Plan de Contingencias Ambientales: donde se especifican las acciones a adoptar para la actuación en caso de eventos súbitos, de naturaleza y magnitud indeseadas, que pudieran resultar de la ejecución del Proyecto.
- 4) Programa de Seguridad e Higiene: donde se prevé el cumplimiento estricto de la legislación laboral vigente en la materia; incluyendo la capacitación de los trabajadores en los casos necesarios.
- 5) Programa de Capacitación: donde se establecen propuestas metodológicas para la capacitación del personal a desempeñarse en el Centro Ambiental, estableciendo contenidos mínimos a impartir.
- 6) Programa de Comunicación y educación: donde se formulan los lineamientos necesarios para alcanzar un adecuado acoplamiento de las funciones del proyecto con el accionar público e institucional en la prevención y modos de generación de los RSU, y las acciones desarrolladas para la mitigación de los impactos ambientales resultantes.
- 7) Programa de Forestación: donde se establecen los lineamientos a seguir en la implantación de los forestales, que deberán cumplir distintas medidas de mitigación o compensación, según surge de la evaluación realizada.
- 8) Programa de Mantenimiento de Equipos: donde se establecen los equipos mínimos a utilizar para la construcción y operación del relleno sanitario, como así también las recomendaciones pertinentes en cuanto a seguridad y mantenimiento.

Por último se formularon Conclusiones, mediante la realización de un balance, en donde se discuten los aspectos positivos y negativos del proyecto, así como los riesgos derivados de su naturaleza, que a juicio del evaluador ambiental generará el proyecto, así como su importancia en la economía regional, y la influencia estimada del proyecto en la eventual modificación de los procesos naturales.

Principales impactos ambientales identificados

Luego de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos enunciada anteriormente, se pueden resumir los impactos detectados en lo siguiente:

- **Los impactos ambientales positivos** de relevancia (por su duración, intensidad, etc.) respecto de la línea de base actual, se refieren a los efectos de proyecto sobre la salud pública, la disminución de interferencia con otras actividades que son afectadas por la permanencia de basurales a cielo abierto, y el mejoramiento de la calidad general del aire por la eliminación de la quema incontrolada de RSU.
- **Los impactos de signo negativo** a producirse sobre el suelo, la flora y la fauna, debido a los movimientos de suelo requeridos para la realización de las obras, son de baja intensidad, y comparables en magnitud a los generados por el sistema de gestión actual, que por otra parte presenta serias deficiencias. El proyecto utiliza mayor cantidad de energía que el sistema actual, debido al aumento de las distancias de transporte y acondicionamiento de los RSU en su sitio de disposición final.

Cabe destacar que si bien el proyecto no incluye el saneamiento de los basurales a cielo abierto actuales, en esta *primera etapa*, permitirá la reubicación laboral de los actuales separadores informales de residuos que actualmente trabajan en estos sitios; estando prevista la recuperación de estos sitios en una segunda etapa cuando el Centro Ambiental “El Borbollón”, se encuentre operando.

Finalmente se concluye que se trata de un proyecto de interés regional e impacto positivo sobre la salud pública y el desarrollo normal de las actividades económicas en la región. La instalación adecuada de las obras y la futura remediación de los basurales a cielo abierto actuales, contribuirán a representar adecuadamente las políticas públicas tendientes a la gestión adecuada de los residuos y control de la contaminación, como así también de acciones de minimización y clasificación en origen de residuos urbanos en la Zona Metropolitana de Mendoza.

Por otra parte, la implantación de esta obra, no es esperable que produzca modificaciones de magnitud en el funcionamiento habitual de los procesos naturales climáticos, hidrológicos o bióticos, en el sitio, excepto los impactos locales derivados de la instalación de las estructuras necesarias para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta además, que estas obras se llevarán a cabo en un área que actualmente se encuentran ya profundamente modificada por actividades de disposición de residuos, obras de saneamiento y actividades industriales.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Encuadre Legal del EIA

La Provincia de Mendoza cuenta con una legislación que regula el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental como instrumento para la preservación del ambiente en todo el territorio de la provincia, a los fines de resguardar el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable (Ley 5961 y Decreto N° 2.109/94 - "Procedimiento Evaluación Impacto Ambiental" y Modificado por Decreto N° 605/95).

Este marco legal, establece que la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, comprende:

- a) El Ordenamiento Territorial y la Planificación de los procesos de Urbanización, población, industrialización, explotación minera y agrícola -ganadera y expansión de fronteras productivas, en función de los valores del ambiente;
- b) La utilización racional del suelo, atmósfera, agua, flora, fauna, gea, paisaje, fuentes energéticas y demás recursos naturales en función de los valores del ambiente;
- c) La creación, protección, defensa y mantenimiento de áreas y monumentos naturales, refugios de vida silvestre, reservas forestales, faunísticas y de uso múltiple, cuencas hídricas protegidas, áreas verdes de asentamiento humano y/o cualquier otro espacio que conteniendo suelos y/o masas de agua con flora y fauna nativas, seminativas o exóticas y/o estructuras geológicas, elementos culturales o paisajes, merezca ser sujeto a un régimen de especial gestión y administración;
- d) La orientación, fomento y desarrollo de iniciativas públicas y privadas que estimulen la participación ciudadana en las cuestiones relacionadas con el ambiente;
- e) La orientación, fomento y desarrollo de estudios e investigación;
- f) El control, reducción o eliminación de factores, procesos, actividades o componentes del medio que ocasionen o puedan ocasionar perjuicios al ambiente, a la vida del hombre y a los demás seres vivos;
- g) La coordinación de las obras y acciones de la administración pública y de los particulares en cuanto tengan vinculación con el ambiente;
- h) La orientación, fomento y desarrollo de procesos educativos y culturales a fin de promover la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente;
- i) Establece que todos los proyectos de obras o actividades capaces de modificar, directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial, deberán obtener una declaración de impacto ambiental (D.I.A.), expedida por el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales o por las municipalidades de la provincia, quienes serán la autoridad de aplicación de la presente ley, según la categorización de los proyectos que establezca la reglamentación y de conformidad con el ANEXO I.

El Artículo 27 de la Ley N°5961, establece que, todos los proyectos de obras o actividades capaces de modificar, directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial, deberán obtener una **Declaración de Impacto Ambiental (D.I.A.)**, expedida por la Autoridad de Aplicación que corresponda (Provincial o Municipal), de acuerdo a lo establecido en el Anexo I de la mencionada Ley.

A los efectos de la obtención de la D.I.A, el Artículo 29 de la Ley Provincial N°5961, establece que se deberá realizar el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, integrado por las siguientes etapas:

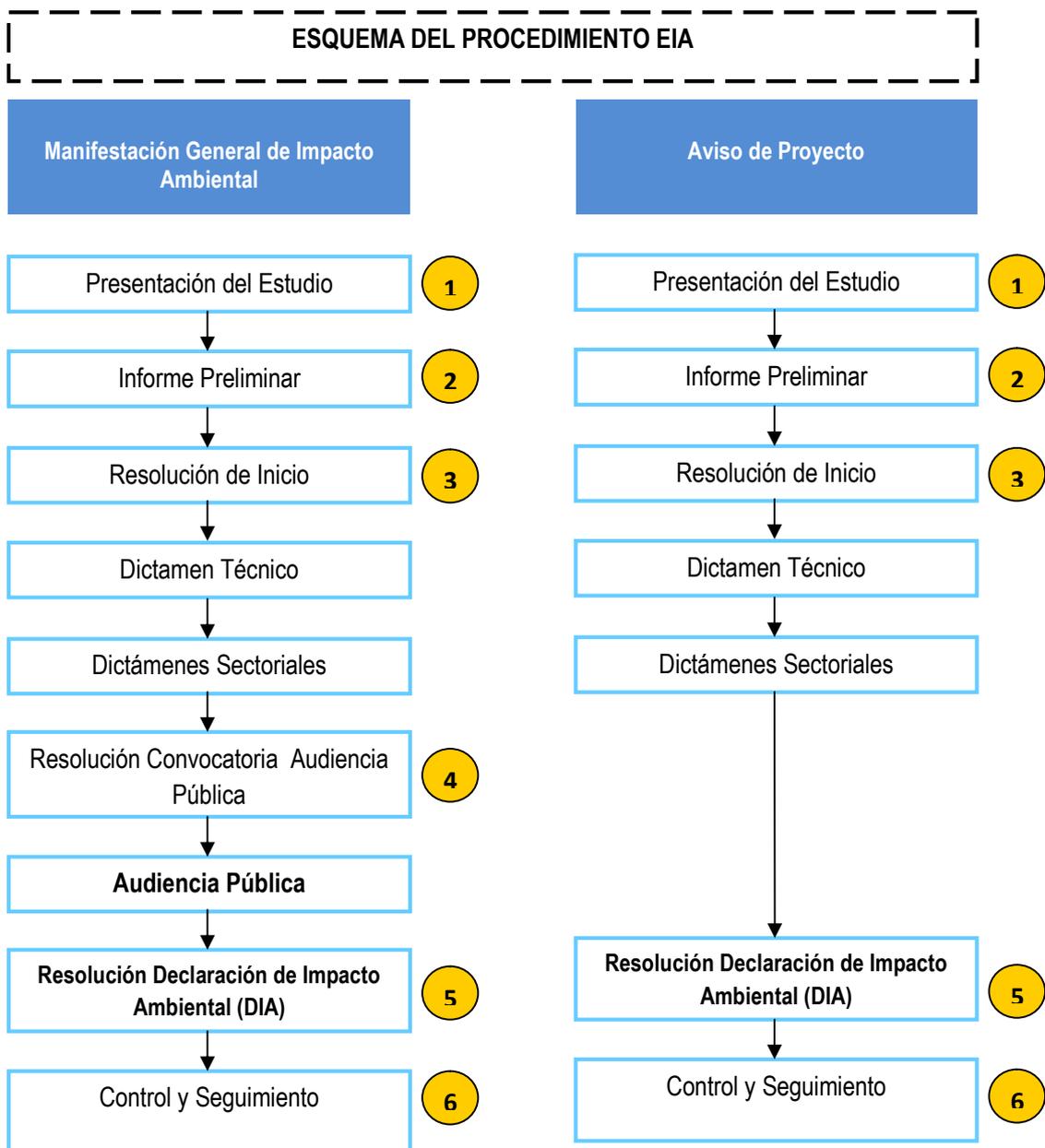
- a) La presentación de la Manifestación General de Impacto Ambiental y, en su caso, la manifestación específica de impacto ambiental;
- b) La Audiencia Pública de los interesados y afectados;
- c) El Dictamen Técnico;
- d) La Declaración de Impacto Ambiental.

Finalmente, en el Anexo I de la Ley, se establecen los proyectos a ser evaluados por la Autoridad Provincial y los que deberán contar con la evaluación de la Autoridad Municipal, según las temáticas de los mismos.

Por otra parte, el Decreto N°2109/94, en su Artículo 2º establece que la Manifestación General de Impacto Ambiental debe contener:

- 1) Datos personales, domicilio real y legal del solicitante responsable de la obra o actividad, como los del profesional encargado de la confección de la Manifestación General de Impacto Ambiental.
- 2) Descripción del proyecto y sus acciones. Examen de las alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.
- 3) Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.
- 4) Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como en sus alternativas.
- 5) Establecimiento de medidas correctoras y protectoras.
- 6) Programa de vigilancia ambiental.
- 7) Documento en síntesis.

El Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales de la Provincia, a través de la Unidad Provincial de Evaluaciones Ambientales, es la autoridad de aplicación de la Ley de Preservación del Ambiente, y es la responsable de evaluar las acciones y proyectos ejecutados por organismos del Estado y del sector privado para prevenir las consecuencias negativas que los mismos puedan producir, a través del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA), según lo establecido por la legislación ambiental vigente. En la **Figura 2** se puede observar el procedimiento administrativo del EIA.



- 1** Presentado ante el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales.
- 2** Categorización y Designación de Organismos para Dictámenes Técnico y Sectoriales.
- 3** En el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales.

- 4** Publicación en medios de prensa.
- 5** Con recomendaciones e instrucciones.
- 6** Del cumplimiento de las instrucciones.

Figura 2: Esquema del Procedimiento Administrativo de EIA

En virtud de lo expuesto precedentemente, y en cumplimiento de la legislación vigente, se desarrolla la presente Evaluación de Impacto Ambiental bajo la figura de “**Manifestación General de Impacto Ambiental – Centro Ambiental EL BORBOLLÓN – Departamento de Las Heras**”.

Dicha manifestación se presenta ante la Autoridad Provincial para su evaluación, en virtud de lo establecido en el Anexo I de la Ley N°5961, punto 14; ya que si bien la temática de los Residuos Sólidos Urbanos, es de incumbencia municipal, por abarcar en este caso, diferentes jurisdicciones territoriales (Departamentos integrantes de la Zona Metropolitana), resulta ser de incumbencia provincial.

2.2. DATOS GENERALES

2.2.1 Datos del Proponente

Razón Social: Ministerio de Trabajo, Justicia y Gobierno Provincia de Mendoza.

Domicilio real y legal: Av. Peltier 351-3ºPiso-Cuerpo Central-Ciudad (5500)-Argentina.

Teléfonos: 0261 - 4492172/74/76

e-mail: mingobierno@mendoza.gov.ar

2.2.2 Datos Responsables de la MGIA

Nombre: Marcela Dávila

Profesión: Arquitecta

Título expedido por: Universidad de Mendoza

Teléfono: 0261-4251506/261-5740030

e-mail: mdavila@mendoza.gov.ar

Ocupación: Área Gestión de Residuos Sólidos Urbanos - Unidad de Proyecto Críticos. Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales.

Actividad: Elaboración y Coordinación del presente documento.

Colaboraciones Estudio Ambiental

Nombre: Miriam Cumaodo

Profesión: Arquitecta

Ocupación: Coordinadora de Sistema de Información Ambiental (SIAT) – Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Mendoza (APOT)

Actividad: Revisión del documento, aportes en temáticas específicas y gestión de cartografía.

Nombre: Ariel Lázaro

Profesión: Técnico en Cartografía y Geógrafo profesional.

Ocupación: Profesional actuante en el Sistema de Información Ambiental (SIAT) – Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial (APOT).

Actividad: Revisión y aporte de cartografía en diversas temáticas.

Nombre: Mariano Tagua

Profesión: Técnico en Cartografía y Geógrafo profesional.

Ocupación: Profesional actuante en el Sistema de Información Ambiental (SIAT) – Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial (APOT).

Actividad: Revisión y aporte de cartografía en diversas temáticas.

Nombre: Rubén Villegas

Profesión: Técnico Superior.

Ocupación: Profesional actuante en el Sistema de Información Ambiental (SIAT) – Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial (APOT).

Actividad: Revisión y aporte de cartografía en diversas temáticas.

Colaboraciones Proyecto Ejecutivo

En la confección de los *Planos de Proyecto Ejecutivo*, colaboraron los profesionales de la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP), del Ministerio de Infraestructura del Gobierno de Mendoza:

Nombre: Matías Riquelme

Profesión: Arquitecto

Ocupación: Profesional actuante en la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP) – Ministerio de Infraestructura – Gobierno de Mendoza.

Actividad: Planos de Arquitectura.

Nombre: Cristina Aguerre

Profesión: Arquitecta

Ocupación: Profesional actuante en la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP) – Ministerio de Infraestructura – Gobierno de Mendoza.

Actividad: Planos de Arquitectura.

Nombre: Raquel Pellerman

Profesión: Arquitecta

Ocupación: Profesional actuante en la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP) – Ministerio de Infraestructura – Gobierno de Mendoza.

Actividad: Planos de Arquitectura.

Nombre: Felix Magaña

Profesión: Ingeniero

Ocupación: Profesional actuante en la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP) – Ministerio de Infraestructura – Gobierno de Mendoza.

Actividad: Planos de Estructura

Nombre: Marcelo Morelli

Profesión: Ingeniero

Ocupación: Profesional actuante en la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP) – Ministerio de Infraestructura – Gobierno de Mendoza.

Actividad: Planos de Estructura

Nombre: Ariel Bisso

Profesión: Maestro Mayor de Obras

Ocupación: Profesional actuante en la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP) – Ministerio de Infraestructura – Gobierno de Mendoza.

Actividad: Planos de Instalaciones Sanitarias

Nombre: Juan Carlos De Luca

Profesión: Técnico Electricista

Ocupación: Profesional actuante en la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP) – Ministerio de Infraestructura – Gobierno de Mendoza.

Actividad: Planos de Instalación Eléctrica

Nombre: Beatriz Vatiatta

Profesión: Ingeniera

Ocupación: Profesional actuante en la Dirección de Administración y Contratos de Obra Pública (DACOP) – Ministerio de Infraestructura – Gobierno de Mendoza.

Actividad: Planos de instalaciones de gas e instalaciones contra incendios.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Zona de Estudio

Este proyecto se circunscribe a dar solución a la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, para la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza. En la **Figura 3**, se presenta la localización de esta área en el contexto nacional y provincial.

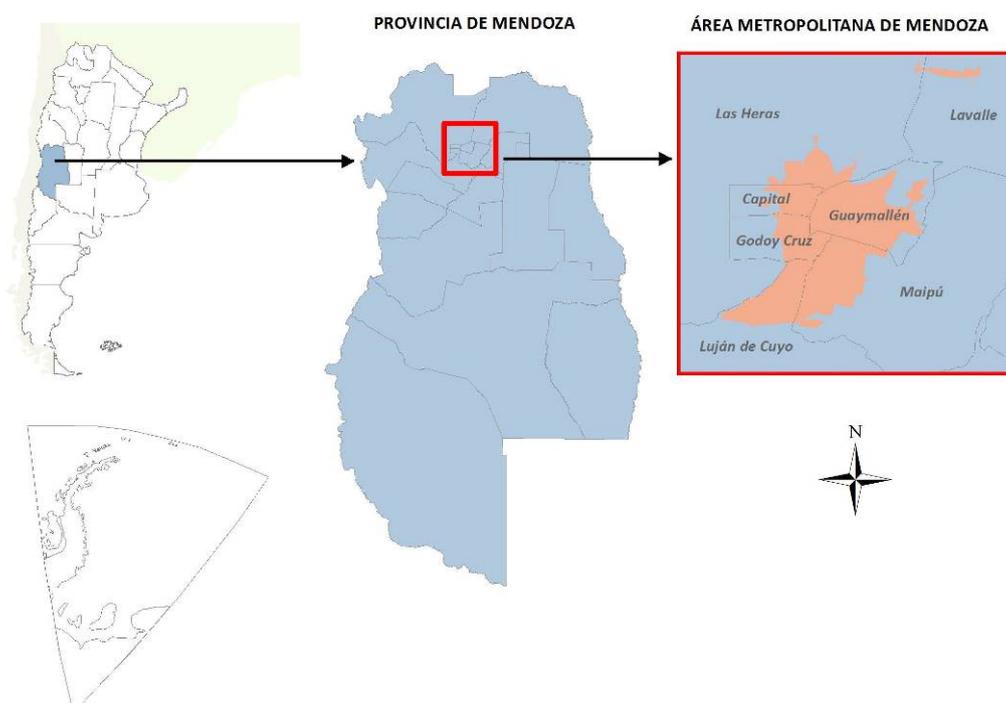


Figura 3: Ubicación del Área de Estudio

La **Provincia de Mendoza** se sitúa en la región cuyana, en el sector centro oeste de la República Argentina. Limita al norte con San Juan; al este, con San Luis y La Pampa; al sur, con La Pampa y Neuquén y, al oeste, con la República de Chile. Su territorio se encuentra entre los paralelos 31° 58' y 37° 33' de latitud sur y los meridianos 66° 30" y 70° 36'; de longitud oeste. Su superficie es de 148.827 km² de superficie (4% de la superficie total del país). Esta Provincia está integrada por dieciocho Departamentos, incluyendo su Ciudad Capital.

El clima mendocino es árido y continental. Las precipitaciones son escasas, por lo que en las principales ciudades se ha construido una red de riego urbano, a través de un sistema de acequias y canales, que cumplen a su vez una función de contención y desagüe aluvional. La época del año más lluviosa es el verano, con temperaturas medias por encima de los 25°C. El invierno es frío y seco, con temperaturas medias por debajo de los 8°C.

Las principales actividades económicas son la vitivinicultura y la explotación petrolera, que incluye extracción y refinación. Tienen relevancia también otros cultivos como son el olivo, frutas de carozo, vid y ajo.

Además Mendoza se ha convertido en las últimas décadas, en un destino turístico significativo dentro de Argentina. Una encuesta sobre el Turismo y caracterización del Turista en Mendoza realizado por la Dirección de Estadística e Investigaciones Económicas de la Provincia, revela que el turismo internacional es el que presenta mayor importancia relativa.

El mayor caudal proviene del país vecino de Chile. Los turistas argentinos representan en promedio el 36 % y son en su mayoría provenientes de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. Los turistas del resto del mundo adquieren mayor importancia relativa durante el verano atraídos por deportes extremos. En el caso de los argentinos los principales motivos de visita a la provincia son: Turismo (65 %); eventos y congresos (14 %) y visita a familiares y amigos (12%).

La **Zona Metropolitana** de la Provincia de Mendoza, esté integrada por los Departamentos de Capital, Guaymallén, Godoy Cruz, Las Heras, Maipú, Lavalle y Luján de Cuyo. Esta región constituye un importante centro de atracción turística y universitaria.

En cuanto al perfil socioeconómico de la zona de estudio, el 50% de la población, pertenece a la clase media y un 11,3% se encuentra en situación de necesidades básicas insatisfechas, según datos del IDEC.

La Zona Metropolitana posee alta cobertura de red cloacal y agua, encontrándose los porcentajes de cobertura más altos en la Ciudad de Mendoza. La red vial está atravesada por dos Rutas Provinciales: RNNº40 que recorre la provincia del Norte a Sur, vinculando a todos los departamentos del área, y RNNº7 con eje Este-Oeste, que vincula la zona de estudio con la zona este de la Provincia.

En el año 2010 contaba con una población de 1.123.371 habitantes, que actualizados a 2014 son aproximadamente 1.139.548. En la siguiente tabla se indican los datos de población por departamento según Censo 2010 y proyección 2014, con discriminación de población urbana y rural (Datos Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas de la Provincia de Mendoza).

TABLA 1: Datos de Población Zona Metropolitana – Provincia de Mendoza

Departamento	Pob. 2010	% Población **			Var. Interc.	Crecim. Anual	Población 2014*		
	Total	Urbana	Rural	Rural Disp.			Total	Urbana	Rural
CAPITAL	115.041	99,87%	0,00%	0,13%	3,6	0,4	116.698	116.546	152
GODOY CRUZ	191.903	99,69%	0,00%	0,31%	4,9	0,5	194.666	194.063	603
GUAYMALLÉN	283.803	93,17%	0,74%	6,09%	12,9	1,3	287.890	268.227	19.663
LUJÁN	119.888	81,62%	0,81%	15,45%	14,8	1,5	121.614	99.262	19.774
LAS HERAS	203.666	94,70%	0,81%	4,49%	11,3	1,1	206.599	195.649	10.950
MAIPÚ	172.332	74,75%	2,38%	22,88%	12,2	1,2	174.814	130.673	44.158
LAVALLE	36.738	29,09%	13,10%	57,82%	14,3	1,4	37.267	10.841	26.430
SUBTOTAL AM	1.123.371	89,09%	10,68%	-	10,6	1,1	1.139.548	1.015.261	121.730

FUENTE: Censo INDEC 2010

* Población proyectada según método Relación/Tendencia

** Fuente: Dirección de Estadísticas de Estadísticas e Investigación Económica de la Provincia, sobre datos Censo INDEC 2010

3.2 Naturaleza del Proyecto

La presente Evaluación Ambiental, se lleva a cabo sobre el **Proyecto de Construcción y Operación del Centro Ambiental “El Borbollón” – Departamento de Las Heras – Provincia de Mendoza**, a ser financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y que se ejecutará a través del Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales.

Este proyecto se inserta dentro del Proyecto para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza.

3.2.1 Generación de residuos

La cantidad de los residuos sólidos urbanos a gestionar en el Centro Ambiental El Borbollón, se calculó en función de la población proyectada para la Zona de Estudios (población estable más población turística o flotante), y para el período (2010-2035).

Para esto, en primer lugar se realizó el cálculo de la PPC (producción per cápita) para la región y para cada Municipio. Para este cálculo se tomaron valores referenciales de este indicador en sitios de similares características poblacionales, los cuales se pueden observar en la **Tabla 2**.

TABLA 2: PPC según nivel socioeconómico y uso del suelo

Uso del Suelo	Nivel Socioeconómico	PPC (kg/hab/día)
Residencial / Residencial Comercial	Alto (A)	0,995
Residencial	Medio (M)	0,710
Residencial	Bajo (B)	0,548

FUENTE: Estudio Zona Metropolitana – IATASA 2009

Luego, y teniendo en cuenta la estratificación social por Departamento y los porcentajes genéricos de composición de la masa total de residuos sólidos urbanos: 1) residuos domiciliarios (60%), 2) residuos de poda y limpieza (15%), y 3) otros residuos (25%); se calculó el PPC por Departamento y el total para la Zona Metropolitana.

Para la población flotante o turística, se adoptó una producción per cápita de 0,750 kg/hab/día, que es el valor promedio de PPC correspondiente a la fracción domiciliaria de los residuos para la Zona Metropolitana.

En función de estos valores y la población proyectada, se calculó la generación de RSU para el período (2010-2035), en valores de Toneladas/día.

TABLA 3: Proyección Anual Población Estable más Flotante (2010-2035)
Zona Metropolitana de Mendoza – Resultado por año

Año	Población Estable	% Población Turística	Población Turística	TOTAL
	Proyección	Estimación		Anual
2010(1)	1.123.371	2,16%	24.234	1.147.605
2011	1.135.090	2,45%	27.786	1.162.876
2012	1.146.809	2,54%	29.178	1.175.987
2013	1.156.952	2,63%	30.380	1.187.332
2014	1.168.146	2,72%	31.812	1.199.958
2015	1.177.074	2,84%	33.482	1.210.556
2016	1.187.815	2,94%	34.971	1.222.786
2017	1.198.555	3,04%	36.462	1.235.017
2018	1.223.751	3,14%	38.410	1.262.161
2019	1.226.306	3,23%	39.656	1.265.962
2020	1.227.534	3,33%	40.845	1.268.379
2021	1.237.950	3,42%	42.334	1.280.284
2022	1.248.366	3,51%	43.824	1.292.190
2023	1.258.783	3,60%	45.317	1.304.100
2024	1.271.338	3,69%	46.890	1.318.228
2025	1.274.911	3,78%	48.129	1.323.040



Año	Población Estable	% Población Turística	Población Turística	TOTAL
	Proyección	Estimación		Anual
2026	1.285.013	3,86%	49.631	1.334.644
2027	1.295.471	3,95%	51.149	1.346.620
2028	1.305.596	4,03%	52.656	1.358.252
2029	1.315.720	4,12%	54.166	1.369.886
2030	1.322.119	4,20%	55.521	1.377.640
2031	1.332.057	4,28%	57.011	1.389.068
2032	1.341.994	4,27%	57.331	1.399.325
2033	1.351.932	4,44%	59.994	1.411.926
2034	1.361.869	4,51%	61.487	1.423.356
2035	1.371.806	4,59%	62.982	1.434.788

(1) Censo Nacional de Población 2010 (INDEC)

Fuente: Elaboración propia según datos Ministerio de Turismo

TABLA 4: Generación de RSU – Zona Metropolitana

Año	Población Servida Estable	PPC	Población Flotante	PPC (flotante)	Total residuos (tn/día)
2010	1.000.848	1,18	24.234	0,75	1.199
2014	1.003.130	1,18	31.812	0,75	1.208
2015	1.182.749	1,18	33.482	0,75	1.421
2016	1.194.625	1,18	34.971	0,75	1.436
2017	1.206.500	1,18	36.462	0,75	1.451
2018	1.218.376	1,18	38.410	0,75	1.466
2019	1.230.252	1,18	39.656	0,75	1.481
2020	1.242.127	1,18	40.845	0,75	1.496
2021	1.254.003	1,18	42.334	0,75	1.511
2022	1.265.879	1,18	43.824	0,75	1.527
2023	1.277.754	1,18	45.317	0,75	1.542
2024	1.289.630	1,18	46.890	0,75	1.557
2025	1.301.506	1,18	48.129	0,75	1.572
2026	1.313.381	1,18	49.631	0,75	1.587
2027	1.325.257	1,18	51.149	0,75	1.602
2028	1.337.132	1,18	52.656	0,75	1.617
2029	1.349.008	1,18	54.166	0,75	1.632
2030	1.360.884	1,18	55.521	0,75	1.647
2031	1.372.759	1,18	57.011	0,75	1.663
2032	1.384.635	1,18	57.331	0,75	1.677
2033	1.396.511	1,18	59.994	0,75	1.693



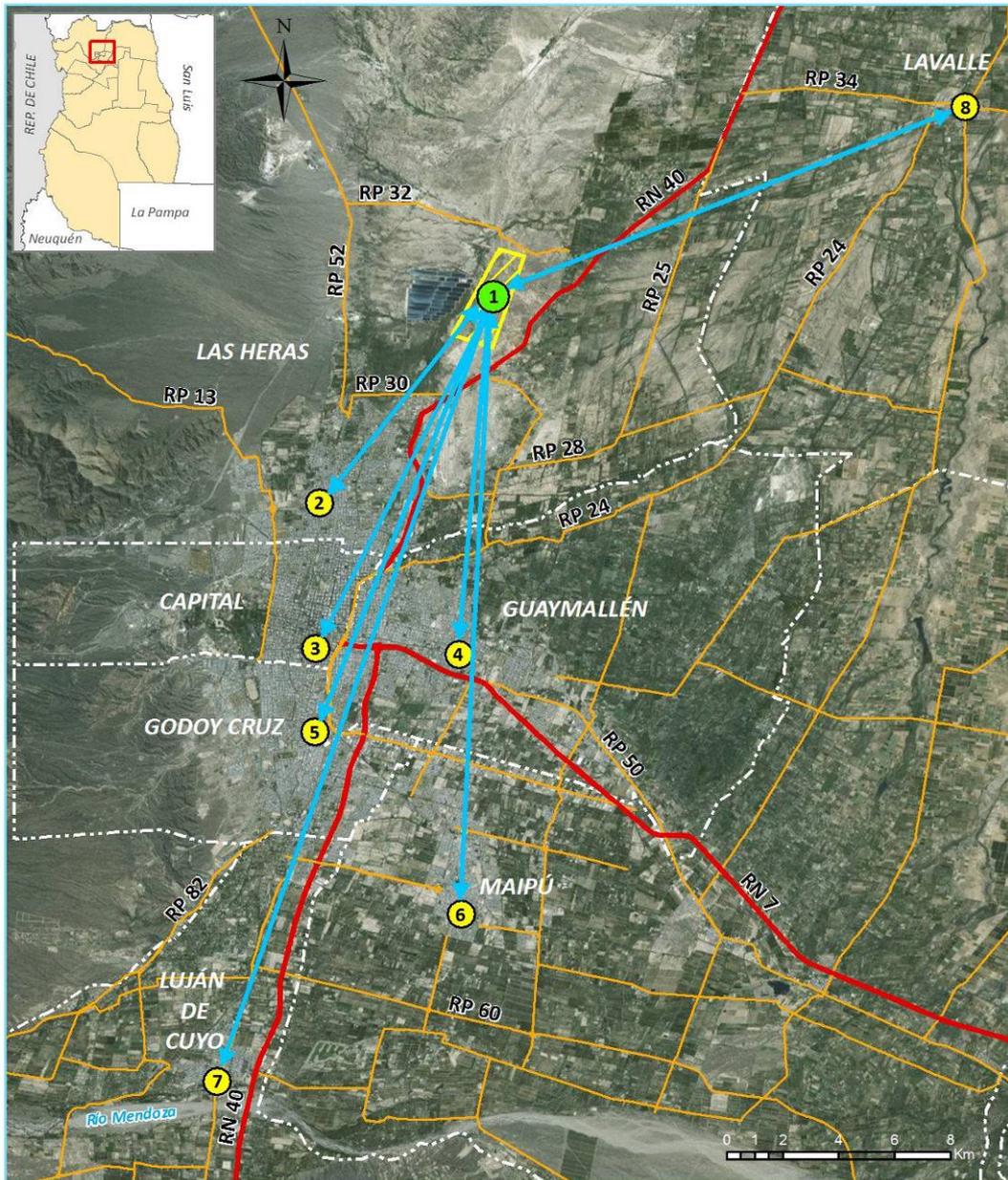
Año	Población Servida Estable	PPC	Población Flotante	PPC (flotante)	Total residuos (tn/día)
2034	1.408.386	1,18	61.487	0,75	1.708
2035	1.420.262	1,18	62.982	0,75	1.723

FUENTE: Elaboración propia

3.2.2 Descripción del proyecto

El Centro Ambiental El Borbollón se emplazará en un predio de propiedad fiscal de **428,47 hectáreas**, ubicado en el Departamento de Las Heras, Distrito Capdevila, cuya identificación catastral es Lote 03-01-88-2300-730179. Este terreno posee las condiciones necesarias para la instalación de un Relleno Sanitario y Planta de Separación, según los estudios geológicos e hidrogeológicos realizados, y posee como principales ventajas, el hecho de encontrarse en una zona destinada a usos industriales (según Ordenanza N° 104/88 de Usos del Suelo del Municipio de Las Heras).

Al predio se accede a través de la Ruta Nacional N° 40, y existe la disponibilidad del servicio eléctrico sobre esta ruta. Se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 10 Km del centro urbano más cercano que es el conglomerado urbano del Departamento de Las Heras. Se agrega un cuadro indicando las distancias desde el predio hasta cada uno de los centros urbanos de los Municipios de la Zona de Estudio.



1 Terreno Centro Ambiental

2 Cabecera Departamental

- 2 Las Heras
- 3 Capital
- 4 Guaymallén
- 5 Godoy Cruz
- 6 Maipú
- 7 Luján de Cuyo
- 8 Lavalle

- Limite Departamental
- Ruta Nacional
- Ruta Provincial

Distancias al Terreno	Puntos Cabeceras	Distancia lineal (km)	Distancia por ruta (km)
	1 - 2	9,5	13,4
	1 - 3	14	17,7
	1 - 4	12,7	20,9
	1 - 5	17	19,7
	1 - 6	22	31,4
	1 - 7	30	34,5
	1 - 8	18	26,8

Elaboración cartográfica: SLAT

Figura 4: Localización del Centro Ambiental respecto a zonas urbanas

TABLA 5: Distancias de Departamentos al Centro Ambiental²

Zonas Urbanas Departamentales	Distancia al Centro Ambiental	
	Distancia Directa (km)	Distancia por Ruta (km)
CAPITAL	14,00	17,70
GODOY CRUZ	17,00	19,70
GUAYMALLÉN	12,70	20,90
LUJÁN DE CUYO	30,00	34,50
LAS HERAS	9,50	13,40
MAIPÚ	22,00	31,40
LAVALLE	18,00	26,80

FUENTE: Elaboración propia

Algunos de los actuales predios de disposición final de RSU se encuentran en malas condiciones sanitarias, con quema de residuos, alto impacto visual por la voladura de los materiales livianos en la zona periférica a cada basural y situaciones extremas para las personas que allí realizan trabajo informal. No se controla el ingreso de las aguas de lluvia, ni de las aguas de escorrentía superficial, ni de lixiviados. Tampoco disponen de sistema de venteo de biogás, por lo que los gases migran sin control. Su estado y operatoria lo ubican en la clasificación de “basural a cielo abierto”. Estos sitios se encuentran con condiciones tales que requieren del inmediato cese del ingreso de RSU, y la posterior clausura y remediación del sitio.

A continuación se agrega un cuadro de resumen de la actual situación de disposición final de residuos en la Zona Metropolitana, según datos aportados por los Municipios, y de acuerdo a los cálculos de generación realizados para el **Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza.**

TABLA 6: Características de la Disposición Final en Zona Metropolitana

Municipios	Tipo de Disposición		Sitio de disposición
	Controlada (%)	Basural a cielo abierto	
CAPITAL	100%	0%	Vertedero Controlado de Las Heras.
GODOY CRUZ	22%	78%	Vertedero Controlado de Las Heras. Basural a cielo abierto de Campo Papa (Godoy Cruz)
GUAYMALLÉN	18%	82%	Vertedero Controlado de Las Heras. Basural a cielo abierto de Puente

² Distancias Calculadas en el Sistema de Información Ambiental (SIAT)



Municipios	Tipo de Disposición		Sitio de disposición
	Controlada (%)	Basural a cielo abierto	
			de Hierro (Guaymallén).
LUJÁN DE CUYO	0%	100%	Basural a cielo abierto de Campo Cacheuta (Luján). Basural a cielo abierto de Chacras de Coria (Luján)
LAS HERAS	100%	0%	Vertedero Controlado de Las Heras.
MAIPÚ	36%	64%	Vertedero Controlado de Las Heras. Planta de Separación de Maipú.
LAVALLE	100%	0%	Vertedero Controlado de Las Heras.

FUENTE: *Elaboración propia*

De los valores expuestos precedentemente se concluye que, de la totalidad de los residuos que se generan en el Área de Estudio sólo en 46% tienen disposición controlada, el resto se dispone en forma incontrolada en Basurales a Cielo Abierto (dato que surge de la generación total de RSU por departamento y los porcentajes expuestos precedentemente)³.

De la caracterización de los basurales existentes en la región, surgieron tres con características de Macro-basurales, que son: 1) Basural Campo Papa en Godoy Cruz, 2) Basural Puente de Hierro en Guaymallén, y 3) Basural Campo Cacheuta en Luján de Cuyo, cuya remediación también se realizará, en una segunda etapa y cuando el Centro Ambiental El Borbollón se encuentre en funcionamiento. A la remediación de estos tres basurales, se sumará también la remediación del Basural de Uspallata, ubicado en el Departamento de Las Heras, que si bien no tiene características de “macrobasural”, su prioridad está dada por ser un sitio ubicado dentro de los circuitos turísticos de Alta Montaña.

La construcción del nuevo Centro Ambiental, facilitará las tareas de cierre de los vertederos actuales y posibilitará su saneamiento.

El predio donde se construirá el Centro Ambiental El Borbollón está dimensionado para una disposición y tratamiento aproximado de 38.000 toneladas mensuales, según cálculo realizado para el año promedio de diseño. Los residuos provendrán de los Municipios de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú, durante un máximo de cinco años para el primer módulo y un horizonte previsto de veinte años con la construcción de los restantes tres módulos proyectados.

³ Datos de generación y tipo de disposición de residuos por cada Departamento tomados del desarrollo realizado en el *Informe 1: Estudio de Diagnóstico – Proyecto GRSU Zona Metropolitana de Mendoza*, presentado por el Ministerio de Tierras, Ambiente y Desarrollo Sustentable ante la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.

Con el trabajo de concientización programado se prevé la disminución del volumen inicialmente estimado, por lo que oportunamente se deberá ajustar el proyecto de los módulos subsiguientes.

Para evitar la percolación de los líquidos lixiviados generados por el nuevo relleno hacia capas inferiores del suelo o hacia terrenos linderos, o napas de aguas subterráneas, se proyectaron los módulos del relleno con la instalación de una doble barrera de impermeabilización, una natural (30 cm de suelo bentonítico compactado) y sobre ésta, otra artificial (geomembrana impermeable).

El objetivo de este Proyecto es crear un nuevo sitio de disposición final de residuos urbanos domiciliarios que permita el cierre de los actuales predios de disposición final de los centros urbanos involucrados, a través de la adecuada disposición de sus residuos.

El nuevo relleno se realizará de conformidad a las normas y recomendaciones del Banco Interamericano de Desarrollo para la disposición final. Por lo tanto la meta principal es cesar a la brevedad posible la disposición de residuos en los basurales a cielo abierto existentes, contando con un sitio de disposición final de RSU controlado en cuanto a sus aspectos operativos, técnicos y ambientales; recibiendo los residuos generados por todos los Municipios que integran el Área de Estudio, con un horizonte mínimo de cinco años para el primer módulo.

La Planta de Separación a construirse, está dimensionada para una clasificación de 100 a 150 toneladas diarias, provenientes de los sectores dentro de la zona metropolitana donde ya se realice separación en origen (sectores comerciales e industriales). A los cuales se irán sumando otros sectores una vez que se implementen las correspondientes campañas de información a la comunidad para la separación en domicilio.

A tal efecto, la Planta se podrá operar en dos turnos y las instalaciones de la misma se realizarán previendo la colocación de otra línea de separación en el futuro.

El objetivo de la planta de separación a construir para el tratamiento de los RSU de la zona metropolitana de Mendoza, es generar un nuevo espacio previo a la disposición final de los residuos, con el objeto de valorizar las fracciones reciclables de los RSU y la disminuir del material destinado a la disposición final, favoreciendo así la vida útil del relleno sanitario. Asimismo, la planta generará trabajo, mejorando la calidad laboral de los trabajadores informales que ingresen a trabajar al Centro Ambiental.

Al construirse la infraestructura prevista, se producirá una mejora ambiental sustancial dentro de la zona de influencia de esta actividad, ya que en lo sucesivo se controlarán los factores de afectación ambiental que actualmente impactan en

las zonas de basurales a cielo abierto, implementándose una verdadera Gestión Integral de RSU.

La inversión requerida para la construcción de las obras previstas en la primera etapa es de aproximadamente \$ 220.000.000.

3.3 Área de Influencia del Proyecto

El área de influencia de un proyecto, se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generará el proyecto.

En el desarrollo de los estudios ambientales, se deberá identificar y delimitar claramente el área de influencia. Esta delimitación se hace con base en una identificación previa de los probables impactos (positivos y negativos) y riesgos que pueda generar el proyecto en las etapas de construcción o implementación, operación y desmantelamiento o abandono.

Al delimitar esta área, se debe analizar la intensidad de los efectos producidos y si su afectación es directa o indirecta. De ahí surgen dos términos importantes en la elaboración de los estudios ambientales que son: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII).

En función de estos conceptos se definieron: 1) Área de Proyecto (AP), 2) Área de Influencia Directa (AID), y 3) Área de Influencia Indirecta (AII).

3.3.1 Área de Proyecto

Se considera Área de Proyecto a la superficie correspondiente a la totalidad del terreno sobre el cual se implantará el proyecto, y que tiene 428,47 hectáreas.

3.3.2 Área de Influencia Directa (AID)

Se define el Área de Influencia Directa como el área donde puntualmente sucederán los impactos.

Esta área se definió como el área puntual en donde se desarrolla el proyecto, es decir el terreno de implantación, y un área alrededor del mismo que varía entre 1.000 metros, hacia el sur y sureste y 2.500 metros hacia el norte y noroeste alrededor del terreno. Esta área perimetral incluye un sector de las piletas de tratamiento de líquidos cloacales de Campo Espejo, el actual Vertedero Controlado de Residuos de Las Heras e instalaciones industriales y una parte del sector aéreo del Aeropuerto El Plumerillo.

Los límites de esta zona se establecieron teniendo en cuenta los alcances e intensidad de los impactos que la afectarán, y tienen que ver con la posible afectación de factores físicos como aire, agua (superficial y subterránea) y suelo; factores bióticos como vegetación natural y fauna del lugar; y factores socioeconómicos como el valor de la tierra y el desarrollo de nuevas actividades económicas. El condicionante específico para la determinación de los límites, fue la

distancia de la pluma de posibles emisiones, que teniendo en cuenta el viento de orientación SE, hace que hacia el norte se extiendan más los límites. En la Figura 5 se puede observar la extensión del Área de Influencia Directa.

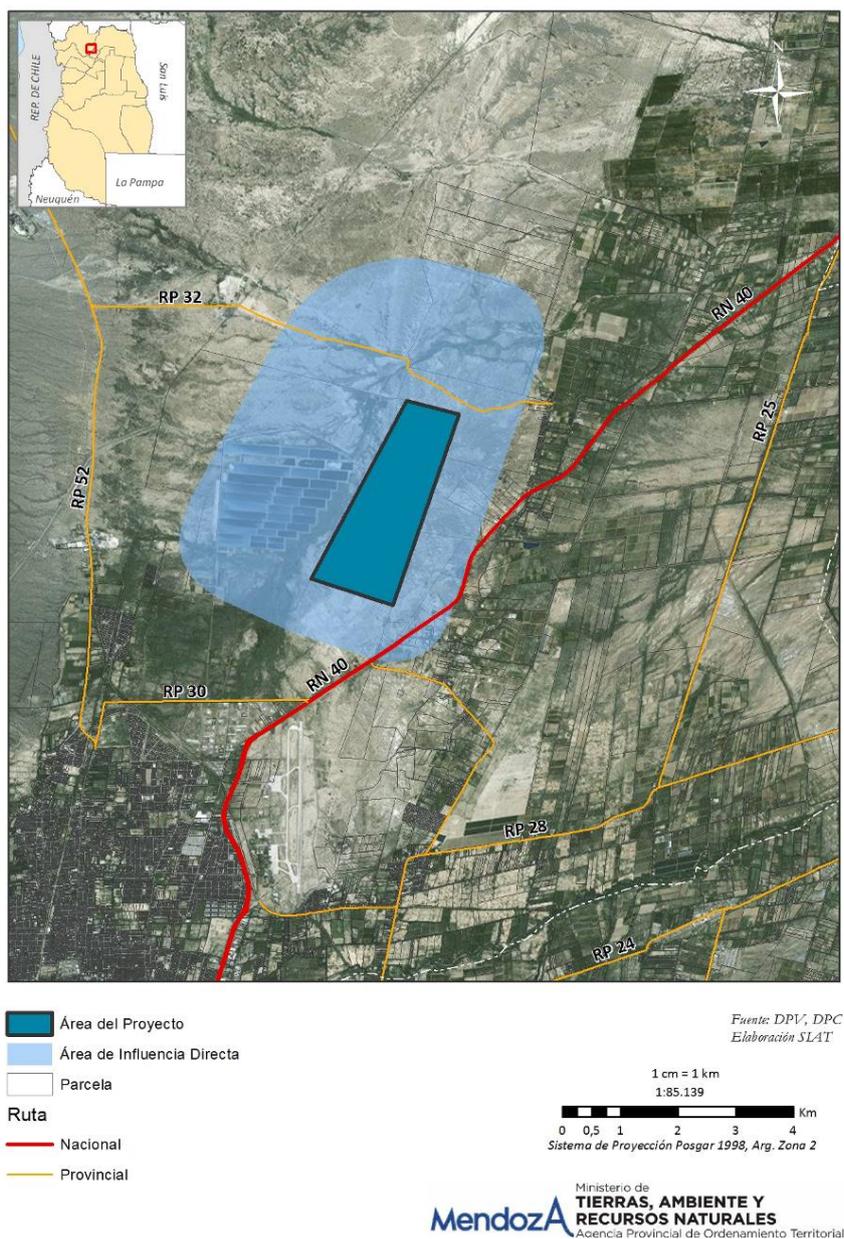


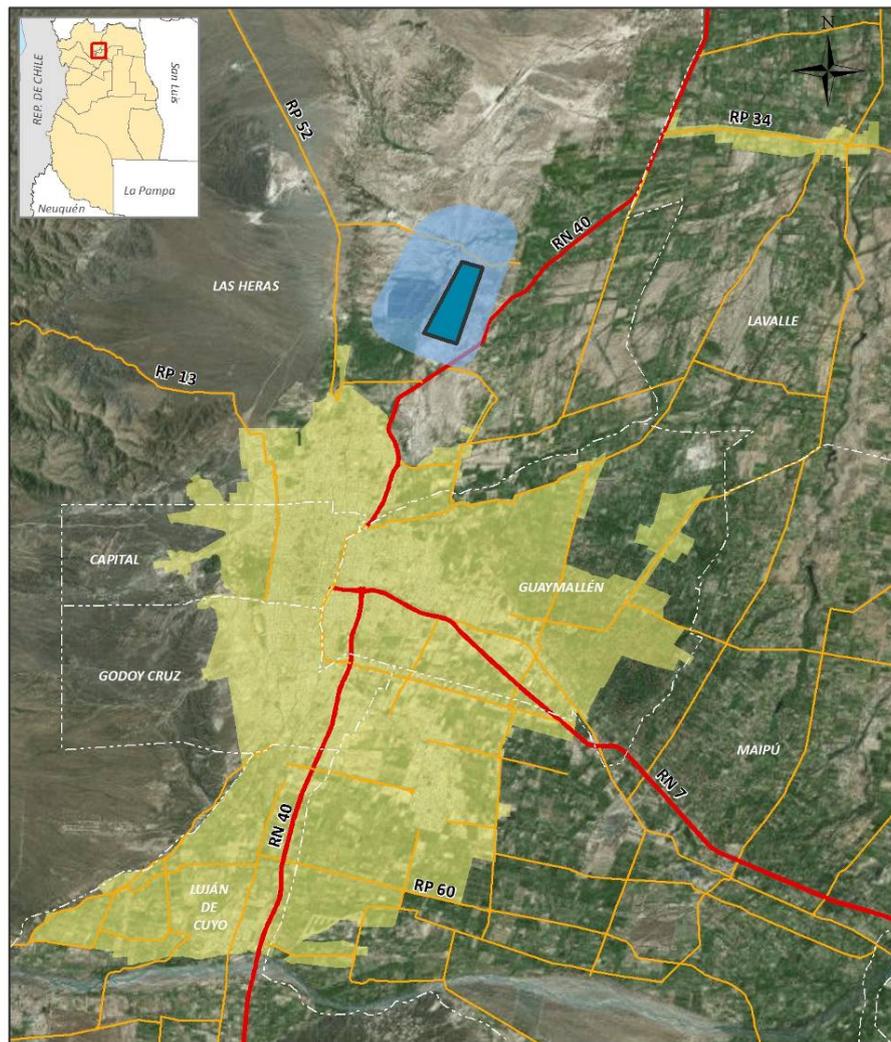
Figura 5: Área de Influencia Directa del proyecto

3.3.3 Área de Influencia Indirecta (AII)

Esta área se define como la zona hasta donde llegarán los efectos ambientales producidos por el impacto. Generalmente, se define en el contexto regional.

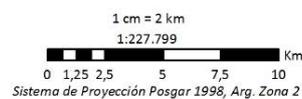
Para el presente proyecto esta área se definió como las zonas urbanas de los Departamentos que conforman la Zona Metropolitana de Mendoza, que se considera que se verá impactada positivamente por la obra a construir que implicará una gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generan, lo cual también irá acompañado del cese de la disposición incontrolada de residuos y la futura remediación de los pasivos actuales.

En la **Figura 6** Se pueden visualizar las áreas de influencia directa e indirecta descriptas, sus vinculaciones y límites departamentales.



- Área del Proyecto
- Área de Influencia Directa
- Área de Influencia Indirecta
- Ruta
- Nacional
- Provincial

Fuente: DPV, DPC
Elaboración SLAT



Ministerio de
**Mendoza TIERRAS, AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES**
Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial

Figura 6: Áreas de Influencia Directa e Indirecta del Proyecto

3.4 Marco legal e institucional del proyecto

La gestión de residuos sólidos urbanos es de competencia municipal, según lo establece la Constitución Provincial y la Ley Orgánica de Municipalidades N°1078, en virtud de ello, la regulación de la temática surge de las distintas ordenanzas dictadas por los Municipios de la Provincia, que además gozan de plena autonomía.

Además, existe la Ley Provincial N° 5970 de RSU, que establece las obligaciones de los Municipios y de la autoridad provincial con relación a la gestión de los residuos sólidos urbanos en el territorio provincial.

Por otra parte, a nivel nacional, en el año 2004 se sanciona la Ley N° 25.916 que establece los presupuestos mínimos para la gestión de los residuos domiciliarios, y a la cual deberán adaptarse las distintas provincias argentinas. A su vez, y fundándose en los principios establecidos en esta ley, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación, elaboró la *Estrategia Nacional para la Gestión Integral de RSU (ENGIRSU)*, que plantea las soluciones tendientes a la implementación de una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos en todo el país; interpretando a la Gestión Integral como el conjunto de actividades interdependientes y complementarias que conforman un proceso para el manejo de los residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. Sus etapas comprenden: Generación, Higiene Urbana, Recolección, Transferencia, Transporte, Tratamiento y Disposición Final.

3.4.1 Aspectos Legales

3.4.1.1 Constitución Nacional

Artículo 41: Este artículo establece que todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. Asimismo, se determina que las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural, cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

3.4.1.2 Legislación Nacional

En la siguiente tabla, se presenta un detalle de la legislación nacional específica, relacionada con la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, así como las normas conexas que son de aplicación en este caso:



TABLA 7: Legislación Nacional aplicable

RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN NACIONAL	
Legislación	Descripción
Residuos Sólidos Domésticos	
<p>Ley 25.916 y Dec. 1158/04</p>	<p><i>Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.</i></p> <p><i>Se define como gestión integral de residuos domiciliarios al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que conforman un proceso de acciones para el manejo de residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población.</i></p> <p><i>Establece como objetivos, lograr un adecuado y racional manejo de los residuos domiciliarios mediante su gestión integral, a fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población; promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados; minimizar los impactos negativos que estos residuos puedan producir sobre el ambiente; y lograr la minimización de los residuos con destino a disposición final.</i></p> <p><i>Establece la necesidad de aprobación de una Evaluación de Impacto Ambiental para la habilitación de estos centros de tratamiento y disposición final, así como la ejecución de un Plan de Monitoreo de las principales variables ambientales durante las fases de operación, clausura y post-clausura.</i></p> <p><i>Determina que los centros de disposición final deberán ubicarse en sitios suficientemente alejados de áreas urbanas y su emplazamiento deberá determinarse considerando la planificación territorial, el uso del suelo y la expansión urbana durante un lapso que incluya el período de post-clausura.</i></p> <p><i>Asimismo, no podrán establecerse dentro de áreas protegidas o sitios que contengan elementos significativos del patrimonio natural y cultural. Los centros de disposición final deberán ubicarse en sitios que no sean inundables. De no ser ello posible, deberán diseñarse de modo tal de evitar su inundación.</i></p> <p><i>Establece como organismo de coordinación interjurisdiccional para el cumplimiento del Pacto Federal Ambiental y en procura de cooperar con el cumplimiento de los objetivos de la presente ley, al Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA). Establece infracciones y sanciones.</i></p> <p><i>Se establece un plazo de 10 años, a partir de la entrada en vigencia de la presente ley, para la adecuación de las distintas jurisdicciones a las disposiciones establecidas en esta ley respecto de la disposición final de residuos domiciliarios. Transcurrido ese plazo, queda prohibida en todo el territorio nacional la disposición final de residuos domiciliarios que no cumpla con dichas disposiciones.</i></p> <p><i>Se establece un plazo de 15 años, a partir de la entrada en vigencia de la presente ley, para la adecuación de las distintas jurisdicciones al conjunto de disposiciones establecidas en esta ley. Transcurrido ese plazo, queda prohibida en todo el territorio nacional la gestión de residuos domiciliarios que no cumpla con</i></p>



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN NACIONAL

Legislación

Descripción

dichas disposiciones.

Residuos Industriales

Ley 25.612

Se establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional, y sean derivados de procesos industriales o de actividades de servicios.

Se define como residuo industrial a cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado directa o indirectamente con la actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes, del cual su poseedor productor o generador no pueda utilizarlo, se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo.

Quedan excluidos del régimen de la presente Ley los residuos biopatogénicos; los residuos domiciliarios; los residuos radiactivos; y los residuos derivados de las operaciones normales de los buques y aeronaves.

Se establece la prohibición de la importación, introducción y transporte de todo tipo de residuos, provenientes de otros países al territorio nacional, y sus espacios aéreo y marítimo; con excepción de aquellos residuos que por reglamentación sean incluidos, previamente, en una lista positiva, aprobados por la autoridad de aplicación y que los interesados demuestren, en forma fehaciente, que serán utilizados como insumos de procesos industriales.

Asimismo, cabe la excepción para el tránsito de residuos previsto en convenios internacionales.

Se determina que la responsabilidad del tratamiento adecuado y la disposición final de los residuos industriales es del generador. Estos deberán instrumentar las medidas necesarias para:

- *Minimizar la generación de residuos que producen, adoptando programas progresivos de adecuación tecnológica de los procesos industriales, que prioricen la disminución, el reuso, el reciclado o la valorización, conforme lo establezca la reglamentación.*
- *Separar en forma apropiada los residuos incompatibles entre sí, evitando el contacto de los mismos en todas las etapas de la gestión.*
- *Envasar los residuos industriales, cuando las medidas de higiene y seguridad ambiental lo exijan, identificar los recipientes y su contenido, fecharlos y no mezclarlos, conforme lo establezca la reglamentación.*
- *Tratar adecuadamente y disponer en forma definitiva los residuos industriales generados por su propia actividad in situ con el fin de lograr la reducción o eliminación de sus características de peligrosidad, nocividad o toxicidad; de no ser posible, deberá hacerlo en plantas de tratamiento o disposición final que presten servicios a terceros debidamente habilitadas, todo ello, conforme lo establezca la reglamentación y las leyes complementarias de la*



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN NACIONAL

Legislación	Descripción
	<p><i>presente. El transporte se efectuará mediante transportistas autorizados.</i></p> <p><i>Se deberán mantener y actualizar los registros que correspondan, en el que deberán inscribirse todas las personas físicas o jurídicas responsables de la generación, manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos industriales.</i></p> <p><i>Se establece la necesidad de utilización de un manifiesto en donde se documente la naturaleza y cantidad de residuos, su origen y transferencia del generador al transportista, y de éste a la planta de tratamiento o disposición final, así como los procesos de tratamiento o eliminación a los que fueren sometidos, y cualquier otra operación que respecto de los mismos se realizare. Este instrumento tendrá carácter de declaración jurada.</i></p> <p><i>La autoridad de aplicación nacional determinará las obligaciones a las que deberán ajustarse los transportistas de residuos industriales y de actividades de servicio. Cuando el transporte de los residuos tenga que realizarse fuera de los límites provinciales, deberá existir convenio previo entre las jurisdicciones intervinientes, y por el cual, se establezcan las condiciones y características del mismo, conforme lo prevean las normas de las partes intervinientes.</i></p> <p><i>Todo transportista de residuos es responsable, en calidad de guardián de los mismos, de todo daño producido, durante el transporte desde los lugares de generación hasta los lugares autorizados de almacenamiento, tratamiento o disposición final.</i></p> <p><i>Se denomina planta de tratamiento a aquellos sitios en los que se modifican las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier tipo de residuo industrial y de actividades de servicio, de modo tal, que se eliminen o reduzcan sus propiedades nocivas, peligrosas o tóxicas, o se recupere energía y recursos materiales, o se obtenga un residuo de niveles de riesgo menor, o se lo haga susceptible de recuperación o valorización, o más seguro para su transporte o disposición final, bajo normas de higiene y seguridad ambientales que no pongan en riesgo ni afecten la calidad de vida de la población, en forma significativa.</i></p> <p><i>Se denomina planta de disposición final a los sitios especialmente construidos para el depósito permanente de residuos industriales y de actividades de servicio, que reúnan condiciones tales que se garantice la inalterabilidad de la cantidad y calidad de los recursos naturales, bajo normas de higiene y seguridad ambientales que no pongan en riesgo ni afecten la calidad de vida de la población, en forma significativa.</i></p> <p><i>Por razones excepcionales y debidamente fundadas, se podrán autorizar plantas de almacenamiento, para el depósito transitorio de residuos, bajo normas de higiene y seguridad ambientales que no pongan en riesgo o afecten la calidad de vida de la población. Los criterios de transitoriedad y los plazos de almacenamiento serán determinados por</i></p>



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN NACIONAL

Legislación	Descripción
	<p><i>las autoridades correspondientes, en base a fundamentos técnicos y según sean las características ambientales del sitio de emplazamiento, su entorno y los niveles de riesgo de los residuos que se deban almacenar.</i></p> <p><i>Se establece que toda planta de almacenamiento, tratamiento o disposición final de residuos, previo a su habilitación, deberá realizar un estudio de impacto ambiental, el cual deberá ser presentado ante la autoridad competente, que emitirá una declaración de impacto ambiental, en la que fundamente su aprobación o rechazo. La reglamentación determinará los requisitos mínimos y comunes que deberá contener dicho estudio.</i></p> <p><i>La autoridad de aplicación nacional acordará con las autoridades provinciales, en el ámbito del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), las características y contenidos del estudio de impacto ambiental y las condiciones de habilitación de las plantas de almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos industriales y de actividades de servicio, así como las características particulares que deben tener las mismas de acuerdo a la calidad y cantidad de residuos que traten, almacenen o dispongan finalmente.</i></p> <p><i>Se determina que toda planta de almacenamiento, tratamiento o disposición final de residuos industriales deberá llevar un registro de operaciones permanente, en la forma que determine la autoridad competente, cuya información deberá integrarse al Sistema de Información Integrado.</i></p>
Otras Legislaciones Nacionales Aplicables	
Ley 25.670	<i>Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los PCBs. Prohíbe la instalación de equipos que contengan PCBs y la importación y el ingreso al Territorio Nacional de PCB o equipos que contengan PCBs.</i>
Ley 25.675 y Dec. 2413/2002	<i>Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. La política ambiental argentina estará sujeta al cumplimiento de los siguientes principios: de congruencia, de prevención, precautorio, de equidad intergeneracional, de progresividad, de responsabilidad, de subsidiariedad, de sustentabilidad, de solidaridad y de cooperación.</i>
Ley 25.688	<i>Establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Para las cuencas interjurisdiccionales se crean los comités de cuencas hídricas.</i>
Ley 22.351 y Dec. Reglamentario 83/83	<i>Crea la Administración Nacional de Parques Nacionales. Como autoridad de aplicación federal, posee poder jurisdiccional en aquellas zonas declaradas Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas nacionales. Crea también el Cuerpo de Guarda parques. Deroga las Leyes 12103/34, 18594/70 y 20161/73 y el Decreto 2811/72. Modifica al Decreto 637/70.</i>

FUENTE: Proyecto Gestión Integral de RSU Zona Metropolitana – Provincia de Mendoza – Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales (2013)

3.4.1.3 Legislación de la Provincia de Mendoza

A fin de lograr la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, de acuerdo a las disposiciones de la Ley N° 5.961, el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con los Municipios de la Provincia están obligados a:

- Ejercer el control, reducción o eliminación de factores, procesos, actividades o componentes del medio que ocasionen o puedan ocasionar perjuicios al ambiente, a la vida del hombre y a los demás seres vivos (cfr. inc. f), art. 3º, L. 5.961).
- Garantizar que en la ejecución de sus actos de gobierno y de la política económica y social, se observen los principios de política ambiental que establece el artículo 5º de la Ley N° 5.961, a saber:
 - El uso y aprovechamiento del ambiente y de los recursos naturales debe ser realizado de forma tal de no producir consecuencias dañosas para las generaciones presentes y futuras.
 - Los ecosistemas y sus elementos integrantes deben ser utilizados de un modo integral, armónico y equilibrado teniendo en cuenta la interrelación e interdependencia de sus factores y asegurando un desarrollo óptimo y sustentable.
 - El ordenamiento normativo provincial y municipal y los actos administrativos deberán ser aplicados con criterio ambientalista, conforme con los fines y objetivos de la presente ley.
 - Los organismos públicos deberán utilizar un enfoque científico inter y multidisciplinario al desarrollar actividades que, directa o indirectamente, puedan impactar al medio ambiente.
 - Los habitantes de la provincia de Mendoza tienen derecho a gozar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
- Elaborar un Plan Ambiental, el que deberá contener como mínimo lo requerido en el artículo 6º de la Ley N° 5.961. Entre tales requerimientos figuran:
 - La aplicación de los principios de política ambiental fijados en la Ley N° 5.961.
 - El potencial impacto ambiental por el desarrollo de nuevas actividades productivas.

- Programas de estudio e investigación científica y educativa a desarrollarse en el ámbito de la administración pública o mediante convenios con entidades nacionales o extranjeras, públicas o privadas, estatales o no.
- Diseño de pautas dirigidas al aprovechamiento de los recursos naturales, conforme a un uso integral, armónico y coordinado de los mismos.
- Implementación de un banco de datos y de un sistema de información y vigilancia permanente de los ecosistemas, los elementos que lo integran y su equilibrio, actualizado en forma permanente.
- Elaboración de programas de lucha contra la contaminación y degradación del ambiente y de los distintos recursos naturales.

Asimismo, en la **próxima tabla**, se presenta un detalle de la legislación provincial relacionada con la Gestión Integral de RSU, así como las normas conexas que son de aplicación en este caso:

TABLA 8: Legislación Provincial aplicable

RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN PROVINCIAL	
Legislación	Descripción
Residuos Sólidos Urbanos	
Ley 5970	<p><i>BASURALES - Establece que los Municipios de Mendoza deberán erradicar todos los basurales a cielo abierto y los microbasurales en terrenos baldíos que se encuentren dentro de sus límites. Asimismo, se deberá impedir el vuelco de residuos en cauces de riego o el mal enterramiento de los mismos.</i></p> <p><i>Además indica que los Municipios deberán implementar un régimen integral de tratamiento de residuos urbanos, y la Autoridad Provincial estará obligada a asistir técnica y económicamente a los Municipios para el logro de este objetivo.</i></p> <p><i>Indica también que la Autoridad Provincial podrá revisar, recopilar y solicitar; y los Municipios deberán entregar la información necesaria, para que la misma evalúe técnicamente el impacto ambiental que el sistema integral de tratamiento de residuos adoptado, realice en el lugar elegido para su radicación.</i></p>
Ley 6957	<p><i>CONSORCIOS PÚBLICOS DE GESTIÓN DE RSU – Se establece que los Municipios de la provincia de Mendoza podrán conformar consorcios públicos, para la gestión intermunicipal de servicios públicos de prestación local, en un todo de acuerdo a las disposiciones de la Ley N° 1079 Orgánica de Municipalidades.</i></p> <p><i>Estos consorcios deberán establecer en sus estatutos los objetivos, funciones, atribuciones, recursos financieros, patrimonio, organización administrativa, funciones y responsabilidades de sus miembros, estructura gerencial y solución de controversias. La gestión de residuos sólidos urbanos realizada por los consorcios deberá observar las disposiciones establecidas por las leyes N° 5.961 y N° 5.970.</i></p>

RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Legislación	Descripción
Residuos Peligrosos	
Ley 5917 y Decreto Reglamentario 2625/99	<i>RESIDUOS PELIGROSOS- Establece la adhesión de la Provincia de Mendoza a la Ley Nacional 24.051, que determina las normas generales para la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. Se establece que el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, será Autoridad de Aplicación y gestión de la Ley 5.917 y su Decreto Reglamentario.</i>
Ley 7168	<i>RESIDUOS PATOGENICOS Y FARMACÉUTICOS – Con dos autoridades de aplicación, el Ministerio de Salud para el control de generadores y el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, para el control de transportistas y operadores de residuos patogénicos y farmacéuticos. Fija que el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de estos residuos revestirá carácter de Servicio Público.</i>
Ley 6207	<i>“PROHIBICIÓN CONSTRUCCIÓN REPOSITORIOS Y DEPOSITOS DE ALMACENAMIENTO DESECHOS RADIOACTIVOS Y BASURA NUCLEAR EN TERRITORIO PROVINCIAL” – Se prohíbe en todo el territorio provincial, la construcción de repositorios y depósitos para el almacenamiento de desechos radiactivos y basura nuclear altamente peligrosos, como asimismo, el ingreso de todo tipo de desechos y basura clasificados como de peligrosidad media y alta.</i>
Preservación del Medio Ambiente - Impacto Ambiental	
Ley 5961 y Decreto N°2.109/94 "Procedimiento Evaluación Impacto Ambiental" Sus modificatorias Leyes 6169, 6649. 6686 u 6866.	<p><i>Establece la necesidad de preservación del ambiente en todo el territorio de la provincia de Mendoza, a los fines de resguardar el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable.</i></p> <p><i>Establece que todos los proyectos de obras o actividades capaces de modificar, directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial, deberán obtener una declaración de impacto ambiental (D.I.A.), expedida por el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturals o por las Municipalidades de la Provincia, quienes serán la autoridad de aplicación de la presente ley, según la categorización de los proyectos que establezca la reglamentación y de conformidad con el Anexo I.</i></p> <p><i>Establece el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, que comprende las siguientes etapas:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>a) la presentación de la manifestación general de impacto ambiental y, en su caso, la manifestación específica de impacto ambiental;</i> <i>b) el dictamen técnico y dictámenes sectoriales</i> <i>c) la audiencia pública de los interesados y afectados;</i> <i>d) la declaración de impacto ambiental.</i> <p><i>Los Proyectos de Obras o Actividades sometidas al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental Provincial son:</i></p>



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Legislación	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de energía hidroeléctrica, nuclear y térmica; • Administración de aguas servidas urbanas y suburbanas; • Manejo de residuos peligrosos; • Localización de parques y complejos industriales; • Exploración y explotación de hidrocarburos y minerales utilizados en la generación de energía nuclear, en cualquiera de sus formas; • Construcción de gasoductos, oleoductos, acueductos y cualquier otro conductor de energía o sustancias; • Conducción y tratamiento de aguas; • Construcción de embalses, presas y diques; • Construcción de rutas, autopistas, líneas férreas y aeropuertos; • Emplazamiento de centros turísticos o deportivos en alta montaña; • Extracción minera a cielo abierto; • Construcción de hipermercados y grandes centros comerciales; • Instalación de antenas de telecomunicaciones. • Todas aquellas obras o actividades que puedan afectar directa o indirectamente el equilibrio ecológico de diferentes jurisdicciones territoriales, es decir cuando se trate de proyectos interjurisdiccionales.
Resolución 109/96	<p>Establece los requisitos y alcances para las Audiencias Públicas que sean convocadas por la Autoridad Provincial de Aplicación en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.) establecido en el título V de la Ley N° 5961.</p>
Dec. 437/93	<p>“EVALUACIÓN IMPACTO AMBIENTAL ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN HIDROCARBUROS” – Se adopta con carácter de reglamento específico para la Protección Ambiental en el ámbito de la producción de hidrocarburos en la Provincia de Mendoza, las normas del Anexo I de la Res. 105/92, “Normas y Procedimientos que regulan la protección ambiental durante las Operaciones de Exploración y Explotación de Hidrocarburos” de la Secretaría de Energía de la Nación, con las adecuaciones legales y de procedimiento que se detallan en la presente Reglamentación.</p> <p>Se establece como Autoridad de Aplicación, el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales en los términos del Capítulo V de la Ley 5.961.</p>
Preservación de Calidad de Aire	
Ley 5100 y Dec. 2404/89	<p>“PRESERVACIÓN RECURSOS DEL AIRE” – La Provincia de Mendoza adhiere a la Ley Nacional 20.284, que establece las normas generales para la preservación de los recursos del aire. En el Dec. 2404/89 (Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales), establecen las normas complementarias, dentro del ámbito de la Provincia, estableciendo los niveles máximos de emisión de los distintos tipos de fuentes fijas y disponiendo los plazos que se otorgarán a los responsables de éstas para adecuar la emisión de contaminantes a niveles inferiores a los máximos que se fijen.</p>



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Legislación	Descripción
	<i>Se establece además, un Plan de Prevención de situaciones críticas de contaminación atmosférica, fijando los tres niveles máximos de concentración que determinarán la existencia de estados de Alerta, Alarma y Emergencia. En este Plan se determinan las distintas medidas a adoptar por la autoridad de aplicación según la gravedad del caso.</i>
Ley 5711	<i>"MEDICIÓN Y DIFUSIÓN DE NIVELES CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (GASES Y RUIDOS, INCLUIDOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS EN AGUA)" - Se establece la necesidad de difusión de los niveles de contaminación ambiental, existentes en el micro centro. Así también en cualquier zona de Mendoza donde el Poder Ejecutivo considere tóxicos, o peligrosos los niveles de concentración o emanación, incluidos los niveles de líquidos y sólidos en aguas.</i>
Ley 5941	<i>"PROHIBICIÓN FABRICACIÓN, ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CON SUSTANCIAS QUE AGOTAN CAPA DE OZONO (ANEXO "A" PROTOCOLO DE MONTREAL 1987)" - Se prohíbe en todo el territorio de la Provincia, la fabricación de cualquier producto que contenga como gas propelente alguna de las sustancias enumeradas en el anexo "A" del Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, ratificado por Ley de la Nación 23.778. También queda prohibido su almacenamiento y/o comercialización inclusive de aquellos que se fabriquen en otras partes del país que sean de origen extranjero.</i>
Calidad de Suelos	
Ley 4597 y Dec. 155/82	<i>"FOMENTO A LA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN CAPACIDAD PRODUCTIVA DE LOS SUELOS" - Se adhiere a las disposiciones de la Ley Nacional 22.428. Se declara de interés general la acción privada y pública tendiente a la conservación y recuperación de la capacidad productiva de los suelos.</i>
Ley 3776	<i>Se establece que todo fraccionamiento de tierras pertenecientes a predios no urbanizados que se ubiquen a una distancia menor de ochocientos (800) metros de los límites de un parque provincial o municipal, deberá efectuarse de acuerdo con las disposiciones de la presente Ley. Se considera como predios no urbanizados cuando a la fecha de promulgación de la presente Ley no contaren con trazado regular de calles, ya en servicio, y carecieren de servicios públicos de agua corriente y energía eléctrica. Se considerará trazado regular de calles aquel que permita el acceso normal a todas las fracciones, haciendo innecesaria la apertura de nuevas circulaciones.</i>
Áreas Naturales	
Ley 4571	<p><i>Se establecen las normas que regirán las áreas naturales provinciales y sus ambientes silvestres. Siendo la finalidad de esta ley:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Conservar y promover lo más representativo y valioso del patrimonio natural de la Provincia, en forma compatible con las necesidades de las fuentes productivas, la producción agraria, la explotación industrial y los requerimientos turísticos conforme con las pautas de desarrollo sustentable.</i>



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Legislación	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Instituir el funcionamiento organizado de un sistema de áreas naturales provinciales que, comprendiendo el conjunto de ambientes naturales con valores notables, de excepción y significación ecológica existentes en el territorio de la Provincia de Mendoza, en beneficio de la población y de las futuras generaciones, se declaren comprendidos por las disposiciones de la presente legislación.</i> • <i>Establecer los regímenes de conservación de dichos ambientes y sus recursos, para contribuir al desarrollo social, económico y espiritual de la vida humana con ellos relacionada.</i> • <i>Promover, facilitar y apoyar la investigación científica en cualquiera de sus formas en las áreas Naturales Protegidas.</i> • <i>Promover la transferencia de los resultados de la tarea de investigación generalizables al uso de los demás recursos de Provincia y compatibilizar su uso.</i> • <i>Asegurar la diversidad genética.</i> <p><i>Se establece que las áreas Naturales Protegidas y sus recursos, constituyen un patrimonio natural de fundamental valor cultural e importancia socio-económica, por lo que se declara de interés público su conservación.</i></p> <p><i>Se establece que el Poder Ejecutivo y el órgano de aplicación de esta Ley, velarán por la integridad, defensa y mantenimiento de las áreas Naturales Protegidas y sus recursos. Se dispone:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Medidas reguladoras de la conservación, administración y uso de los ambientes naturales y sus recursos;</i> • <i>El establecimiento dentro de las áreas afectadas de las prohibiciones a las que hace referencia esta Ley;</i> • <i>La expropiación de los bienes que fueren necesarios, previa declaración legal de utilidad pública, conforme al régimen general sobre el particular;</i> • <i>Medidas de promoción, fomento y compensación;</i> • <i>La realización de obras y prestación de servicios públicos, de acuerdo a las normas que rijan en la materia.</i>
Aguas	
<p>Ley Gral. de Aguas de la Provincia Modificada por Ley N°28, N°322, N°2302 y N° 302</p>	<p><i>Establece que la administración del agua, su distribución, canales, desagües, servidumbres, etc., las concesiones de agua para la irrigación y su empleo para otros usos, estarán exclusivamente sujetos a las disposiciones de esta ley y de las autoridades creadas por esta ley. Los contenidos generales de esta normativa se pueden resumir en los siguientes puntos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Establece las condiciones del dominio de las aguas.</i> • <i>Condiciones de Servidumbres</i> • <i>Concesiones sobre el aprovechamiento del agua.</i> • <i>Normativa sobre canales de riego y desagües.</i> • <i>Turnos para el aprovechamiento del agua.</i> • <i>Obras de Defensa, cuestiones sobre agua, administración del agua.</i>



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Legislación	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> Atribuciones y deberes de los superintendentes del agua, subdelegados, delegados, inspectores, etc. <p>Por la Ley N°322, se crea el Departamento General de Irrigación, cuya función es la administración general de las aguas de los ríos, arroyos, canales, hijuelas y desagües de la Provincia, su distribución y la tramitación de solicitudes para agua de riego y su empleo en usos industriales.</p>
Ley 4035	Régimen Legal de Aguas Subterráneas. Trata sobre el ámbito de aplicación, usos, modos de adquisición, y prioridades.
Otras legislaciones asociadas	
Ley 2088 y Dec. 2987/65 (Modificado por Decreto Ley N° 4.258)	DEFENSA Y ACRECENTAMIENTO RIQUEZA FORESTAL” (Adhesión Ley Nacional N° 13.273 y sus Modificaciones) – Se adhiere al régimen que establece la Ley Nacional 13.273 y sus modificaciones, de defensa y acrecentamiento de la riqueza forestal. Se crea la Administración Provincial de Bosques, dependiente del Ministerio de Economía, con autonomía funcional técnica administrativa y para disponer del Fondo Forestal.
Ley 6191	“PROMOCIÓN DE INVERSIONES, DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE LA INDUSTRIA FORESTAL” - Se promueve en todo el ámbito provincial, las inversiones en explotaciones forestales y el desarrollo e integración de la industria forestal.
Ley 5753	“REALIZACIÓN PLAN REFORESTACIÓN PROVINCIAL” – Se establece que el Poder Ejecutivo Provincial, a través del organismo especializado dará comienzo en forma inmediata a un plan de reforestación provincial, cubriendo las áreas aptas de cada departamento, reemplazando los ejemplares enfermos o irrecuperables y avanzando también en nuevas zonas posibles de ser forestadas.
Ley 4609	“PROTECCIÓN FLORA DE LA PROVINCIA. BOSQUE PROTECTOR Y BOSQUE PERMANENTE” – Se declara como bosque protector a todo el monte espontáneo que vegete en la Provincia de Mendoza, tanto en terrenos del dominio público como el dominio privado.
Ley 6099 y Dec. 768/95	“PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS EN ZONAS RURALES BAJO RIEGO Y DE SECANO” - PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN ZONAS RURALES - PLAN INTEGRAL DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS RURALES - PLAN PROVINCIAL DE PICADAS CORTAFUEGO – Se declara de Interés Provincial la prevención y lucha contra incendios en zonas rurales bajo riego y de secano. Se crea el Programa de Prevención de Incendios en Zonas Rurales, siendo la autoridad de aplicación el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección de Recursos Naturales Renovables. La autoridad de aplicación deberá elaborar un plan integral de prevención contra incendios rurales.
Ley 2373 y 5.721	RÉGIMEN PROVINCIAL SOBRE ARBOLADO PÚBLICO Y PRIVADO – Se establece que el arbolado público está sujeto a la exclusiva potestad administrativa y al legal vigente. Se denomina “arbolado público” al existente en calles, caminos, plazas, parques, jardines y demás lugares o sitios públicos y al que existe plantado en las márgenes de los ríos, arroyos y cauces artificiales o naturales del dominio público al servicio

RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Legislación	Descripción
	<p>de la irrigación. Dichos árboles no podrán ser cortados, erradicados ni podados, sin autorización del Ministerio de Economía.</p> <p>Las Municipalidades no podrán sin autorización del Poder Ejecutivo de la Provincia, disponer de la corta de árboles de los caminos, calles o plazas públicas, pudiendo sólo atender a su cuidado y conservación.</p>
Dec. 4602/81 y Dec.1998/82	<p>PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN, PROPAGACIÓN, REPOBLACIÓN Y APROVECHAMIENTO RACIONAL FAUNA SILVESTRE” – Se establece la adhesión a la Ley Nacional N° 22.421. Se determina que la Dirección de Bosques y Parques Provinciales será la autoridad de aplicación en el ámbito provincial.</p>
Ley 6245	<p>“DECLARACIÓN DE INTERÉS PÚBLICO A LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN ESPECIES FAUNA Y FLORA SILVESTRE. REGLAMENTACIÓN USO VEHÍCULO TODO TERRENO” Se declara de interés público la conservación y protección de las especies de la fauna y flora silvestre, que habitan en todo el territorio de la provincia de Mendoza, la que está bajo la administración del Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección de Recursos Naturales Renovables.</p>
Ley 4386	<p>“CONSERVACIÓN, PROTECCIÓN, REPOBLACIÓN Y EXPLOTACIÓN ESPECIES FAUNA SILVESTRE” – Se declara de interés público la conservación, protección, repoblación y explotación de las especies de la fauna silvestre que, temporal o permanentemente, habitan en el territorio de la Provincia, la que quedara bajo el contralor directo del Poder Ejecutivo. Se establece que los propietarios de predios cercados donde existen especies de la fauna silvestre, podrán realizar la explotación de las mismas en las temporadas y bajo las condiciones previstas en la presente ley. Se determina la prohibición de la caza, destrucción o comercio de todas las especies de la fauna silvestre, como así también de tránsito, comercio se industrialización de sus cueros, pieles o productos, con las excepciones que se establecen en el artículo siguiente, quedando facultada la Dirección de Bosques y Parques Provinciales para fiscalizar, controlar, inspeccionar y constatar procedencia, guías de tránsito, certificados de origen y legítima tenencia; actividades que se desarrollan en barracas, curtiembres, peleterías y afines, como asimismo en vehículos de transporte terrestre y aéreo.</p>
Ley 6169	<p>“RELEVAMIENTO ICTIOFAUNA EN CURSOS DE AGUA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA PARA ELABORAR PLAN INTEGRAL MANEJO RECURSO ÍCTICO” – Se establece la incorporación al Plan Ambiental, previsto en art. 6 de la Ley 5961 de preservación del medio ambiente, el relevamiento del estado de las poblaciones de la ictiofauna existente en los cursos de agua de la provincia de Mendoza, a fin de elaborar un plan integral de manejo del recurso íctico.</p>
Ley 6972	<p>“CREACIÓN PROGRAMA RELEVAMIENTO ICTIOFAUNA DE RIOS, ARROYOS Y LAGUNAS DE LA PROVINCIA DE MENDOZA” – Se crea el Programa de Relevamiento de la Ictiofauna de Ríos, Arroyos y Lagunas de la provincia. Este tiene como objeto la investigación aplicada:</p> <p>a) biológica básica (alimento disponible, utilización y capacidad de carga de los ambientes, dinámica poblacional, sanidad de los</p>



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Legislación	Descripción
	<p>peces, movimientos migratorios, evolución de la reproducción);</p> <p>b) del estado del hábitat de los peces (calidad del agua, áreas ribereñas, refugios, lecho, áreas aptas para la reproducción, incidencias climáticas y estacionales); y</p> <p>c) de la actividad pesquera (uso del recurso, evaluación del desarrollo económico asociado al recurso, modalidad de pesca, equipos admitidos, temporadas de pesca, adecuación de reglamentaciones vigentes).</p>
Ley 6122	Se declara de Interés Provincial el fomento, promoción y desarrollo de la especie caprina en la Provincia de Mendoza, estableciendo como zona de prioridad el departamento Malargüe.
Ley 3660	Establece la adhesión a la Ley Nacional 25.670 - Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión y eliminación de los PCBs en todo el territorio de la Provincia de Mendoza.

FUENTE: Proyecto Gestión Integral de RSU Zona Metropolitana – Provincia de Mendoza – Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales (2013)

3.4.1.4 Ordenanzas Las Heras

TABLA 9: Legislación Municipal aplicable

RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN DEPARTAMENTO DE LAS HERAS

Legislación	Descripción
Residuos Sólidos Urbanos	
Ordenanza N° 50/1990	Establece la privatización de la gestión de los RSU en el Departamento de Las Heras. Se refiere específicamente a los residuos sólidos urbanos en las distintas etapas de recolección, tratamiento y disposición final. La Autoridad de Aplicación es la Municipalidad de Las Heras. La misma establece requisitos técnicos y económicos para la privatización y la documentación necesaria para la licitación pública de la privatización.
Ordenanza N° 125/99	<p>Adhiere al Decreto Reglamentario N° 2109 de la Ley 5961 de Protección del Medio Ambiente y Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. Se refiere a la evaluación de los impactos ambientales, entre ellos los producidos por la Gestión de RSU. Registros de Consultores y de Entes Dictaminadores. Certificados otorgados: Habilitaciones de funcionamiento y Declaraciones de Impacto Ambiental. La Dirección de Obras Privadas y Medio Ambiente o el Área del Ejecutivo del cual dependa el Departamento de Sanidad Ambiental, será La Autoridad de Aplicación de la presente Ordenanza, quien tendrá como funciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calificar, categorizar y establecer los términos de referencia de los proyectos de conformidad con lo establecido en la presente Ordenanza. 2. Coordinar las etapas del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, asegurando su ejecución y el cumplimiento de los plazos legales. <ol style="list-style-type: none"> a) Solicitar los dictámenes técnicos y sectoriales que correspondiere. b) Convocar a Audiencia Pública. c) Requerir Informe de Partida.



RESUMEN DE LA LEGISLACIÓN DEPARTAMENTO DE LAS HERAS

Legislación	Descripción
	<p>3. <i>Elaborar planes de contingencia externa ante eventuales accidentes.</i></p> <p>4. <i>Producir información y proyectos tendientes a la mejora de la Calidad de Vida de la población, en función de la preservación y protección ambiental.</i></p>
Ordenanza N° 104/88	<i>Establece los Usos del Suelo permitidos en el territorio urbano y suburbano del Municipio de Las Heras.</i>

FUENTE: Proyecto Gestión Integral de RSU Zona Metropolitana – Provincia de Mendoza – Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales (2013)

3.4.1.5 Análisis de políticas BID aplicables al programa

Las políticas operativas (OP por sus siglas en inglés) del BID establecen el marco operacional para las operaciones y Programas del Banco. En materia ambiental y social, el BID establece entre los objetivos de su política, asegurar que todas las operaciones y actividades sean ambientalmente sostenibles. Asimismo, establece políticas de fomento del rol de la mujer en desarrollo, los pueblos indígenas y reasentamientos involuntarios. En el presente apartado se detallan los aspectos de las OP que aplican al PGIRSU, de acuerdo a sus alcances y características, en lo relativo a los aspectos ambientales y sociales. De este modo todas las acciones que se proyecten y desarrollen en el marco del Programa, deberán cumplir con los parámetros establecidos en las mismas.

Tabla 6 – OP 703 – Política de medio ambiente y cumplimiento de salvaguardias

OP 703 – POLÍTICA DE MEDIO AMBIENTE Y CUMPLIMIENTO DE SALVAGUARDIAS	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
<i>Objetivo</i>	<i>Asegurar que todas las operaciones y actividades sean ambientalmente sostenibles.</i>
Diretrizes	
<i>B.2. Legislación y Regulaciones</i>	<i>Garantía de cumplimiento con la legislación y normativas ambientales, incluidas las obligaciones ambientales derivadas de Acuerdos Ambientales Multilaterales.</i>
<i>B.3. Pre-evaluación y Clasificación</i>	<i>Todas las operaciones serán pre evaluadas y clasificadas según sus impactos ambientales potenciales. Pre-evaluación: considerará los impactos potenciales ambientales, sociales y culturales negativos, tanto de la operación como de las instalaciones asociadas. Categoría “A”: operaciones que podrían causar impactos ambientales negativos significativos y efectos sociales asociados. Estas operaciones requerirán una EIA o Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE), según corresponda y requerirá salvaguardias de alto riesgo. Categoría.</i>

OP 703 – POLÍTICA DE MEDIO AMBIENTE Y CUMPLIMIENTO DE SALVAGUARDIAS

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
	<i>“B”:</i> operaciones que puedan causar principalmente impactos ambientales negativos localizados y de corto plazo, incluyendo impactos sociales asociados. Requerirán un Análisis Ambiental y Social (AAS), así como un Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS). Categoría “C”: <i>operaciones que no causen impactos ambientales negativos, incluyendo sociales asociados, o que estos sean mínimos. No requieren de análisis ambiental o social más allá de su preselección y delimitación para determinar su clasificación. Si se considera pertinente, se puede establecer requisitos de salvaguardia o supervisión.</i>
<i>B.4. Otros factores de Riesgo</i>	<i>Considerar factores de riesgo que puedan afectar la sostenibilidad ambiental de sus operaciones (Capacidad institucional de los organismos ejecutores).</i>
<i>B.5. Requisitos de Evaluación Ambiental y Social</i>	<i>Según sus características, habrá operaciones que requieran Evaluación Ambiental (EA). Requerimientos mínimos de la EIA. Requerimientos mínimos de PGAS. Informe de EIA y PGAS, a disposición del público según OP-102.</i>
<i>B.6. Consultas</i>	<i>Categoría “A”:</i> Requiere al menos dos instancias de consulta pública. Categoría “B”: <i>Requiere consultas con las partes afectadas por lo menos una vez, preferentemente durante la preparación o revisión del PGAS.</i>
<i>B.9. Hábitats Naturales y Sitios Culturales</i>	<i>No se apoyarán operaciones que afecten significativamente hábitats naturales o sitios de importancia cultural críticos. Cuando sea posible se ubicarán en tierras y sitios previamente intervenidos. Sino deberán incorporar medidas de mitigación y compensación. El EIA identificará y evaluará los impactos en sitios de importancia cultural crítica. Cuando se presenten hallazgos arqueológicos o históricos durante la construcción u operación de instalaciones, se preparará y pondrá en práctica procedimientos sobre hallazgos fortuitos.</i>
<i>B.11. Prevención y Reducción de la Contaminación</i>	<i>Las operaciones incluirán, medidas destinadas a prevenir, disminuir o eliminar la contaminación resultante de sus actividades. Promoción de la reducción y control de emisiones de gases efecto invernadero de modo que se ajusten a la naturaleza y escala de las operaciones.</i>
<i>B.17. Adquisiciones</i>	<i>Asegurar que haya un proceso ambientalmente responsable de adquisiciones.</i>

Tabla 7 – OP 761 – La Mujer en desarrollo

OP 761 – LA MUJER EN DESARROLLO	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
<i>Objetivo</i>	<i>Lograr una mayor integración de la mujer, en todas las etapas del proceso de desarrollo.</i>
Campos de Actividad	
<i>1. Oportunidades de empleo</i>	<i>- Aumentar la oportunidad de empleo. -Mejorar el nivel de ingresos de los participantes.</i>



OP 761 – LA MUJER EN DESARROLLO	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
	<i>-Reducir los obstáculos que impiden que la mujer participe en actividades remuneradas.</i>
<i>2. Educación, capacitación y extensión</i>	<i>-Capacitar para el fomento de la participación de la mujer. -Realización de actividades destinadas a identificar y eliminar las condiciones que limitan la participación de la mujer.</i>
<i>3. Cooperación técnica</i>	<i>-Fomentar la participación social y económica de la mujer. -Analizar compatibilidad de Proyectos con factores socioculturales que afectan la participación de la mujer. -Evaluar el impacto potencial del Proyecto sobre la mujer donde fuera relevante.</i>

Tabla 8 – OP 710 – Reasentamientos involuntarios

OP 710 – REASENTAMIENTOS INVOLUNTARIOS	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
<i>Objetivos</i>	<i>Minimizar alteraciones perjudiciales a las personas que viven en la zona de influencia del Proyecto, evitando o disminuyendo la necesidad de desplazamiento físico y asegurando que las personas sean tratadas de manera equitativa y participen de los beneficios que ofrece el Proyecto, cuando sea factible.</i>
Líneas de Acción	
<i>1. Medidas posibles</i>	<i>Tomar todas las medidas posibles para evitar o reducir al mínimo la necesidad de reasentamiento involuntario, prestando especial atención a los aspectos socioculturales.</i>
<i>2. Desplazamiento inevitable</i>	<i>Deberá prepararse un Plan de Reasentamiento que asegure que las personas afectadas serán indemnizadas y rehabilitadas de manera equitativa y adecuada.</i>
Principios	
<i>Reubicación como objetivo del Proyecto</i>	<i>Perturbar al mínimo a la población afectada en el traslado de personas de áreas que no son adecuadas para el asentamiento humano.</i>
<i>Análisis del Riesgo de Empobrecimiento</i>	<i>Cuando las personas a reasentar pertenecen a grupos marginales o de bajos ingresos, se prestará especial consideración al riesgo de empobrecimiento como consecuencia del reasentamiento debido a: i) la pérdida de vivienda. ii) la pérdida de ingreso. iii) la desarticulación de las redes sociales.</i>
<i>Comunidades Indígenas</i>	<i>Sólo se respaldarán operaciones que conlleven el reasentamiento de comunidades indígenas o de otras minorías étnicas de bajos ingresos en áreas rurales, si puede comprobarse que: i) El componente de reasentamiento beneficiará directamente a la comunidad afectada en relación con su situación anterior. ii) Los derechos consuetudinarios de la comunidad se reconocerán plenamente y se recompensarán en forma equitativa. iii) Las opciones de indemnización incluirán reasentamiento basado en la compensación de tierra por tierra. iv) Las comunidades afectadas hayan otorgado su consentimiento fundamentando a las medidas de reasentamiento y compensación.</i>

OP 710 – REASENTAMIENTOS INVOLUNTARIOS	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
<i>Reasentamiento Temporal</i>	<i>Las actividades de reasentamiento temporal estarán también sujetas a consideraciones de reducir al mínimo la perturbación de la población afectada.</i>
<i>Criterios para el Diseño y Evaluación del Plan de Reasentamiento</i>	<p><i>Criterios en los siguientes aspectos.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>-Información de Base.</i> <i>-Participación de la Comunidad.</i> <i>-Indemnización y Rehabilitación.</i> <i>-Marco Jurídico e Institucional.</i> <i>-Medio Ambiente.</i> <i>-Cronograma.</i> <i>-Seguimiento y Evaluación.</i> <p><i>Se deberá presentar un Plan de Reasentamiento Final, como complemento del Informe de Impacto Ambiental y Social.</i></p>

Tabla 9 – OP 704 – Gestión de Riesgo de Desastres

OP 704 – GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
<i>Objetivos</i>	<i>Asistir en la reducción de riesgos derivados de amenazas naturales y en la gestión de desastres.</i>
Líneas de Acción	
<i>(i)</i>	<i>Prevención y mitigación de desastres mediante la Programación y una labor proactiva en los Proyectos.</i>
<i>(ii)</i>	<i>Intervención posterior para hacer frente a los efectos de los fenómenos naturales y a los daños materiales.</i>
Directrices	
<i>A.2. Riesgo y viabilidad de los Proyectos</i>	<i>Los Proyectos financiados incluirán las medidas necesarias para reducir el riesgo de desastres. El Banco no financiará Proyectos que, según su análisis, acrecienten la amenaza de pérdida de vidas humanas, lesiones importantes, trastornos económicos mayores o daños materiales graves imputables a amenazas naturales.</i>

Tabla 10 – OP 765 – Pueblos Indígenas

OP 765 – PUEBLOS INDÍGENAS	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
<i>Objetivo</i>	<i>Contribuir al desarrollo de los pueblos indígenas.</i>
Directrices	
<i>(b) Salvaguarda ambiental</i>	<i>Salvaguardar a los pueblos indígenas y sus derechos de impactos adversos potenciales.</i>
<i>(f) Proyectos de manejo o extracción de recursos</i>	<i>Promocionar los mecanismos apropiados de consulta, de participación en la gestión de los recursos naturales y de participación en los</i>



OP 765 – PUEBLOS INDÍGENAS	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
<i>naturales o gestión de áreas protegidas</i>	<i>beneficios de los Proyectos por parte de los pueblos indígenas.</i>
Salvaguardias	
<i>Impactos adversos</i>	<i>Evitar o mitigar los impactos adversos directos e indirectos sobre los pueblos indígenas, sus derechos o su patrimonio, individuales o colectivos.</i>
<i>Territorios, tierras y recursos naturales</i>	<i>Las operaciones que afecten directa o indirectamente territorios, tierras o recursos naturales, tradicionalmente ocupados o aprovechados por los pueblos indígenas, en los Proyectos de extracción y de manejo de recursos naturales, deberán incluir:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>-Mecanismos de consulta previa.</i> <i>-Mecanismos para la participación de dichos pueblos en la utilización, administración y conservación de dichos recursos.</i> <i>-Compensación justa por daños.</i> <i>-Participación en los beneficios del Proyecto, cuando sea posible.</i>

Correlación entre normativa local y políticas BID

Entre el marco normativo local y las Políticas Operativas del BID hay una relación de complementariedad, sin haberse detectado incongruencias entre ambas. Es por eso que para todas las Operaciones y Proyectos no existen contradicciones en los parámetros y requerimientos fijados por ambos marcos, optando en cada caso por el más riguroso en materia ambiental y social.

Conclusiones

Las Políticas Operativas del BID, identificadas como aplicables al presente Proyecto son: las de *Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias* (OP-703), la de la *Mujer en desarrollo* (OP-761), la de *Reasentamiento Involuntario* (OP-710), y la de *Gestión de Riesgos de Desastre* (OP-704).

En particular, el Área Metropolitana de la provincia de Mendoza ha aplicado las OP de *Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias* (OP-703) donde el PGIRSU fue clasificado por el equipo de Proyecto en la Categoría “B”, debido a que más allá de que el impacto global por la ejecución del Programa sea positivo, sus operaciones pueden causar principalmente impactos ambientales negativos localizados y de corto plazo, incluyendo los impactos sociales asociados. Las operaciones han sido evaluadas y clasificadas durante las etapas de construcción, operación y cierre del Proyecto. El Procedimiento de Impacto Ambiental establecido por la legislación de la Provincia de Mendoza, contempla un análisis ambiental exhaustivo de los distintos componentes del proyecto, con opiniones de distintos organismos con incumbencia en la temática, como así también la realización de una consulta pública, la cual cumple con todos los estándares previstos por las políticas del Banco al respecto.

Sobre las medidas de mitigación ambiental y social se ha elaborado un Plan de Inclusión Social que mitiga los efectos negativos de las actividades o resultados de los recuperadores. Esto es contemplado en la OP-710 como desplazamiento inevitable, debido a una reubicación como Objetivo del Proyecto.

En cuanto a la OP-761, en lo relativo al PGIRSU, será necesario contemplar los instrumentos necesarios que contribuyan a reducir o eliminar los obstáculos que impiden la participación de la mujer, tanto en la formalización de los recuperadores, como en su capacitación. Asimismo, las problemáticas asociadas a la mujer, con especial énfasis en la maternidad, deben considerarse tanto en las evaluaciones de impacto como en los PGAS, los Planes de Reasentamiento y de incorporación de recuperadores.

La *Gestión de Riesgos de Desastre* se tuvo en cuenta en la elaboración del análisis de riesgos del presente documento.

En lo referente a la OP-765, esta sólo se activará en caso que los Proyectos del Programa se emplazaran o impactaran significativamente, recursos o territorios de propiedad indígena, sea esta de índole legal o ancestral. Para el caso del presente proyecto para la Zona Metropolitana de Mendoza, esta política no es aplicable ya que en ninguno de los precios que comprenden el proyecto, hay asentamientos indígenas. Esto se hace extensivo a las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

3.4.2 Aspectos Institucionales

En la provincia de Mendoza la autoridad provincial en la temática ambiental es el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales. Este Ministerio está compuesto por Direcciones, con funciones y responsabilidades específicas, además de la Agencia de Ordenamiento Territorial, y la Unidad de Proyectos Críticos. El detalle de funciones de cada uno de estos organismos se presenta en la **Tabla 10**.

TABLA 10: Estructura Institucional Gobierno de la Provincia de Mendoza

Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales		
Dirección	Descripción	
Dirección de Desarrollo Territorial	Misión	<i>Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida por medio del desarrollo territorial, ambientalmente sustentable, a través de la contención del proceso de desequilibrio ecológico oasis/secano, de desarraigo rural.</i>
	Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Instrumentar las políticas y estrategias de desarrollo territorial y medio ambiente.</i> • <i>Coordinar las iniciativas del Gobierno Provincial con los Gobiernos Municipales, en temas ambientales y territoriales a fin de lograr el desarrollo sustentable de la Provincia.</i> • <i>Promover el desarrollo de proyectos productivos en las áreas</i>



Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales

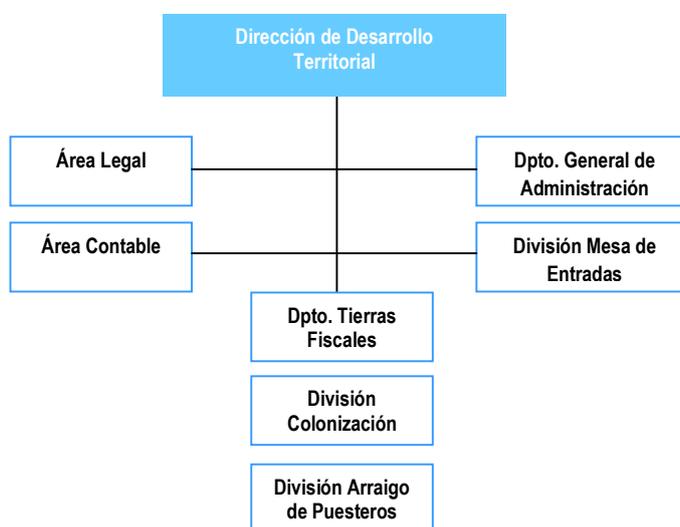
Dirección

Descripción

de secano.

- *Desarrollar estrategias para alentar el arraigo de los habitantes de zona rurales y regularizar la tenencia de tierras, generando procesos participativos para promover proyectos de desarrollo. Ley N° 6086 y sus modificatorias y Decreto N° 4711.*
- *Aplicar en lo pertinente, la normativa referida a la gestión y administración de Tierras Fiscales.*

Organigrama



Dirección de Recursos Naturales Renovables

Misión

Entender en la administración, preservación y la conservación de los recursos naturales renovables, como así también en el ejercicio del poder de policía en el ámbito de la Provincia de Mendoza.

Funciones

- *Administrar y controlar las áreas protegidas de la Provincia.*
- *Desarrollar el sistema de prevención y combate de incendios forestales.*
- *Producir en vivero, especies forestales que permitan mantener la flora nativa y el arbolado público.*
- *Controlar y regular la pesca y la caza deportiva en la Provincia.*
- *Sancionar las infracciones a las normas vigentes en materia de preservación de la flora y la fauna.*
- *Organizar campañas de educación y fomento sobre preservación de los recursos naturales renovables.*



Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales

Dirección	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Sistematizar la información referente a especies, áreas protegidas, riesgos potenciales, etc.</i> • <i>Preservar conservar y desarrollar el arbolado público.</i> • <i>Preservar y aprovechar sustentablemente la fauna y flora nativa.</i> • <i>Promover el uso racional de los recursos naturales renovables.</i> • <i>Coordinar con la Administración de Parques y Zoológico, el cumplimiento de lo previsto en las leyes N°6006 y N°6394.</i> • <i>Elaborar y actualizar los Planes de Manejo de las distintas áreas naturales de la Provincia.</i> • <i>Sancionar dentro de las áreas naturales, las infracciones a las normas vigentes, en materia de preservación del ambiente.</i> • <i>Sistematizar la información referente a las áreas protegidas.</i> • <i>Controlar el cumplimiento de la legislación referida a cavidades naturales.</i> • <i>Analizar el desarrollo de actividades ambientalmente sostenibles y compatibles con los planes de manejo de las áreas naturales.</i> • <i>Aplicar la legislación referida a bosques nativos.</i> • <i>Controlar y regular las actividades náuticas de la Provincia.</i>

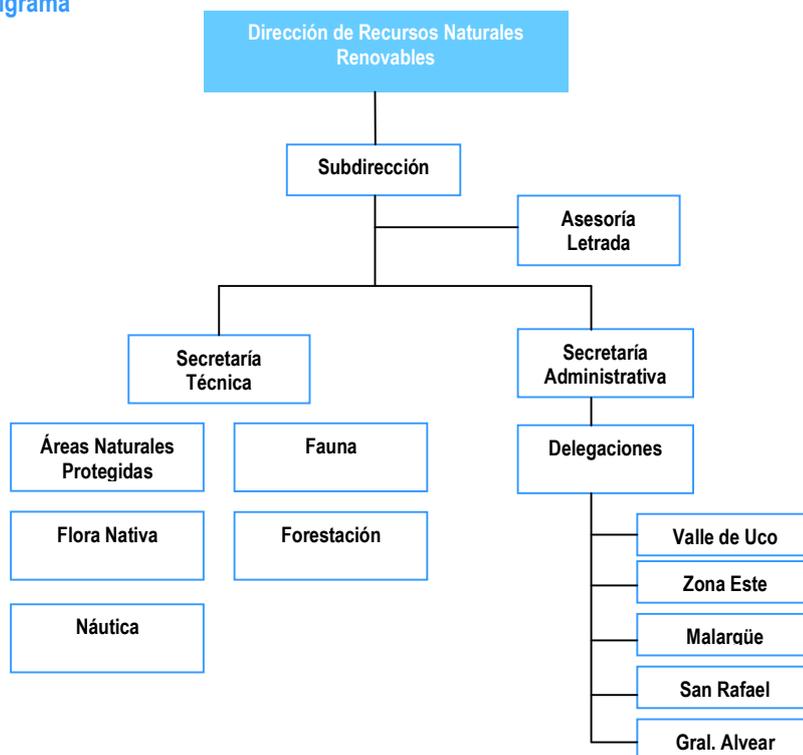


Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales

Dirección

Descripción

Organigrama



**Dirección de
Protección
Ambiental**

Misión

- Entender en la prevención de la contaminación ambiental y ejercer el poder de policía ambiental en el territorio provincial en la normativa competente.
- Velar por la preservación del patrimonio ambiental de Mendoza para mejorar la calidad de vida de la población.

Funciones

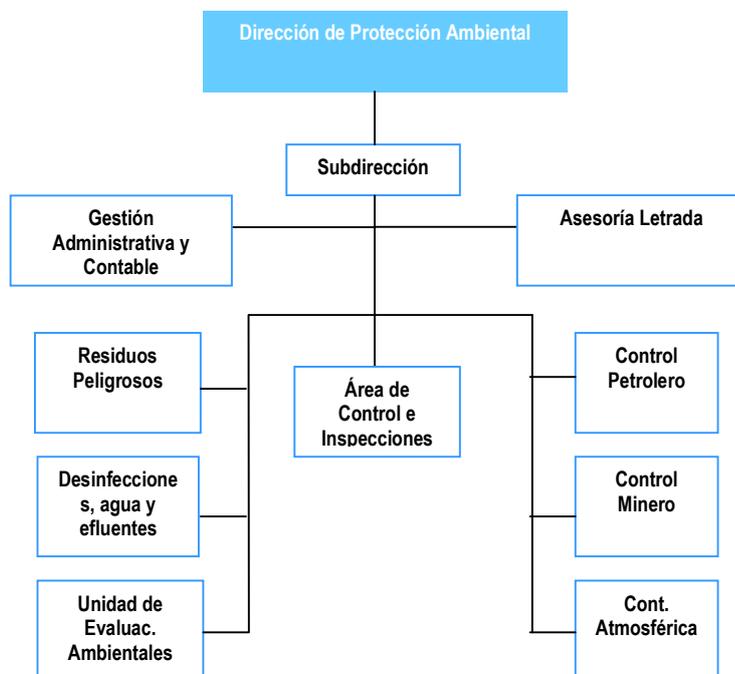
- Controlar la utilización del medio ambiente, preservando el patrimonio ambiental.
- Monitorear las fuentes de contaminación fijando los niveles permisibles.
- Controlar el impacto ambiental que puedan provocar diversas actividades.
- Coordinar acciones conjuntas con las empresas privadas, involucradas con las actividades con riesgo de contaminación (petroleras, químicas, alimenticias, mineras y otras).
- Recepción y atención de denuncias públicas.

Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales

Dirección

Descripción

Organigrama



Agencia Provincial de Ordenamiento

Misión

Establecer el ordenamiento territorial como procedimiento político – administrativo del Estado, en todo el territorio provincial, entendiendo éste como Política de Estado para el Gobierno Provincial y el de los Municipios. Es de carácter preventivo y prospectivo a corto, mediano y largo plazo; utilizando la planificación como instrumento básico para conciliar el proceso de desarrollo económico, social y ambiental, con formas equilibradas y eficientes de ocupación territorial.

Funciones

- *Elaborar los proyectos de los Planes de Ordenamiento Territorial.*
- *Proponer medidas concretas para coordinar la elaboración, revisión y propuestas de modificación de los Planes Provinciales de Ordenamiento Territorial, Programas y Proyectos; y someterlos a la consideración del Concejo Provincial de Ordenamiento Territorial (CPOT).*
- *Introducir la Evaluación Ambiental Estratégica de planes y programas.*

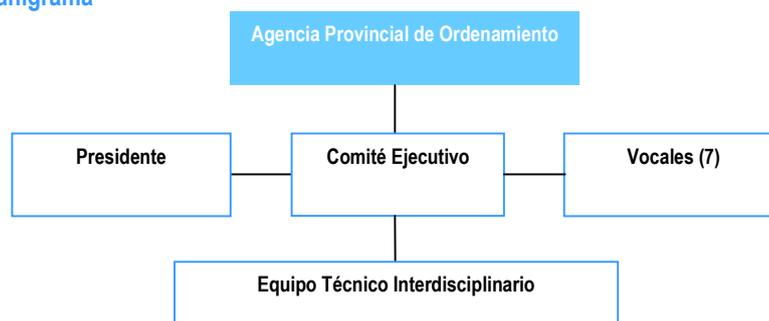
Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales

Dirección

Descripción

- Promover la participación social y ciudadana.
- Procurar la activa participación de los organismos científicos y académicos, en la capacitación y asesoramiento, en la formulación y evaluación de propuestas de programas y proyectos, como así también en el monitoreo y control de los procesos.
- Proponer medidas para coordinar las políticas y prácticas catastrales, con los Planes de Ordenamiento Territorial y los programas que se refieran al desarrollo urbano y rural, y a asentamientos humanos.
- Promover la formulación, ejecución, financiamiento y ejecución de programas y proyectos, enmarcados en los Planes Provinciales de Ordenamiento Territorial.

Organigrama



Unidad de
Proyectos
Críticos

Misión

Creada por Resolución N° 694/2012 de la Ex - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia, actual Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, la Unidad de Proyectos Críticos surge a partir de la necesidad de dar cumplimiento efectivo a las Leyes N° 7168, que establece como autoridad de aplicación para el control de la gestión de transportistas y operadores de residuos patogénicos a la Ex - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia, y Ley N° 5970, en donde se designa a esta autoridad como responsable de la implementación de un Sistema Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el territorio provincial. A estas leyes se agrega la necesidad de cumplir con los objetivos de la Agencia Provincial de Cambio Climático.

Funciones

- Desarrollar las acciones previstas en el Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia, para mejorar la gestión de los RSU.
- Controlar y Fiscalizar el Servicio Público de Recolección, Transporte, Tratamiento y Disposición Final de los residuos patogénicos y farmacéuticos de la Provincia.

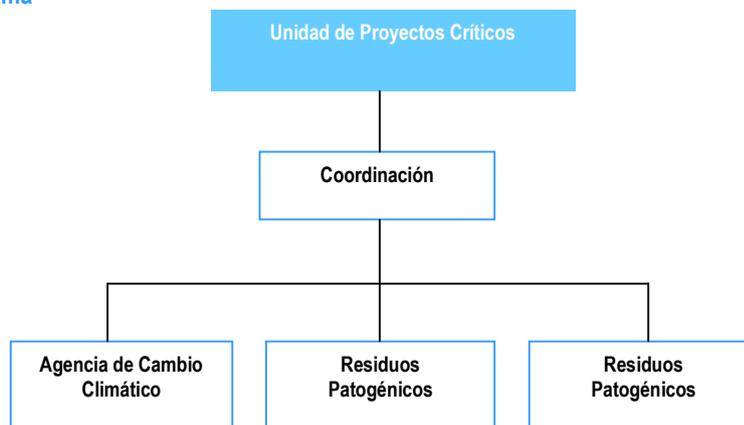
Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales

Dirección

Descripción

- Implementar acciones en la temática de Cambio Climático.

Organigrama



FUENTE: Elaboración Propia

3.4.2.1 Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos

La regionalización de la gestión ambiental de los residuos sólidos urbanos en la Provincia de Mendoza se encuentra organizada en zonas, entre ellas la zona Metropolitana integrada por los Municipios de: Guaymallén, Godoy Cruz, Lavalle, Las Heras, Capital, Luján de Cuyo y Maipú.

Las Leyes provinciales N° 6.957 y N° 5.970, facultan a los municipios de la provincia de Mendoza, a conformar mediante la celebración de convenios, Consorcios Públicos destinados a la gestión intermunicipal de servicios públicos de prestación local, en un todo de acuerdo a las disposiciones de la Ley N° 1.079 Orgánica de Municipalidades.

Los consorcios públicos que se creen en el marco de lo dispuesto por el artículo 1º de la Ley de análisis deberán:

- Establecer en sus estatutos los objetivos, funciones, atribuciones, recursos financieros, patrimonio, organización administrativa, funciones y responsabilidades de sus miembros, estructura gerencial y solución de controversias (Art 2º, L. 6.957).
- Cumplir con las normas que rijan la actividad que desarrollarán, tanto de orden provincial como nacional, como así también observar las disposiciones

establecidas por las Leyes N° 5.961 y N° 5.970 (cfr. art. 2º, in fine, art. 3º, L. 6.957). Para el caso de que los firmantes del Convenio decidieran concesionar todas o algunas de las fases del sistema integral de gestión de residuos urbanos, deberán ajustar su proceder y accionar a la Ley N° 5.507 de concesión de obras y servicios públicos (Art 7º, L. 5.970).

- Estar autorizados a funcionar, previa aprobación de sus estatutos y demás requisitos legales que disponga la Dirección de Personas Jurídicas, quien otorgará, cuando así corresponda, la personería jurídica propia a los consorcios (Arts. 4º y 5º, L. 6.957).

La Ley N° 5.970 que rige a nivel provincial en materia de gestión de residuos sólidos urbanos, establece que los Municipios de Mendoza en sus jurisdicciones están obligados a cumplir con los siguientes requerimientos:

- Erradicar todos los basurales a cielo abierto y los microbasurales en terrenos baldíos que se encuentren dentro de sus límites (Arts. 1º, L. 5.970).
- Impedir el vuelco de residuos en cauces de riego (Arts. 1º, L. 5.970).
- Impedir el mal enterramiento de los mismos (Arts. 1º, L. 5.970).
- Instrumentar un régimen integral de tratamiento de residuos urbanos, (deber de establecerlo en un plazo de un (1) año a contar de la vigencia de la L. 5.970). El sistema de tratamiento que elijan comprenderá las fases de generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos de origen domiciliario, vial, industrial, sanitario y comercial, producidos en su jurisdicción (Arts. 2º, L. 5.970).
- Realizar controles sanitarios efectivos (Arts. 2º, L. 5.970).
- Evitar y sancionar la contaminación y sus riesgos, la manipulación clandestina de la basura, el desvío de camiones y el vuelco en lugares no autorizados por parte de los empleados municipales y/o de empresas concesionarias (Arts., 2º, L. 5.970).
- Utilizar tratamientos aprobados según artículo 3º Ley N° 5.970 (procesos de estabilización biológica -rellenos sanitarios y compostaje con o sin selección de materiales; incineración de residuos sanitarios con tratamiento de gases o cualquier otro sistema que cumpla con las normas vigentes de protección ambiental y sanitaria).
- Entregar la información necesaria para que el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, evalúe técnicamente el impacto ambiental que el sistema integral de tratamiento de residuos adoptado realice en el lugar elegido para su radicación.

En la **Figura 7**, se puede observar la regionalización propuesta para la Provincia de Mendoza, en el Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos, tendiente a la gestión integral e integrada de los residuos sólidos urbanos.

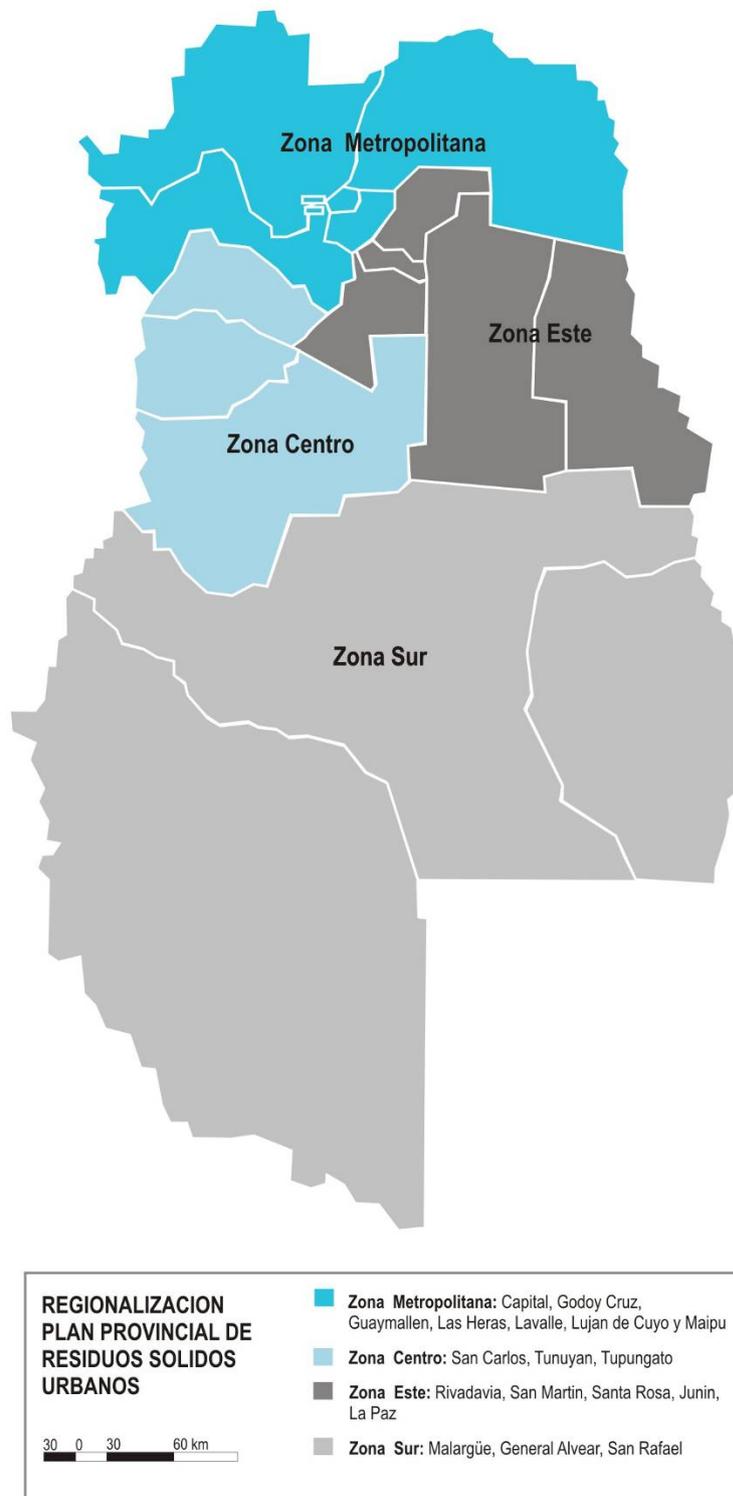


Figura 7: Regionalización Propuesta en el Plan Provincial de RSU

En el Gran Mendoza la prestación del servicio de higiene urbana, como así también la fiscalización de la gestión de los residuos sólidos urbanos está a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios Públicos, a través de la Dirección de Servicios Públicos de cada Municipio.

3.4.2.2 Ficha Resumen del Plan Provincial de RSU

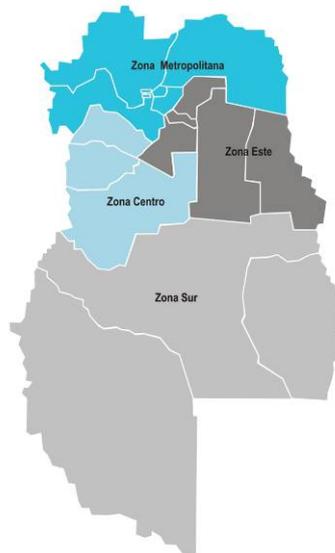
A continuación, se presenta los principales aspectos del Plan Provincial de Residuos Sólidos de la Provincia de Mendoza, y un detalle del estado de avance en cada una de las regiones propuestas.

TABLA 11: Resumen Plan Provincial de RSU – Provincia de Mendoza

Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos – Provincia de Mendoza	
Objetivos	<i>Optimizar y sistematizar la gestión de residuos sólidos urbanos en la Provincia de Mendoza.</i>
Definición del Sistema	<i>Un sistema de manejo de residuos sólidos, implica tener en cuenta seis etapas consecutivas, las que se encuentran interrelacionadas y que pueden, a efectos de su análisis, desagregarse en: Generación, Disposición inicial, Recolección, Transporte, Tratamiento y Disposición Final. El plan abarca el análisis integral de todas y cada una de las etapas nombradas, identificando la etapa de tratamiento y disposición final, como la más crítica y que plantea la necesidad de intervención del Gobierno Provincial. En función de esto se desarrollaron estudios específicos por cada región, para el correcto dimensionamiento de las obras y de los costos de ejecución de las mismas en la etapa de inversión y operación. A ello se incorporan estudios económicos, ambientales y de gestión y regulación del servicio involucrado, todo ello directamente orientado a optimizar su prestación y en condiciones de eficiencia equivalente en toda la provincia.</i>
Etapas del Proyecto	<p><i>Para el logro del objetivo se focalizaron acciones al punto crítico de la gestión actual, que lo constituyen la falta de plantas de tratamiento y/o disposición final El Plan se dividió en TRES ETAPAS:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Etapa de Preinversión: <i>Consiste en la elaboración de proyectos de plantas de tratamiento y/o disposición final.</i> • Etapa de Inversión: <i>Implica la ejecución de las obras de infraestructura proyectadas, destinadas al tratamiento y/o disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos.</i> • Etapa de Operación: <i>Tiene por finalidad el seguimiento y control de la prestación de los servicios, los cuales deberán ajustarse a los niveles de calidad y eficiencia, atendiendo a la adecuada protección del ambiente.</i>

Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos – Provincia de Mendoza

**Regionalización
Propuesta**



El plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos busca atender a las distintas realidades Urbanas de la Provincia, priorizando las que se constituyen en cabeceras de las jurisdicciones municipales.

A tal efecto se propuso la regionalización de la provincia, tendiente a la integración de distintas áreas servidas en función de su nuclearización en una única planta de tratamiento o disposición final. Esta regionalización permite reducir notablemente los costos de inversión y de operación, con significativas ventajas desde el punto de vista territorial y ambiental.

Las ubicaciones de las plantas de tratamiento y/o disposición final serán definidas por los municipios mediante acuerdos con el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales.

El Gobierno Provincial propondrá distintas alternativas de ubicación, preferentemente en terrenos fiscales y que no se encuentren incorporados a actividades agrícolas. Para la selección del sitio se tendrá en cuenta su ubicación sobre vías de comunicación existentes y de fácil acceso de tránsito pesado y realizarse previamente algunas evaluaciones de las características hidrogeológicas de la zona. Las plantas de tratamiento y/o disposición final, cuando sea factible se ubicaran equidistantes y actuando como núcleo de una o más áreas urbanas de uno o más Departamentos.

Zona Centro

**Regionalización
Propuesta**



Municipalidades de San Carlos, Tunuyán y Tupungato.

Se concluyó la Etapa de Preinversión, contando con el proyecto ejecutivo de la Planta Intermunicipal de Tratamiento y/o Disposición Final de residuos sólidos urbanos generados en el ámbito de los tres Departamentos involucrados. Esta infraestructura cuenta con su correspondiente Declaración de Impacto Ambiental, en el marco de la Ley Provincial N° 5961.

La construcción de la Planta en el Departamento de San Carlos, se inició en 2006 en la localidad denominada Valle del Toba. Además se ha proyectado en el Departamento de Tupungato, una Planta de Transferencia de los residuos allí generados para su posterior transporte con equipamiento especial.

El Consorcio Intermunicipal de la Zona Centro (COINCE), se encuentra operando desde 2005.

Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos – Provincia de Mendoza

Zona Este

**Regionalización
Propuesta**



Municipalidades de San Martín, Junín, Rivadavia, Santa Rosa y La Paz.

Se ha concluido la Etapa de Preinversión, contando con el proyecto ejecutivo de la Planta Intermunicipal de Tratamiento y/o Disposición Final de residuos sólidos urbanos generados en el ámbito de los cinco Departamentos involucrados, más una Estación de Transferencia. Estas infraestructuras cuentan con su correspondiente Declaración de Impacto Ambiental, en el marco de la Ley Provincial N° 5961.

En septiembre de 2014 se inició la Etapa de Construcción de un Centro de Disposición Final de RSU en Rivadavia y una Estación de Transferencia en San Martín. Estas obras se realizan como resultado de un Proceso Licitatorio iniciado en 2012 y que previó la construcción de las obras mencionadas y su operación por 36 meses, con financiamiento del Banco Mundial.

El Consorcio de la Zona Este está conformado desde 2009, y será el responsable del control de la operación de las obras mencionadas.

Zona Metropolitana

**Regionalización
Propuesta**



Municipalidades de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú

Con los Municipios del Área Metropolitana se ha firmado durante el año 2001, un Protocolo entre el Ministerio de Ambiente y Obras Públicas con los Municipios de la Zona Metropolitana, con la finalidad de comenzar con la Etapa de Preinversión, es decir realizar los estudios y proyectos destinados a la optimización del transporte y Disposición final de residuos sólidos urbanos generados en el ámbito de los Departamentos mencionados.

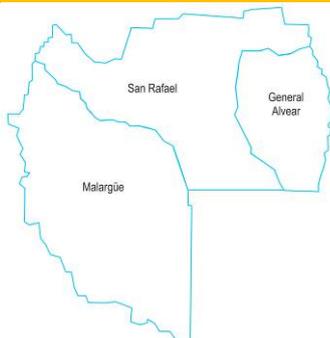
Durante el año 2004, la Universidad Tecnológica Nacional realiza los estudios para la Zona Metropolitana que posteriormente fueron completados por la Consultora IATASA en 2009. Tomando como base ambos estudios la Unidad de Proyectos críticos del Ministerio, desarrolla el Proyecto Ejecutivo del Proyecto GIRSU para la Zona Metropolitana, cuyas obras de infraestructuras serán financiadas por el BID, a través de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.

Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos – Provincia de Mendoza

El Gobierno de la Provincia, a través el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, hasta tanto se pueda materializar la conformación del Consorcio previsto para esta Región, y la construcción de las nuevas infraestructuras, desde 2004 viene subsidiando a los Municipios que integran la Zona Metropolitana para que realicen la disposición de sus residuos en el Vertedero Controlado de Las Heras.

Zona Sur

Regionalización Propuesta



Municipalidades de San Rafael, General Alvear y Malargüe

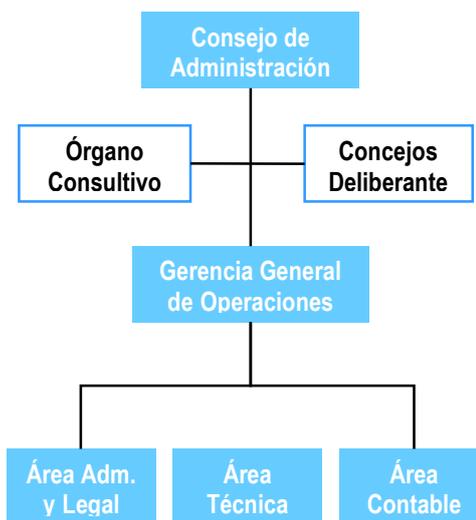
Se ha completado Etapa de Preinversión con la confección de los proyectos ejecutivos para los Departamentos de la Zona Sur.

En este caso, por razones de distancia geográfica, se han desarrollado soluciones de tipo monomunicipal para cada uno de los Departamentos.

En los Municipios de Malargüe y General Alvear, se construyeron durante 2010, las infraestructuras proyectadas para la disposición final de los residuos que incluyen Plantas de Separación y Relleno Sanitario. Estas obras fueron financiadas por el Banco Interamericano de Desarrollo, y actualmente están operando.

Queda pendiente el desarrollo del proyecto GRSU para el Departamento de San Rafael.

Modelo de Consorcio Propuesto



Funciones y Atribuciones del Consorcio

1. Proponer y aplicar una reglamentación uniforme del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos generados en el territorio de los Municipios.
2. Operar y mantener las infraestructuras construidas.
3. Organizar y aplicar una Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos de la región.
4. Desarrollar una normativa común a los Municipios de la Región para la optimización del funcionamiento del sistema.

FUENTE: Elaboración Propia

3.5 Proyectos asociados

La construcción y puesta en marcha del Centro Ambiental El Borbollón, constituye la Primera Etapa del “Proyecto GIRSU Zona Metropolitana” a ser financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo. Una vez que esta infraestructura se encuentre operando, comenzará el desarrollo de la Segunda Etapa, que incluye el cierre y remediación de cuatro basurales, como ya se mencionó precedentemente: 1) Basural Campo Papa (Godoy Cruz), 2) Basural Puente de Hierro (Guaymallén), 3) Basural Campo Cacheuta (Luján de Cuyo) y 4) Basural Uspallata (Las Heras). Además esta segunda etapa incluye también, la construcción de cinco Puntos Verdes en distintos municipios de la zona de estudio, cuya localización y sistema de funcionamiento se deberá estudiar en detalle, una vez que se ponga en marcha el sistema. Los Puntos Verdes se entienden como sitios de recepción de material separado en domicilio, cuya función principal es el desarrollo de la cultura de la separación de residuos en la población y la inclusión de los actuales separadores informales de residuos en el trabajo formal, tarea que se está desarrollando con mayor profundidad en el Plan de Inclusión Social (PISO), desarrollado para el *Proyecto GIRSU Zona Metropolitana de Mendoza*.

Por otra parte, también se deberá desarrollar un *Plan de Remediación de microbasurales*, que incluya todos los sitios impactados en cada Departamento de la Zona de Estudio; trazando el correspondiente cronograma de acciones, en función de las características de cada uno de los sitios evaluados. Esta tarea será financiada en forma conjunta por el Gobierno de la Provincia y cada uno de los Municipios involucrados.

3.6 Políticas de crecimiento futuro

Las obras proyectadas para el Centro Ambiental, tienen un horizonte de vida de 20 años, y están constituidas por cuatro (4) módulos de relleno sanitario, con una vida útil cada uno de 5 años, más una Planta de Separación de residuos y demás instalaciones complementarias (oficinas, báscula de ingreso, galpón de mantenimiento, cierre perimetral, caminos interiores, barrera forestal, entre otros) . Inicialmente se construirá el primer módulo de disposición final y todo el resto de la infraestructura mencionada. Los siguientes módulos se irán construyendo a medida que se vaya agotando la capacidad del módulo en operación.

Debido a las dimensiones del terreno de implantación (alrededor de 400 hectáreas), siendo que el proyecto del Centro Ambiental sólo ocupará alrededor de 90 hectáreas en el período mencionado, se podrá proyectar el desarrollo a futuro de nuevos módulos de disposición final una vez transcurrido los 20 años.

Además, como ya se mencionó se prevé para una segunda etapa el cierre y remediación de los actuales macro-basurales presentes en la zona de estudio, y la construcción y operación de Puntos Verdes, como centro de recepción y venta de material separado en origen, localizados en distintos Departamentos de la Zona Metropolitana.

3.7 Vida útil de proyecto

El horizonte del proyecto se estima en 20 años y los parámetros de diseño se corresponden con una tasa promedio de ingreso de residuos de aproximadamente 1.564 Tn/día para el año promedio de diseño, de las cuales se destinarán a disposición final, previo desvío a Planta de Separación y Sector de Compostaje alrededor de 1.271 Tn/día. Los residuos dispuestos en los módulos de relleno sanitario tendrán una densidad de compactación de 1 Tn/m³, la cual se logrará con equipos como topadoras sobre orugas, con pesos igual o superiores a 20 Tn, y realizando 3 (tres) pasadas de compactación, para capas de espesor no superior a los 30 cm. Consecuentemente el Módulo 1 (calculado para una vida útil de 5 años) tendrá un volumen de almacenamiento de:

$$\text{Volumen de residuos} = \frac{38.129 \text{ Ton / mes} \times 12 \text{ meses} \times 5 \text{ años}}{1 \text{ Ton / m}^3} = 2.287.758 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen suelo de cobertura} = 15\% (\text{Volumen de residuos}) = 343.164 \text{ m}^3$$

Para este Módulo Inicial (M1), se ha adoptado una forma casi cuadrada, a los fines de maximizar el aprovechamiento del área disponible para ubicación de los sucesivos módulos. Las dimensiones exteriores a nivel de cota de coronamiento de los terraplenes perimetrales son de 420 m x 480 m. La profundidad promedio de excavación es de 3 metros, y la altura máxima de los módulos alcanzará alrededor de los 17 metros (respecto del nivel de terreno natural), es decir 14 metros sobre el nivel de coronación del terraplén. Y se calcula un nivel de asentamiento de alrededor de un 20%, lo cual daría una altura final de 11 metros sobre nivel de terraplén. Con estos datos arribamos a un volumen disponible de 2.373.485 m³.

Este módulo, dimensionado para cinco años de operación, se repetirá en forma similar, para los siguientes dos módulos (M2 y M3). Para el cuarto módulo, se adoptará una forma rectangular (debido a las características topográficas del relleno), conservando la misma capacidad de almacenamiento, y con el que se dará fin a la vida útil proyectada.

Es importante destacar que, debido a la superficie total del terreno disponible, podrán diseñarse y construirse mayor cantidad de módulos a futuro, lo cual extenderá la vida útil del mismo. Ver **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

3.8 Ubicación física del proyecto

El Centro Ambiental El Borbollón se emplazará en un predio de **428,47 hectáreas**, ubicado en el Departamento de Las Heras, Distrito Capdevila, cuya identificación catastral es Lote 03-0188-2300-730179. En la **Figura 8** se puede observar un croquis de localización del terreno y sus colindancias, y en **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**, se agrega mensura y localización.

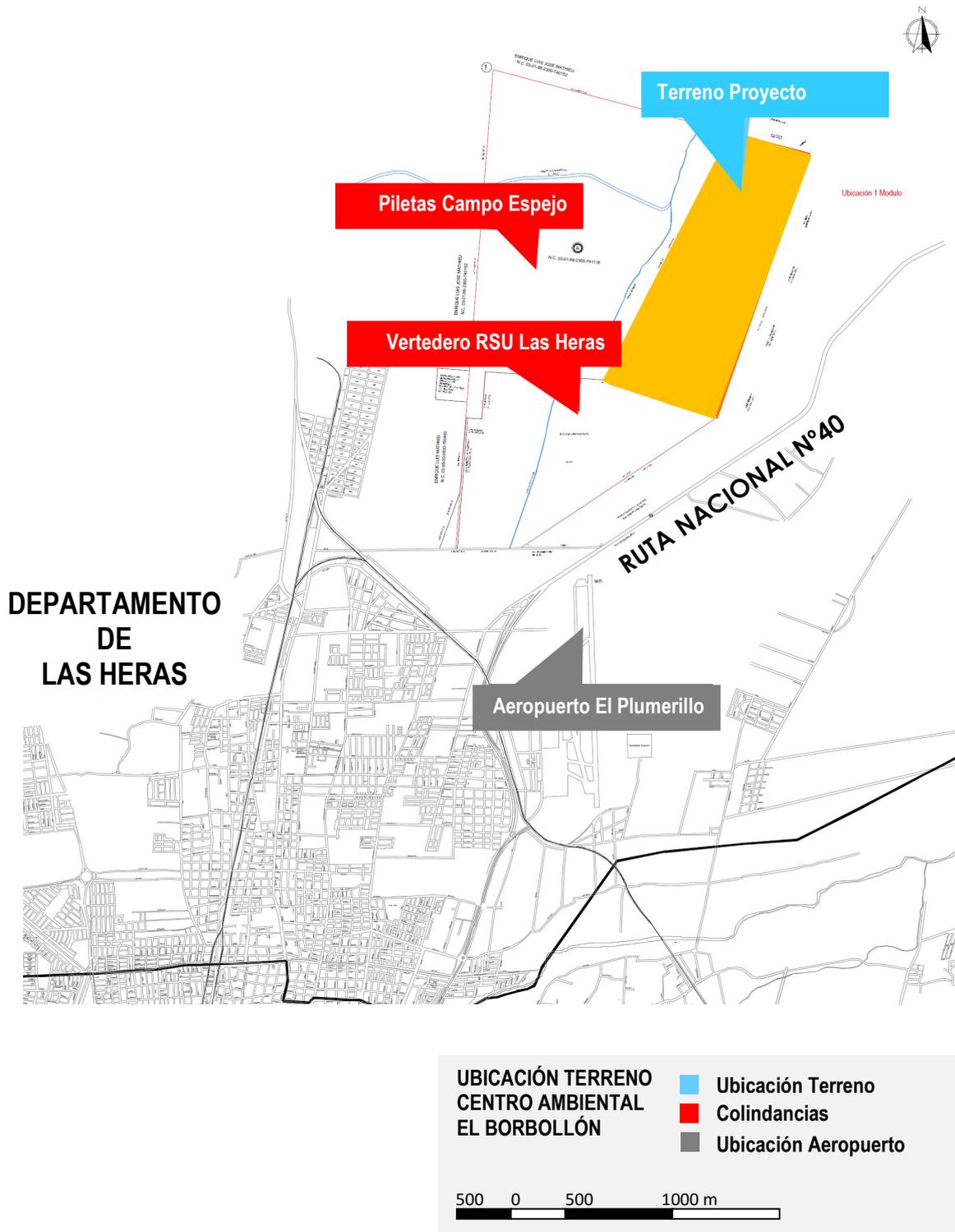


Figura 8: Ubicación del terreno y colindancias

3.9 Selección del Sitio

La ubicación del Centro Ambiental, fue analizada en el “**Informe 1: Estudio de Diagnóstico del Proyecto para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos - Zona Metropolitana - Provincia de Mendoza**” presentado por el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales ante la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (2013), en donde se realizó la ponderación del sitio más adecuado para la implementación de las infraestructuras a construir. Se acompaña una imagen satelital con la ubicación de los sitios evaluados y una sinopsis de los aspectos ponderados. El desarrollo completo de esta evaluación se encuentra en el informe mencionado.

Para la selección del sitio para la implantación de Centro Ambiental se realizó la comparación entre dos posibles predios, uno localizado en el Departamento de Las Heras y otro en el Departamento de Luján de Cuyo.

La preselección de los sitios para la disposición final de los residuos sólidos se efectuó teniendo en cuenta que, de todos Departamentos que componen la Zona Metropolitana, solamente los *Departamentos de Luján de Cuyo y Las Heras* poseen sitios aptos para la implantación de un proyecto de las características descriptas. Así por ejemplo, en el *Departamento de Guaymallén* hay muy pocos sitios de propiedad fiscal con el agravante de presentar niveles freáticos muy altos (profundidades entre 2 y 3 metros).

El *Departamento de Godoy Cruz*, solamente posee el sector del piedemonte como superficie para analizar, pero se trata de una zona de recarga de acuífero subterráneo, con fuertes pendientes zonales, suelos permeables y alto riesgo aluvional.

En el *Departamento de Capital* no existen zonas aptas para la implantación de un Centro de Tratamiento y Disposición Final de residuos (CTDF) dado que se halla fuertemente urbanizado sin dejar áreas disponibles.

El *Departamento Lavalle* se halla a una distancia de 40 km de Capital, lo cual implicaría altos costos de transporte, además de carecer de la infraestructura mínima de servicios para la implantación del Centro Ambiental.

Por estos motivos sólo se analizaron los sitios: 1) El Borbollón – Departamento de Las Heras, y 2) Agrelo – Departamento de Luján de Cuyo. Para la comparación se tuvieron en cuenta distintos factores, que posteriormente se ponderaron, como:

- **Factores Territoriales:** Usos del suelo, Ordenamiento Territorial previsto, Factores económicos, y factores socioculturales.
- **Factores hidrogeológicos:** Profundidad de niveles freáticos y riesgo aluvional.

- **Factores relativos al transporte:** Distancias, cantidad de viajes y kilómetros diarios a recorrer.

La selección del sitio se efectuó en base a la consideración integral de todos los factores considerados. Dado que cada uno de ellos pesa diferencialmente en la decisión, se adoptó una regla de ponderación por grupos de factores. Así, en la selección de la localización, los factores vinculados a la hidrología constituyen un 40% de la calificación total de cada sitio; los factores socio-culturales (entre los que se incluyen las expectativas de la sociedad) inciden en un 30%, mientras que los relativos a uso del suelo/ordenamiento territorial, los económicos y los vinculados al transporte, aportan un 10% de la calificación total cada uno. Esta modalidad de ponderación de los factores de evaluación, se expresa en el siguiente polinomio:

$$\text{Calificación Total} = 0,4 \times H + 0,3 \times SC + 0,1 \times OT + 0,1 \times E + 0,1 \times T$$

(Calificación Máx = 10)

En donde:

H = Factores hidrogeológicos

SC = Factores socio-culturales

OT = Factores relativos al uso del suelo / ordenamiento territorial

E = Factores económicos

T = Factores vinculados al transporte

Los resultados obtenidos, se pueden observar en la siguiente tabla comparativa.

TABLA 12: Resumen Evaluación para Selección del sitio

Polinomio de calificación comparativa			
Grupos de Factores	Ponderación %	1 Campo Espejo	2 Agrelo
Costo del Transporte	10	9	5
Uso del suelo	10	9	6
Actividad Económica	10	8	5
Hidrogeológicos	40	7	6
Socio Culturales	30	8	5
	100%		
Calificación Técnica Máximo	7	5,4	4
Calificación Total Máximo	10	7,8	5,5

FUENTE: Sistema de Gestión Integral de RSU-Área Metropolitana – Mendoza UTN-FRM (2004)

Dado que la consideración de las expectativas de la comunidad es una variable de localización sumamente importante pero que se maneja con criterios y modalidades de gestión distintas de las de los factores "técnicos", se efectuó una "calificación técnica" que incluye todos los factores menos aquélla. De este modo, se puede evaluar separadamente el peso de esta "variable independiente" en la aptitud de los distintos sitios. En este caso, el polinomio es el que sigue:

$$\text{Calificación técnica} = 0,4 \times H + 0,10 \times OT + 0,10 \times E + 0,10 \times T$$

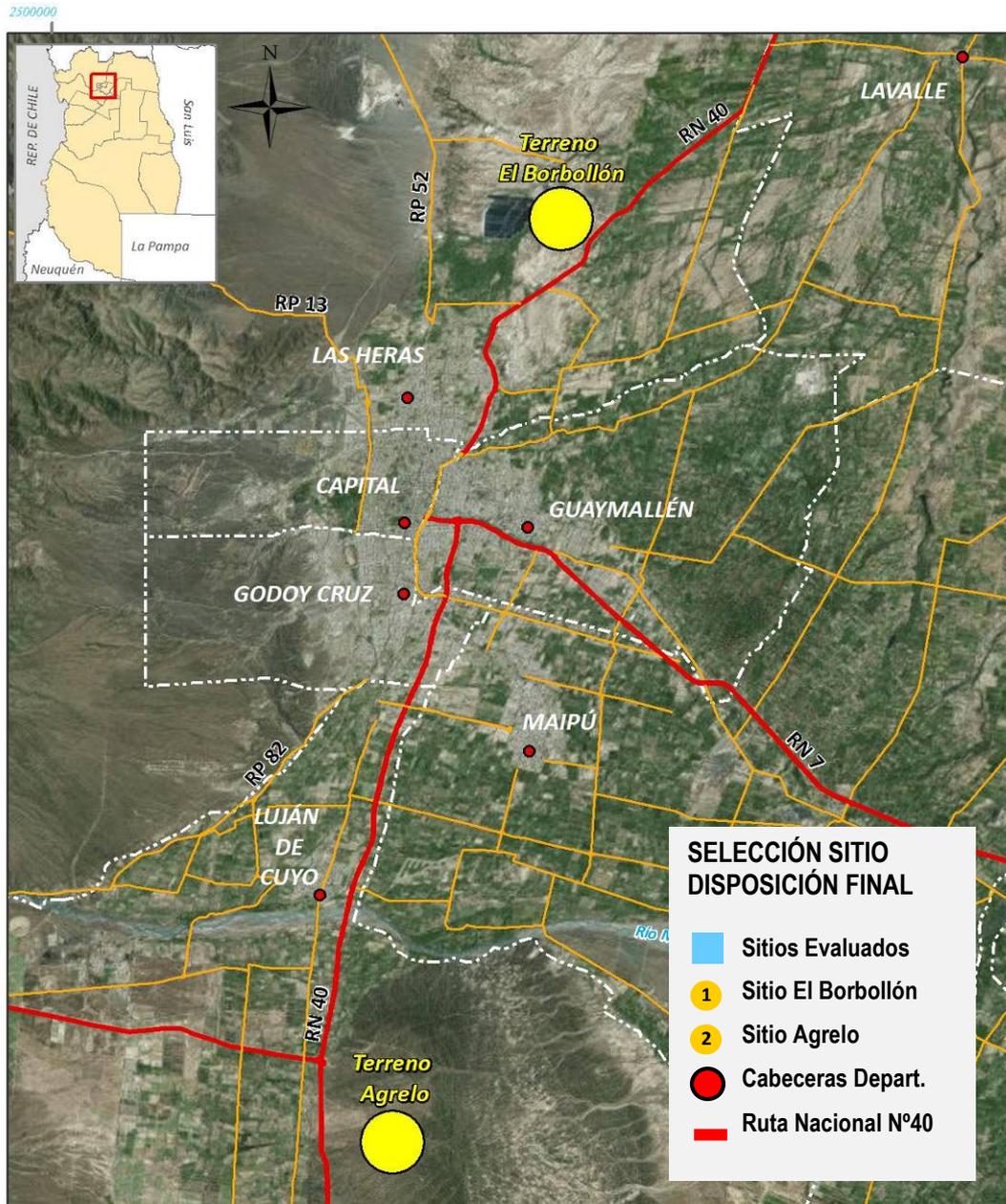
(Calificación máxima = 7)

La ponderación indica el peso relativo otorgado a cada uno de los grupos de factores en la construcción de la calificación.

El sitio que aparece con mayor calificación para la localización (en ambas calificaciones) es el de Campo Espejo en el Departamento Las Heras, siendo sus ventajas con respecto al sitio de Agrelo:

- Menor Distancia Media de Transporte
- Menor visualización desde la Ruta
- Mayor aceptabilidad social e incorporación cultural del entorno.
- Terreno de propiedad fiscal.
- Baja permeabilidad natural del terreno.

Por lo que se concluye que el sitio más apropiado desde los puntos de vista técnico, económico, ambiental y social para la localización del Centro Ambiental es el ubicado en el Departamento de Las Heras.



-  Sitios Evaluados
-  Cabecera Departamental
-  Límite Departamental
- Ruta**
-  Nacional
-  Provincial

Elaboración cartográfica: SLAT



Sistema de Proyección Posgar 1998, Arg. Zona 2

Figura 9: Sitios Propuestos – Cabeceras Municipales y Rutas

3.10 Colindancias del predio

El terreno de implantación del Centro Ambiental El Borbollón se orienta en sentido Norte-Sur. En este predio actualmente no se desarrolla ninguna actividad.

Los límites del terreno son: al Norte y Este colinda con terrenos de propiedad privada, al Oeste con las *Piletas de tratamiento de efluentes cloacales de Campo Espejo*, al Sur con el *Actual Vertedero Controlado de RSU* de la Municipalidad de Las Heras y las *Celdas de Disposición de residuos patogénicos tratados*. Además, a una distancia de aproximadamente 2 km hacia el Sur, se ubica el *Parque Industrial Minero Eje Norte*, y hacia el Sureste, el *Aeropuerto Internacional Mendoza El Plumerillo*. Se agrega croquis de localización de las colindancias del predio.



Figura 10: Ubicación terreno y detalle de Colindancias

3.10.1 Piletas de tratamiento de Campo Espejo

El Establecimiento Depurador Campo Espejo se ubica en el Departamento de Las Heras, Localidad El Resguardo, a 18 km de la Ciudad de Mendoza en dirección norte. En él se realiza el tratamiento de los efluentes cloacales provenientes del Gran Mendoza

El sistema de tratamiento es por lagunas, recibiendo los afluentes del Gran Mendoza, fundamentalmente Capital, Las Heras y parte de Godoy Cruz, por medio de dos colectores de 1300 mm y 1500 mm. El caudal de ingreso (aproximadamente 4.400.000 m³/mes) se deriva a doce baterías de lagunas, constituidas por tres lagunas cada una: primarias facultativas, secundarias facultativas y terciarias de maduración, instaladas una a continuación de la otra. Estas lagunas que ocupan una superficie de 278 hectáreas (espejo de agua), tratan y operan la totalidad de los efluentes recibidos (146.620 m³/día).

Las dimensiones de las baterías de lagunas no son iguales, ya que fueron diseñadas aprovechando la morfología del terreno, para reducir el movimiento de tierras. Por ello, son alimentadas en función de su tamaño y para mantener constante el tiempo de residencia del mismo.

Las características de cada etapa del sistema de tratamiento se muestran en la tabla siguiente.

TABLA 13: Características Piletas de Tratamiento de Efluentes Cloacales de Campo Espejo

ETAPAS	Primaria	Secundaria	Terciaria
Número de lagunas (u)	12	12	12
Profundidad media (m)	2,17	2,17	2,07
Relación L/A de las lagunas	6,1	3,1	3,1
Carga orgánica (kg DBO/ha/día)	22.200	13.320	4.000
Área de tratamiento (ha)	153	63,49	62,87
Ancho (m)	145	131	130
Longitud (m)	885	405	403
Efluente (L/s)	1.604,37	1.566,16	1.563,01
Período de retención real (días)	10,9	4,9	5,3
Tasa de mortalidad de bacterias (L/día)	0,3683	0,4297	0,6080
Factor de dispersión	0,0550	0,0986	0,1095
Factor adimensional	1,3766	1,3529	1,5510
Colimetría fecha del efluente (NMP/100 ml)	2,02E+05	3,31E+04	2,54E+03

Fuente: Estudio General Campo Espejo – Proyecto Regional Sist. Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina. Convenio: IDRC-OPS/HEP/CEPIS – 2000-2002.

La planta no tiene previsto retiro de lodo. Se prevé en el futuro extraer lodo por bombeo. Las coronas y taludes se mantienen en buen estado de conservación. El Departamento General de Irrigación, realiza monitoreos frecuentes de las aguas residuales crudas y tratadas, y de la napa freática mediante una red de 15 freatómetros, dispuestos en el perímetro de las lagunas.

El efluente resultante del tratamiento del establecimiento Campo Espejo, no realiza vuelco a cuerpo receptor, ya que todo el efluente se dirige a un Área de Cultivos Restringidos (ACRE), que alcanza las 1.900 hectáreas agrícolas regadas. En el ACRE hay: 655 has. de Vid, 548 has. de hortalizas, 357 has. de pastos, 107 has. de forestales y 118 has. de frutales, totalizando 1.785 hectáreas implantadas. En la **Figura 11** se puede observar el área abarcada por esta área de cultivos restringidos.

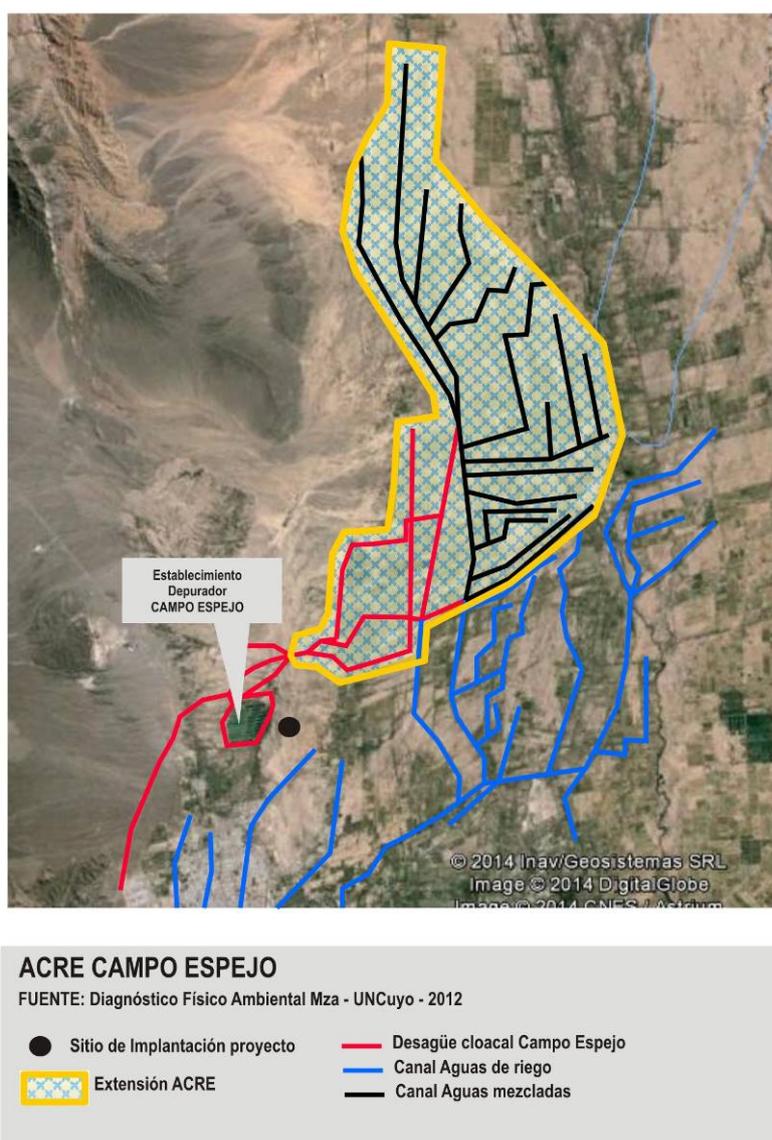


Figura 11: Área de Cultivos Restringidos (ACRE) de Campo Espejo

El control y monitoreo actual del ACRE, está a cargo del Departamento General de Irrigación, AySAN y la Municipalidad de Las Heras, en forma conjunta.

Las propiedades regadas con estos efluentes son, en general privadas o tenencias precarias a privados.

Como conclusión se puede establecer que la zona regada con los efluentes de Campo Espejo en la actualidad registra un impacto positivo, puesto que inicialmente esta zona era regada con líquido cloacal crudo, proveniente de un campo de derrame, hasta que en 1976 se inauguró el Establecimiento Depurador Campo Espejo, que inicialmente era una Planta de Tratamiento Primario, cuyos efluentes regaban no sólo la zona actualmente utilizada por el ACRE, sino que se mezclaba con el agua de riego proveniente de canales del Río Mendoza. Actualmente, están separadas las aguas de riego con respecto al efluente de Campo Espejo. La zona de ACRE se circunscribe al riego con el efluente, separada de los demás sectores con riego por canales por la Ruta Nacional N°40.

Es importante tener en cuenta, que por lo indicado en el párrafo precedente, los suelos del sector, como así también la primera napa de aguas subterráneas, se hallan totalmente impactadas por el derrame de efluentes cloacales sin tratar, y esto se debe tomar como línea de base previa a la implantación del emprendimiento.

3.10.2 Vertedero Controlado de RSU

En el sector ubicado inmediatamente al sur del predio donde se instalará el Centro Ambiental El Borbollón, se encuentra el *Vertedero Controlado de RSU de la Municipalidad de Las Heras*, que fue concesionado por este Municipio a la Empresa LIME S.A., perteneciente a IMPSA Servicios Ambientales, en 2001 y quien lo opera hasta la actualidad. Este vertedero ocupa actualmente una superficie aproximada de 6 hectáreas.

Es importante aclarar que previo a esta concesión en el sitio se encontraba un basural a cielo abierto, utilizado como el sitio de disposición final de residuos de la Municipalidad de Las Heras. Este basural fue clausurado previo al inicio de las actividades del actual Vertedero. La clausura consistió en la redistribución y compactación de los residuos dispuestos, y posterior cobertura con suelo del lugar (de características limo-arcillosas).

Las características del actual Vertedero son las siguientes:

- Cuenta con cierre perimetral.
- Control de acceso y báscula de pesaje de camiones.
- Disposición controlada de los residuos, en celdas excavadas, las que están impermeabilizadas con suelo del lugar.
- Compactación y tapada diaria de residuos.

Es importante comentar que en 2009 se comenzó con el desarrollo de un Proyecto de Des-gasificación de las celdas de residuos, mediante la extracción forzada, y posterior destrucción de gases efecto invernadero, haciendo uso de una instalación recuperación de “Biogas”, que consta de 40 pozos de 10 metros de profundidad, en las celdas cerradas.

Este proyecto iniciado en 2009, tendrá una continuidad hasta 2019, instalando los sistemas de extracción en los sectores del Vertedero que se van cerrando.

3.10.3 Parque Industrial Minero Eje Norte

El Parque Industrial y Minero Eje Norte es administrado por la Asociación de Empresarios de Pimen (AEPIMEN) y la Municipalidad de Las Heras. Sus límites son:

- Al Este: Ruta Nacional N°40.
- Al Norte: Calle Santa Rita.
- Al Sur: Calle Álvarez Condarco.
- Al Oeste: Ferrocarril Belgrano

La vía de acceso más cercana es la Ruta Nacional N°40. Este Parque Industrial ocupa una superficie total de 320 hectáreas, de las cuales hay 161 hectáreas ocupadas y 159 hectáreas disponibles. Hay 87 empresas radicadas, de las cuales 52 están activas, 25 en etapa de construcción y 10 han iniciado trámites para acceder al Parque⁴.

Las actividades que se desarrollan en el Parque son: metalúrgica, carpintería de madera, de aluminio y metálica, textil, mueblería, pintura, plástico, depósito de productos químicos, depósitos varios, alimentos, vinagre, grasa. En este parque no está permitida la instalación de industrias contaminantes, como tampoco la entrada al Parque de tránsito y/o tratamiento de residuos patogénicos o industriales peligrosos.

Para la instalación de las industrias en este Parque, los terrenos son donados por el Municipalidad y adjudicados a las empresas mediante procesos licitatorios.

3.10.4 Aeropuerto Internacional El Plumerillo

El Aeropuerto Internacional El Plumerillo se encuentra a 8 km de la Ciudad de Mendoza, en el Departamento de Las Heras, hacia el norte de la ciudad, localizado a 32° 49' 54" S y 68° 47' 34" O. Es uno de los más importantes que posee la Argentina, ya que sirve a la región de Cuyo y a países limítrofes. Sus características son las siguientes:

⁴ Según información publicada por el Instituto de Desarrollo Industrial, Tecnológico y de Servicios (IDITS)

- Categoría de Referencia OACI: 4E
- Categoría de Sanidad: 3
- Horario de Operación: 24 hs- Aeropuerto Internacional
- Pista: 18/36 2.835 m x 54 m. Hormigón
- Superficie: 490 hectáreas
- Aeroestación: 10.600 m².
- Tipo de pista: vuelo por instrumentos.
Cabecera 36 – Sur: Para aproximaciones de precisión.
Cabecera 18 – Norte: Para aproximaciones que no sean de precisión.
Pistas con ayuda radioeléctrica para aeronavegación, aproximación y aterrizaje.
- Opera como aeropuerto de cabotaje e internacional en el transporte aéreo regular, no regular, en aviación general, en la actividad de escuela y trabajo aéreo.
- Registra una actividad de 35 movimientos diarios (un aterrizaje o despegue se considera movimiento).
- El 80% de los movimientos se realiza por Cabecera 36 (Sur), y el 20% restante por Cabecera 18 (Norte).

Normas de seguridad aeroportuarias y riesgo aviario

En este punto es importante evaluar la interacción posible entre las actividades del Aeropuerto y las del Centro Ambiental a implantar, debido a la posibilidad de riesgo aviario, entendiendo el mismo, como la presencia de aves en las cercanías del sector de operaciones del aeropuerto, que por sus características (tamaño o bandadas), puedan desencadenar accidentes aéreos.

A los efectos de esclarecer este punto, se tratarán dos aspectos. Uno es la posibilidad de atracción de aves que pudiera provocar la infraestructura a construir, y el otro es la localización relativa del emprendimiento con relación a las áreas de restricción establecidas por la normativa aeroportuaria.

En primer lugar comenzaremos diciendo que actualmente en el entorno del sitio de implantación del nuevo proyecto, se ubican las piletas de tratamiento de efluentes cloacales de Campo Espejo y el Vertedero Controlado de disposición de residuos sólidos urbanos de la Municipalidad de Las Heras; siendo estas dos actividades, potenciales atractores de aves. Esto implica, que el sitio ya se encuentra fuertemente impactado en lo que se refiere al “riesgo aviario”. La nueva infraestructura (Centro Ambiental El Borbollón), reemplazará al actual Vertedero de residuos de Las Heras, mejorando la gestión actual.

Actualmente, el vertido de RSU en el sitio, se realiza en condiciones semicontroladas, es decir que no se cumple con todos los requerimientos de un relleno sanitario, en tanto las nuevas instalaciones cumplirán con todas las normativas nacionales e internacionales referidas a disposición final de residuos,

ya que la técnica utilizada será la de relleno sanitario. Esto, operativamente implica la compactación y tapada diaria de residuos, lo que en sí evita la concurrencia de aves en busca de alimento, siendo ésta una de las diferencias fundamentales entre un relleno sanitario y un basural a cielo abierto, donde los residuos quedan totalmente expuestos.

Además, y en cumplimiento de los estándares internacionales que se establecerán para la operación de este sitio, se implementarán medidas de control de operaciones para el resguardo de la higiene y seguridad del sitio, que contribuirán a ahuyentar la presencia de aves. En el **Anexo 2: Memoria Técnica y Operativa**, se establecen mayores especificaciones sobre medidas de control de aves.

Por otra parte, es importante destacar que la implementación de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, implicará que una vez que se encuentre operativo el Centro Ambiental destinado a la disposición final controlada de residuos, se procederá a la aplicación de un *Plan Regional de Remediación de basurales a cielo abierto*, eliminando de este modo las amenazas que actualmente existen en las inmediaciones del Aeropuerto El Plumerillo.

A los efectos de determinar la posición del emprendimiento con relación al aeropuerto, y sus zonas de restricción, se presenta una revisión de la normativa aeroportuaria. Esta información fue aportada por la Dirección de Desarrollo Territorial⁵, en base a documentación presentada por el Comité de Seguridad Aviario dependiente de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC). En la **Figura 12**, se puede observar la localización del futuro Centro Ambiental, con relación a las zonas de seguridad del Aeropuerto. Se definen las zonas del siguiente modo:

El **Área de Aplicación** del Aeropuerto, comprende el Aeropuerto propiamente dicho y su entorno. Es el área adoptada para el relevamiento, identificación, evaluación y manejo de los factores de riesgo y gestión de la seguridad operacional, la preservación y armonización de los ámbitos concurrentes. Se divide en tres zonas diferenciadas y concéntricas con relación al centro geométrico de la pista. Estas son: Zona Interna, Entorno Inmediato y Entorno Distante.

- **Zona Interna:** Es el predio aeroportuario, denominada área de evaluación y ejecución. Los factores de peligro y las situaciones de riesgo en esta zona tienen carácter crítico, condicionando seriamente la seguridad aérea, por cuanto pueden producir efectos extremos inmediatos. Sus límites físicos no afectan la continuidad de los espacios aéreos y preservan esta área del ingreso de fauna terrestre y personas no autorizadas. Las previsiones, medidas y acciones de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de esta zona son ejecutadas por sus responsables

⁵ Informe aportado por la Arq. Miriam Cumaodo, Agencia Provincial de Ordenamiento, en función de documento presentado por Sr. Hugo Irusta, Ex – Jefe del Área Aeródromo, Aeropuerto de Mendoza, ante la Ex - DOADU.

(concesionario, propietario, titular, etc.) de modo directo, y fiscalizadas por la Autoridad Aeronáutica del Aeropuerto.

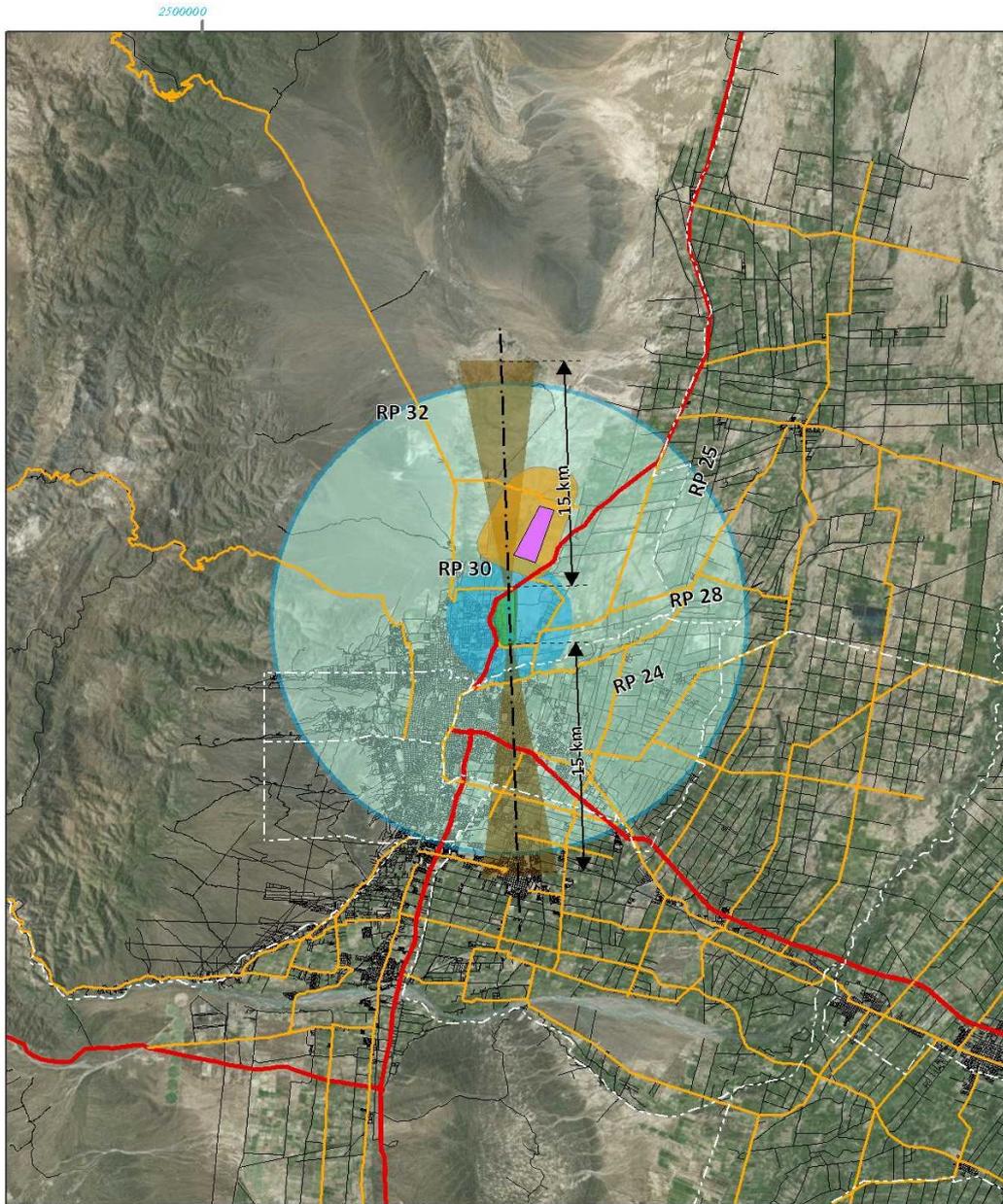
- **Entorno Inmediato:** Es el sector inmediato a la Zona Interna, la contiene y la continúa, se define como área de evaluación y gestión. Su borde interior es el perímetro aeroportuario y su borde exterior sería de 4 km de radio, tomado desde el centro geométrico de la pista.

Todo aspecto adverso que suceda en este sector es crítico y se agrava con su cercanía a la pista, condiciona seriamente la seguridad aérea, y puede producir efectos inmediatos. Esto se debe a que la altura sobre el terreno durante las operaciones de despegue y aterrizaje es menor, siendo proporcionalmente menores el tiempo y espacio disponibles para corregir los efectos de incidentes (aves, obstáculos, ocurrencias meteorológicas, operacionales, tecnológicas, etc.).

En esa misma proporción son mayores las restricciones y el carácter crítico del uso y ocupación del entorno de los aeródromos, y en la medida que las trayectorias de las aeronaves y el sistema de superficies limitadoras de obstáculos (base del espacio operacional aéreo del aeródromo y/o de los procedimientos), convergen hacia la pista, restringiendo progresivamente la proyección vertical y el uso del suelo adyacente (limitaciones al dominio, planificación).

La prevención del riesgo, adecuación y compatibilización de esta zona se lleva a cabo, gestionando ante los responsables que corresponda, la corrección de las causas o factores de riesgo que se constaten.

- **Entorno Distante:** Es la parte externa del entorno Aeroportuario, y se designa como área de Estudio, Relevamiento y Gestión. Su perímetro circunscribe el ámbito de aplicación de toda medida, proceso o gestión que se adopte con relación a la seguridad, regularidad y eficiencia del sistema aeroportuario, su sustentabilidad y desarrollo. Se extiende más allá del entorno inmediato, con perímetro irregular aproximado a los 20 km, tomados desde el centro de la pista, y comprende existencias relativamente alejadas, cuyas características, contenidos y dinámica, aporten factores que prefiguren y caractericen aspectos de la problemática aeroportuaria (peligro aviario, crecimiento urbano, industrias, residuos, etc.).



- Nacional
- Provincial
- Área del Proyecto
- Área de Influencia Directa
- Zona Interna
- Superficie de Aproximación
- Entorno Inmediato - 4 km
- Entorno Distante - 15 km

Fuente: Sr. Hugo Irusta - Ex Jefe
Área Aeródromo - Aeropuerto Internacional
El Plumerillo
Elaboración SIAT

1:375,000
0 1.25 2.5 5 7.5 10 Km 1 cm = 4 km

Sistema de Proyección Posgar 1998, Arg. Zona 2

Ministerio de
**TIERRAS, AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES**
Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial

Figura 12: Áreas de Aplicación del Aeropuerto El Plumerillo

Del análisis de la gráfica realizada surge que el terreno donde se ubicará el Centro Ambiental, se encuentra dentro del denominado Entorno Distante, lo cual se entiende no implicaría riesgos de carácter crítico, quedando a su vez fuera del cono de superficie de aproximación de aeronaves.

3.10.5 Conclusiones Colindancias

Como conclusión con relación al entorno del predio, se puede establecer que actualmente se desarrollan actividades industriales y de saneamiento, las cuales resultan absolutamente compatibles con las actividades a desarrollarse en el Centro Ambiental El Borbollón.

Con respecto al Aeropuerto, y en función de lo expuesto precedentemente, no deberían producirse interferencias entre ambas actividades, si se respetan las condiciones exigidas para la operación del sitio, es decir la aplicación de medidas para el control de aves, resaltando como ya se comentó anteriormente, que esta nueva infraestructura viene a reemplazar y mejorar las condiciones del actual Vertedero Controlado de Las Heras, disminuyendo de este modo, los potenciales riesgos actuales, aclarando por otra parte, que la nueva localización del proyecto se encuentra más alejada del cono de aproximación que la actual.

Como antecedente, cabe mencionar que en 2004, las autoridades del Aeropuerto fueron consultadas por la Universidad Tecnológica Nacional, acerca de posibles objeciones sobre la localización de este emprendimiento, a lo cual informaron no tener objeción sobre la misma. Posteriormente, en 2013, cuando se repitió la consulta expresaron su deseo de conocer en profundidad el proyecto a desarrollarse, teniendo como principal preocupación el “riesgo aviario”.

Por esto, se sugiere a la Autoridad de Aplicación del Procedimiento de EIA, solicite a las autoridades del Aeropuerto El Plumerillo (ANAC), *Dictamen Sectorial*, a los efectos de recibir por parte de este organismo todas las recomendaciones que consideren pertinentes, con relación a las medidas que se deberán implementar dentro de las instalaciones del Centro Ambiental para el control de las aves.

Las recomendaciones que así surjan, se incluirán dentro de la *Declaración de Impacto Ambiental*, y también en los *Pliegos de Llamado a Licitación*, para ser tenidas en cuenta en la Etapa de Operación.

También con respecto a esto, sería importante que las mismas medidas que se apliquen en el Centro Ambiental a construir, sean replicadas en las instalaciones de la Piletas de Campo Espejo, cuya operación es controlada por AySAM, EPAS y el Departamento General de Irrigación; a los efectos de lograr acciones eficaces en el control del riesgo aviario.

3.11 Urbanización del área (usos del suelo)

La zona de emplazamiento del Centro Ambiental El Borbollón, según los usos del suelo previstos por la Ordenanza N° 104/88, de la Municipalidad de Las Heras, abarca dos usos, a saber: la parte sur del terreno se ubica dentro la zona denominada “industrial no nociva”, y el sector norte del mismo terreno en la zona denominada “industrial nociva”. Por tanto, se considera que el emprendimiento a desarrollar se encuadra dentro de las actividades permitidas.

3.12 Superficie requerida

Para el desarrollo del proyecto completo del Centro Ambiental, se prevé la utilización de aproximadamente **90 hectáreas**, lo que incluye los 4 Módulos de Relleno Sanitario y la Infraestructura complementaria (oficinas, galpón de mantenimiento y Planta de Separación), siendo la superficie total del predio **428,47 hectáreas**.

En la etapa inicial del proyecto se construirá sólo el Módulo 1 (20,45 has), las Obras complementaria (4,46 has), y el camino de acceso (2,10 has.), las piletas de contención de líquidos (2,50 has), más las áreas circundantes de circulación, todo lo que totaliza una superficie de implantación inicial de **68,96 hectáreas**. Se agrega un croquis con el detalle de las superficies.

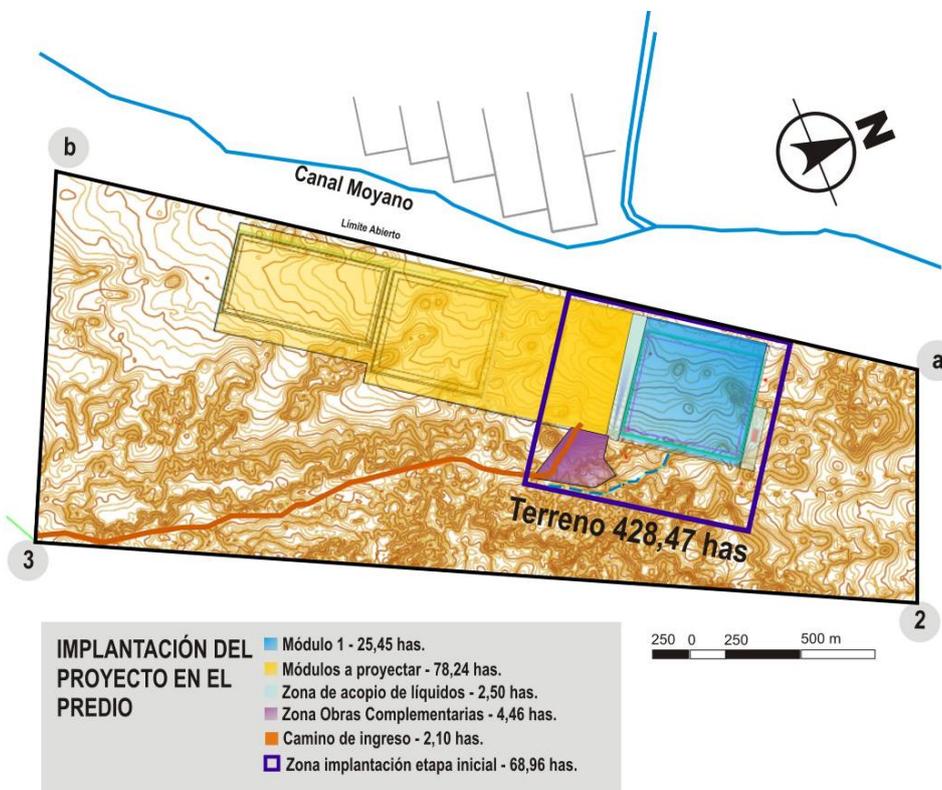


Figura 13: Croquis de Implantación del proyecto

3.13 Situación legal del predio

El predio donde se construirá el Centro Ambiental, fue transferido por el Gobierno de Mendoza, a través de la Ley N° 7034 a la Municipalidad de Las Heras, especificándose a través del Decreto Reglamentario N° 3176/08, que la transferencia corresponde a la “Fracción B”, de dicho terreno, ya que en la Fracción A del mismo, se ubican las piletas de tratamiento de efluentes cloacales de Campo Espejo, que se encuentran bajo jurisdicción provincial.

3.14 Uso actual del suelo en el predio

Actualmente, en el predio donde se implantará el Centro Ambiental, no se desarrolla ninguna actividad, habiendo funcionado anteriormente un sector del predio, como cantera de extracción de áridos. En las figuras siguientes se pueden observar las características del predio, donde se puede apreciar el desarrollo de la flora natural sin presencia de intervención antrópica, y los sectores donde se ha realizado extracción de áridos.



Vista Terreno E - O



Vista Terreno O - E



Sector Cantera E - O



Sector Cantera E - O

Figura 14: Fotografías actuales del predio

3.15 Vías de acceso

La principal vía de acceso al terreno donde se implantará el Centro Ambiental es la Ruta Nacional N° 40. Desde las distintas cabeceras departamentales se accederá al predio a través de diversas arterias municipales, convergiendo finalmente sobre Ruta N° 40. Se agrega croquis de localización y distancias relativas y cuadro de distancias.

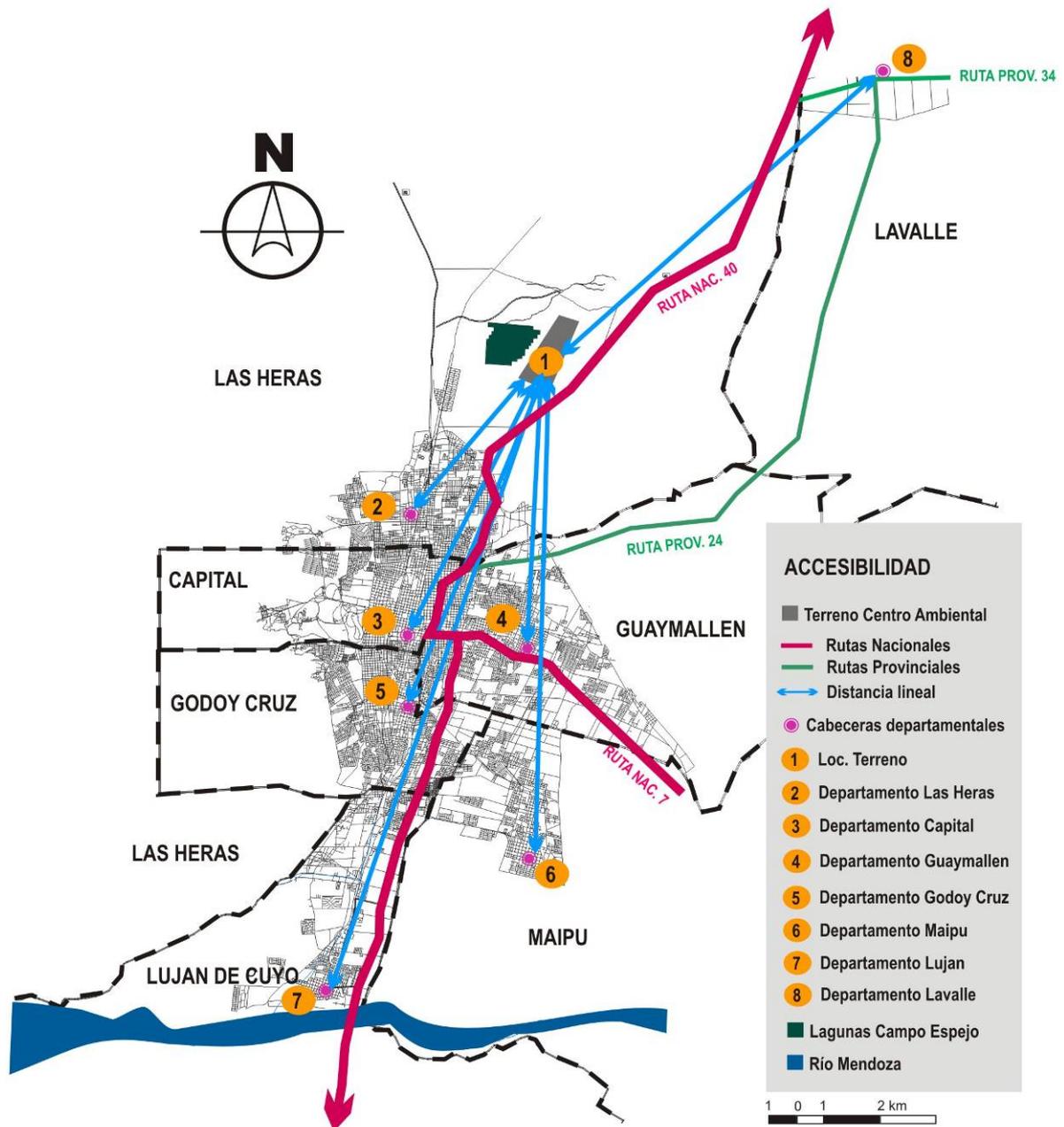


Figura 15: Distancias al sitio de implantación

TABLA 14: Distancias al Centro Ambiental

Distancias al Terreno	Puntos Cabeceras	Distancia lineal (km)	Distancia por ruta (km)
	1 - 2	9,50	13,40
	1 - 3	14,00	17,70
	1 - 4	12,70	20,90
	1 - 5	17,00	19,70
	1 - 6	22,00	31,40
	1 - 7	30,00	34,50
	1 - 8	18,00	26,80

FUENTE: Elaboración propia

3.16 Etapa de preparación del sitio y construcción

3.16.1 Programa de trabajo

Se agrega al presente documento, el **Anexo 2: Memoria Técnica y Operativa** y el **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo** del Centro Ambiental El Borbollón, a escala técnicamente adecuada en cada caso.

Las etapas de obra serán las siguientes:

1. Cerramiento perimetral
2. Tramitación de documentación y aprobaciones
3. Preparación del terreno; Limpieza y desmonte de suelo vegetal.
4. Excavación del Módulo, y pileta de acopio de lixiviados.
5. Acopio del material adecuado para conformación de terraplenes.
6. Conformación y compactación de terraplenes.
7. Conformación del fondo del módulo con pendientes adecuadas de escurrimiento de lixiviado.
8. Conformación de barrera impermeable mediante capa de suelo bentonítico de 30 cm.
9. Conformación y preparación de bermas de separación.
10. Colocación de membrana PEAD de 2.000 µm.
11. Colocación de barrera mecánica de protección de membrana compuesta por una capa de suelo limo-arcilloso compactado.
12. Construcción de edificios (Oficinas, Galpón de Mantenimiento y Nave de Planta de Separación).
13. Construcción de camino de acceso, apertura de caja, colocación de base y sub-base, carpeta de rodadura.
14. Construcción de caminos perimetrales al módulo, y rampas de acceso.
15. Construcción de caminos internos en el sector de Obras Complementarias.
16. Construcción de pileta de almacenamiento de agua pluvial.
17. Construcción de canales perimetrales del módulo.

18. Colocación de sistema de colección de lixiviados, drenes de escurrimiento y pozos de extracción.
19. Construcción de pileta de evaporación de lixiviados.
20. Colocación de elementos de venteo de gases y colector general.
21. Tendido eléctrico general desde acometida y construcción de subestación.
22. Instalación eléctrica sectores externos.
23. Instalación eléctrica edificios.
24. Construcción de pozo de extracción de agua (prof: entre 150 y 180 metros).
25. Construcción de cisterna y tanque elevado.
26. Construcción de desagües pluviales del sector de Obras Complementarias.
27. Instalación interna de agua, desagües cloacales.
28. Construcción/Instalación de planta de tratamiento de efluentes.
29. Instalación cisternas de almacenamiento.
30. Construcción enlace comunicaciones edificios.
31. Instalación sistema cámaras de seguridad.
32. Instalación acondicionamiento interno edificios.
33. Provisión y colocación de cartelera de seguridad y previsión contra incendios.
34. Provisión y montaje de equipamiento electromecánico: Báscula, Cintas transportadoras en nave de recepción y de separación, Equipo compactador, maquinaria de planta, grupo electrógeno.
35. Provisión equipos para operación del relleno y transporte.
36. Provisión de equipamiento para taller y oficinas.
37. Control de vectores.
38. Desarrollo tareas de forestación y parquización.
39. Provisión e instalación de señalización.
40. Limpieza de obra y puesta en marcha de equipos.

3.16.2 Equipo a utilizar

Los equipos utilizados para la preparación del sitio y construcción serán similares a los empleados en obras viales estimándose la utilización de:

TABLA 15: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Construcción - Relleno

EQUIPOS RELLENO	TIPO	CANTIDAD
	Cargadora Frontal sobre neumáticos 560 HP	2
	Tractor sobre neumáticos 55 HP	2
	Rastra de arado	2
	Trailer tanque regador 800 litros	2
	Compactador vibrador 153 HP	2
	Camión volcador con caja 10 m ³	10
	Retropala John Deere 310 ó similar	2
	Retroexcavadora sobre orugas 350 HP	2
	Motoniveladora 285 HP	1

FUENTE: Elaboración propia

Para la construcción de los edificios se utilizará:

TABLA 16: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Construcción – Obras Complementarias

EQUIPOS	TIPO	CANTIDAD
OBRAS COMPLEMENTARIAS	Camiones trompo de provisión de hormigón	1
	Grúas para montaje de naves industriales	1
	Herramientas menores para instalaciones domiciliarias internas	

FUENTE: Elaboración propia

3.16.3 Materiales

Para el sector de relleno sanitario se requerirá: suelo bentonítico para impermeabilización de base del módulo y taludes, geomembrana PEAD 2000 mm para impermeabilización de base de módulo y taludes, geomembrana PEAD 1500 mm para impermeabilización de laguna de evaporación de lixiviados, materiales para construcción del sistema de recolección de líquidos lixiviados, materiales para construcción del sistema de extracción de biogás, suelos excavados para la construcción de terraplenes, materiales para la conformación de camino de ingreso y caminos internos.

Para la construcciones de edificios se utilizarán los materiales típicos de construcción: H^ºA^º, muros de mampostería de ladrillo, cerramientos metálicos tipo naves industriales, revoques cementicios, pisos y revestimientos cerámicos, pinturas, membranas asfálticas, luminarias exteriores, carteles de señalización, etc. Dichos materiales serán acopiados dentro del predio a medida que el avance de obra lo requiera, serán transportados mediante camiones, ya sean provenientes de corralones o de empresas constructoras subcontratadas.

Las naves industriales será provistas y montadas por los proveedores habituales de este tipo de estructuras, y se transportarán desde sus respectivas fábricas a los lugares de emplazamiento mediante camiones playos de transporte.

Por último, para el apoyo y funcionamiento de maquinarias será utilizados combustibles y lubricantes. Los que deberán ser acopiados en un sitio con las correspondientes medidas de seguridad, de acuerdo a la legislación vigente, como bateas de contención, señalética, etc.

3.16.4 Requerimientos de mano de obra

Se estima un requerimiento de mano de obra para la etapa de construcción del orden de 40 operarios, estimándose la utilización de 30 operarios para la construcción de la Planta de Separación y 10 operarios para la construcción del relleno sanitario. Se deberá dar prioridad para la incorporación a la oferta de mano de obra local. Se puede estimar aproximadamente que se necesitarán 15

maquinistas, 30 oficiales y 15 ayudantes. El tiempo de ocupación se estima en 15 meses.

3.16.5 Obras o servicios de apoyo a utilizar

El obrador deberá estar conformado por Contenedores de 20 pies y 6 baños químicos (como mínimo). El agua se proveerá mediante camiones tanque y la electricidad de obra mediante medidor a solicitar a la empresa prestadora en la zona, que es EDEMSA S.A.

3.16.6 Requerimientos de energía

En la etapa de construcción se requerirá aproximadamente una energía de 150 Kw x 380 volts.

3.16.3.1 Electricidad

La electricidad en el predio, se proveerá a través de la red pública, que se encuentra sobre la Ruta Nacional N°40 a una distancia aproximada de 3 km.

3.16.3.2 Combustibles

En la etapa constructiva se requerirán alrededor de 7.000 litros de gasoil semanales. La fuente de suministro será externa, se almacenará el combustible en el área de trabajo en cisterna móvil de 10.000 litros.

En aquellos casos en los que se almacene en forma aérea combustible en el sitio de obras los tanques de almacenamiento cumplirán con todos los requerimientos de seguridad emanados de las resoluciones de la Secretaría de Energía de la Nación (Resolución N°1102/04). Entre las medidas de seguridad a adoptar, se deberá tener en cuenta que el área de ubicación del tanque dispondrá de piso impermeable, sistemas de contención secundaria de derrames, sistema de protección contra incendios, iluminación antifuego y seguridad perimetral.

3.16.7 Requerimiento de agua

El agua para la construcción de las Obras Civiles será potable y deberá ser transportada al sitio de la obra mediante camiones. En la etapa constructiva se requerirán alrededor de 1.800 m³ semanales (15% del volumen de terraplenes/plazo de obra), el suministro será un pozo de extracción existente en el predio colindante (de propiedad fiscal), hasta que se concluya con la construcción del pozo de extracción propio para el emprendimiento. El agua se almacenará en dos tanques móviles de 1.000 litros cada uno.

3.16.8 Residuos Sólidos generados

Los residuos generados serán:

- Los provenientes de las Obras Civiles menores, los que serán retirados y dispuestos en los lugares específicos destinados para tal fin (volquete). Se estima un volumen diario de 5 m³ (9 tn/día).
- Los residuos sólidos generados por el personal de obra, los que se estiman en 20 kg/día (considerando un PPC de 0.50 kg/trab/día).
- Los residuos de baños químicos serán retirados por el proveedor de los mismos, y se dispondrán donde habitualmente descargan dichos proveedores.
- Los suelos provenientes de destapes y excavaciones serán clasificados convenientemente y se acopiarán para el uso en las diferentes etapas operativas dentro del predio.
- Los residuos peligrosos que se generarán, compuestos por filtros de aceite, restos de pintura, envases de aerosoles, trapos contaminados, restos de aceites y solventes usado (todo producto de eventuales mantenimiento de maquinarias y equipos) realizadas en terreno, se estiman en el orden de 2 m³/mes. Estos residuos serán gestionados por la Contratista según lo establecido en la legislación vigente.

3.16.9 Efluentes líquidos

No se producirán efluentes líquidos durante la etapa constructiva, el agua de uso para la conformación y compactación de terraplenes quedará incorporada a la humedad natural del terreno. El agua necesaria para la construcción de hormigones y muros de mampostería será incorporada a los mismos, no produciendo corriente líquida de desperdicio. Los efluentes líquidos cloacales serán retirados por los proveedores de baños químicos.

3.16.10 Emisiones a la atmósfera

Las emisiones atmosféricas identificadas, corresponden a los gases emitidos por los equipos de obra: camiones, retroexcavadoras, cargadores frontales, etc., emisión que es asimilable a la que ya existe en el entorno (Operación del Vertedero Actual colindante y circulación vehicular de la Ruta Nacional N°40), así como el polvo en suspensión generado por el movimiento de unidades sobre terrenos polvorientos. Estas últimas serán controladas mediante el riego periódico de los caminos de circulación, con agua proveniente del pozo de extracción.

3.16.11 Residuos semisólidos (barros, lodos)

No se producirán residuos semisólidos durante la etapa constructiva.

3.16.12 Desmantelamiento de la estructura de apoyo

Una vez terminadas las obras se retirarán los obradores temporarios y los baños químicos, procediendo a la devolución de los mismos a las empresas proveedoras.

3.17 Etapa de Operación y Mantenimiento

3.17.1 Programa de Operación

Los horarios de funcionamiento del Centro Ambiental serán los necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de los servicios asociados (servicios de recolección de RSU, privados, etc.) tanto en horarios diurnos como nocturnos, asegurando la recepción de todos los camiones provenientes de los distintos Departamentos que conforman la Zona de Estudio.

Las tareas de disposición final en el relleno (compactación, topado de residuos, construcción, colección de lixiviados, etc.) se realizarán preferentemente en horarios diurnos para el aprovechamiento de la luz solar, esto permitirá, entre otras cosas, brindar mayor grado de seguridad en las tareas de operación y ahorro de energía.

A continuación se detalla el Plan de Operaciones del proceso de separación de residuos en la Planta.

3.17.1.1 Ingreso al Centro Ambiental

Todos los vehículos recolectores, tanto los municipales como privados, deberán registrarse en la Oficina de Control de Acceso, donde serán pesados y direccionados al sector que corresponde de acuerdo a su procedencia, es decir pueden ser remitidos a la Planta de Separación o al sector de Relleno Sanitario. En las **Figuras 16 y 17** se puede observar el entorno del terreno, la implantación del proyecto y el detalle de operaciones de circulación. Se agrega **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**, con el detalle de todas las instalaciones a construir.

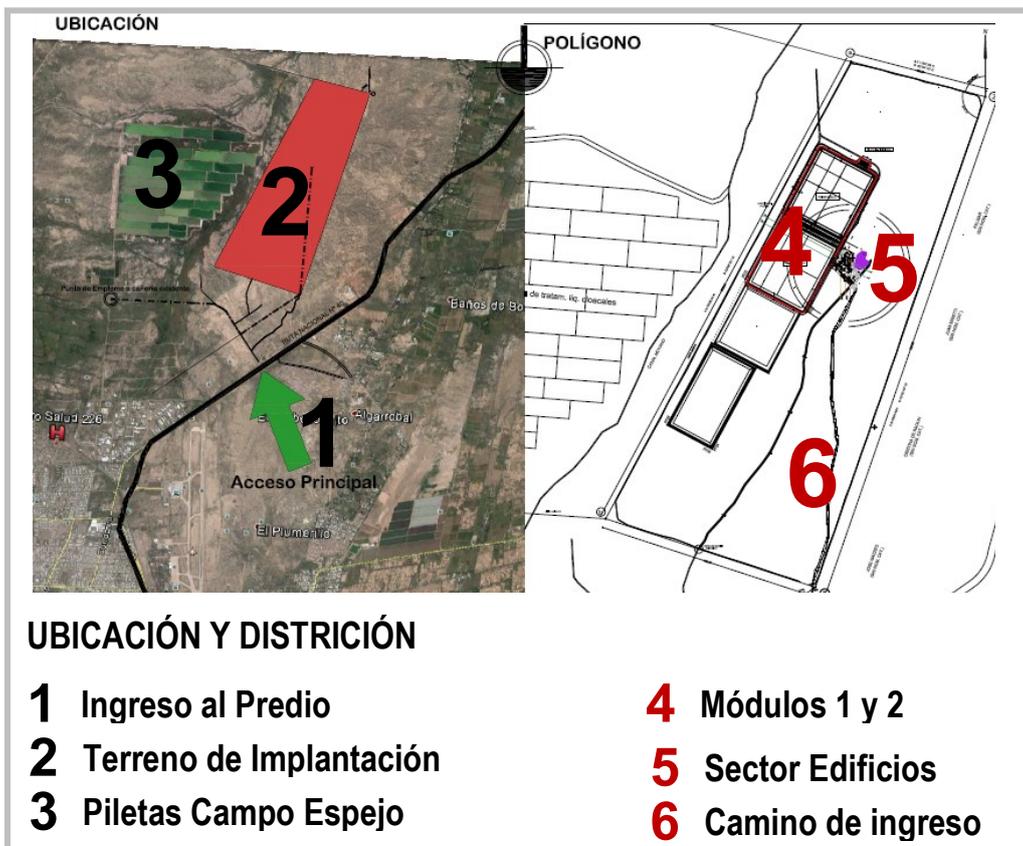


Figura 16: Distribución General del Proyecto

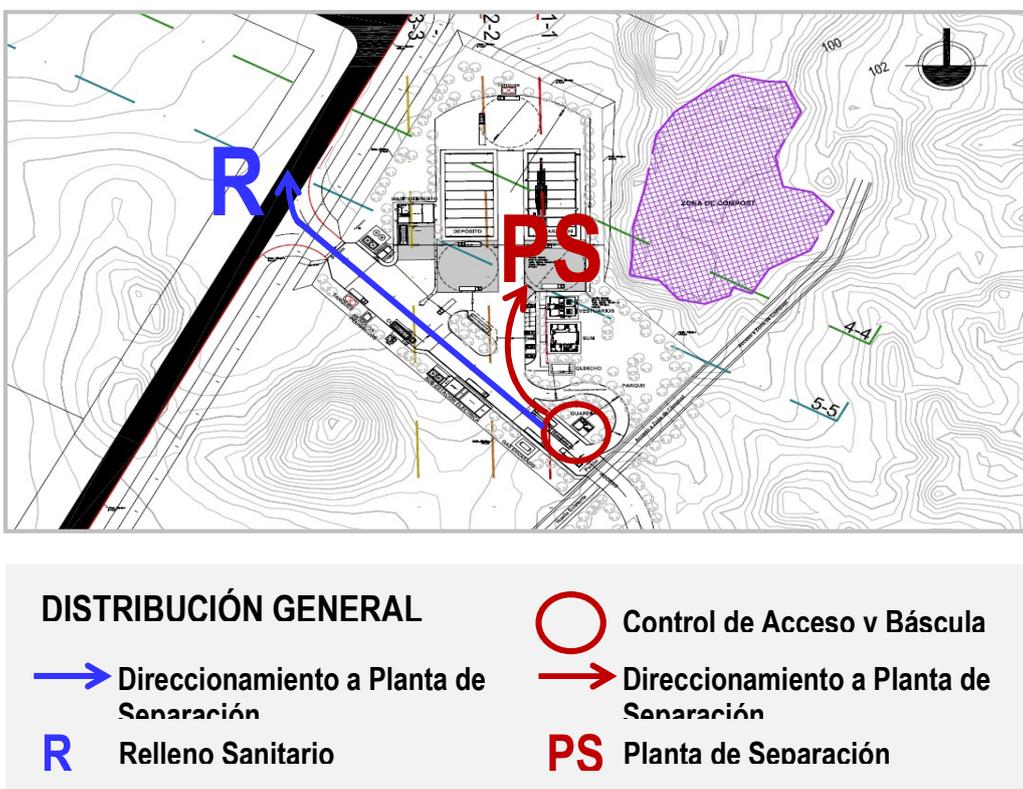


Figura 17: Croquis de distribución en planta y recorridos

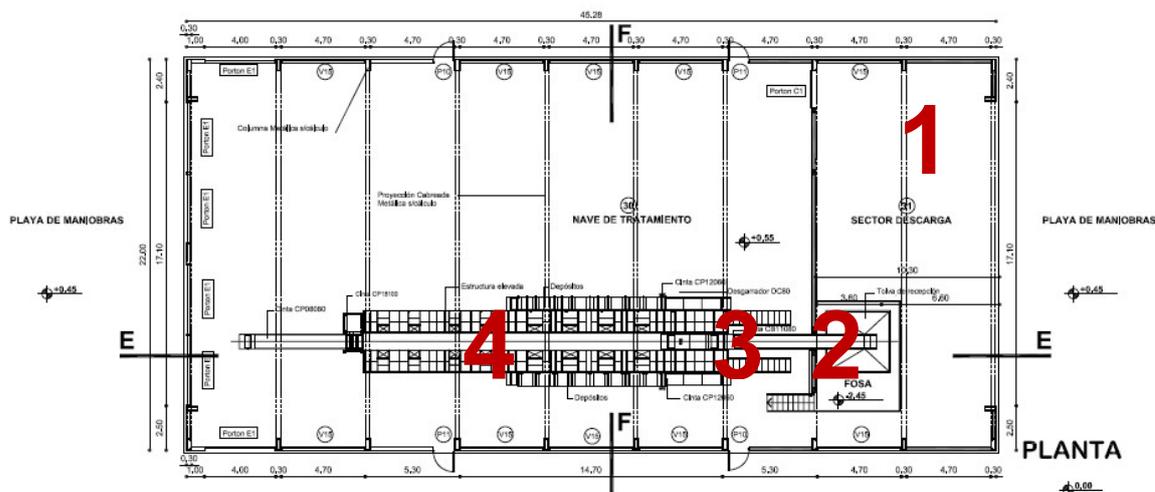
3.17.1.2 Sistema de Separación de residuos

Los vehículos que sean enviados a la Planta de Separación, realizarán la descarga en la Playa de descarga situada en el frente de la Nave de Separación (Sector Semicubierto), para evitar la dispersión de elementos ligeros por efecto de las corrientes de aire. Una vez realizada la descarga, estos vehículos regresarán a la Oficina de Control de Acceso, para completar el trámite de egreso.

La zona de Playa de descarga tendrá la amplitud suficiente para permitir la maniobrabilidad de los vehículos de recolección y descarga.

El sistema de descarga se realizará habitualmente sobre la playa de descarga, no directamente sobre la cinta, con el objeto de graduar la alimentación al tratamiento y evitar la subida de elementos voluminosos a la zona de selección. Así, estos posibles voluminosos serán separados manualmente en esta área y no alimentarán al proceso, direccionándolos directamente hacia el sector de compactación.

El equipo que se emplea para alimentar los residuos al proceso es una pala cargadora. El material alimentado hacia el foso de recepción, equipado con una cinta metálica, es conducido sobre la cinta inclinada de alimentación, sobre la que cae con velocidad regulable. La cinta, alimentada por la pala, eleva los residuos a la zona de selección, donde los operarios, separarán los materiales recuperables y obtendrán fracciones para un posterior acondicionamiento, acopio y venta. La tolva de alimentación a la línea de clasificación con boca a nivel de piso facilita la alimentación mediante palas cargadoras frontales. La cinta de alimentación, combinando su inclinación con el diseño de las barras de empuje, permite dosificar el caudal de residuos alimentados a la línea de clasificación, para diferentes niveles de carga en la tolva de alimentación. En la **Figura 18**, se agrega croquis de Planta de Separación. (Ver **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**).



PLANTA DE SEPARACIÓN

1 Sector de Descarga
2 Fosa de Recepción

3 Cinta de elevación
4 Cinta de separación

Figura 18: Croquis Planta de Separación

Una cinta de elevación y una cinta de derivación reversible transfieren el material no seleccionado hasta la tolva de carga del material de rechazo, que posteriormente será trasladado al sector de relleno. Los materiales recuperados pueden ser reclasificados sobre mesas a nivel de piso, cargados en carritos y transportados hasta la prensa enfardadora o los boxes de material no prensable. Una vez acondicionados estos materiales reutilizables, serán dirigidos al depósito de acopio de materiales, el cual estará convenientemente preparado para recibir los mismos.

La seguridad personal estará presente en todo el diseño. De esta manera, se han contemplado barandas de protección en toda la cinta y en las escaleras de movimiento del personal; todos los pisos serán antideslizantes; la instalación eléctrica será segura, con cables tipo Sintemax de aislación forzada, colocados dentro de caños en los tramos rectos, con distribución de botones y cables tirón de parada en todos los lugares donde resulte necesario.

3.17.1.3 Descripción de las Operaciones del Relleno Sanitario

Consideraciones de Diseño del Módulo de Operación⁶

La densidad de los residuos dispuestos y compactados es un dato crítico para el cálculo del volumen de residuos a disponer. La densidad de los RSU pasa por distintos valores de acuerdo a la etapa de gestión en la que se encuentra. En estado suelto es decir en origen, la densidad oscila entre 80 a 120 kg/m³, y después de la compactación en Camión Recolector, su valor aumenta a 350-500 kg/m³, en función del estado de la prensa de dicho equipo. En el relleno, los residuos pueden alcanzar valores desde 600 kg/m³ hasta 1.100 kg/m³, dependiendo su valor final promedio del espesor de residuos compactados, el peso del equipo compactador y el número de pasadas realizadas para cada capa compactada.

Existen pocos datos regionales de la densidad alcanzada en rellenos sanitarios, a excepción de las estadísticas del CTDF del Valle de Uco, donde se han alcanzado densidades superiores a 1,1 Tn/m³. Dicha densidad ha sido alcanzada con equipos pesados (Topadora sobre Orugas de 20 tn de peso) en capas compactadas de espesores menores de 30 cm.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta datos regionales, se adopta para el diseño del primer Módulo, la densidad de 1,0 Tn/m³, para los residuos compactados en su posición final, teniendo en cuenta que los equipos serán similares a los utilizados en el vertedero mencionado.

Diseño del Módulo N°1

La cantidad de residuos generados por la población estable y la población flotante se puede observar en la **Tabla 17**, con cálculos realizados desde el año 2010 al año 2034. Se considera que el 1º Módulo comenzará a operar desde el año 2016 hasta el año 2020, es decir, por un período de 5 años. En la misma tabla también se puede observar las cantidades de residuos de disponer por módulo.

⁶ Datos tomados del Informe del Ing. Edgardo Espinoza, consultor externo contratado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.

TABLA 17: Resumen de Generación y Disposición Final de RSU

Municipalidad	Disposición Final (Tn/día)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
CAPITAL	170,0	172,2	174,4	177,2	179,1	181,0	183,2	185,4	187,6	189,9	191,9
GODOY CRUZ	221,5	222,6	223,7	224,8	226,0	227,1	228,2	229,4	230,5	231,7	232,8
GUAYMALLÉN	318,5	322,7	326,9	331,1	335,4	339,2	344,2	348,7	353,2	357,8	362,4
LUJÁN	114,5	116,0	117,7	119,5	121,3	123,1	125,0	126,8	128,7	130,7	132,6
LAS HERAS	230,0	232,6	235,1	237,7	240,3	243,0	24,7	248,4	251,1	253,8	256,6
MAIPÚ	146,0	148,4	150,2	152,0	153,9	155,7	157,6	159,5	161,4	163,3	165,3
LAVALLE	11,0	11,2	11,3	11,5	11,6	11,8	12,0	12,1	12,3	12,5	12,6
Total (tn/día)	1.212,0	1.225,6	1.239,4	1.253,8	1.267,6	1.281,4	1.295,7	1.310,2	1.324,8	1.339,7	1.354,3
Total (tn/año)	442.394	447.362	452.382	457.640	462.662	467.712	472.939	478.220	483.557	488.982	494.325
		Volumen Total 1º Módulo (m3)				2.287.758	Volumen Total 2º Módulo (m3)				2.418.023

FUENTE: Elaboración Propia

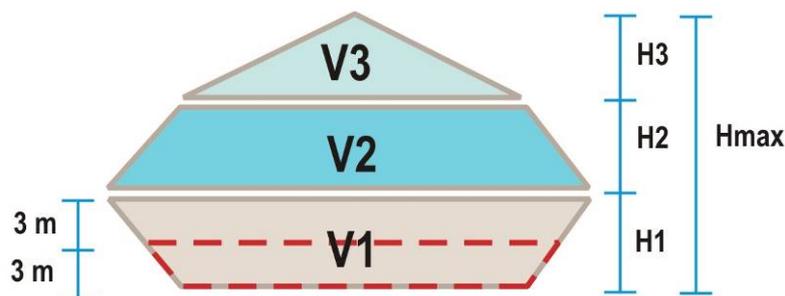
De los valores obtenidos en la tabla precedente surge que la cantidad de residuos a disponer en el Primer Módulo será de 2.287.758 toneladas en el período 2013-2020.

Volumen del Módulo N°1

La capacidad interior del primer Módulo, surge del volumen calculado de residuos a disponer, su densidad, el volumen ocupado por el suelo de protección de la geomembrana, y del suelo necesario para las bermas y coberturas diarias.

Así, las dimensiones necesarias del Módulo 1, para contener el volumen de residuos de 2.287.758 m³ de RSU, el suelo de cobertura de protección de fondo, las bermas de separación, y el suelo necesario para las coberturas diarias, es el siguiente:

- **Base Mayor** = 480 m x 420 m
- **Base Inferior** = 384 m x 444 m
- **Altura máxima** = 20,50 m
- **Altura promedio** = 13,80 m



GEOMETRÍA DEL MÓDULO 1		
	V1 = 1.139.104 m ³	H1 = 6,00 m
	V2 = 1.372.205 m ³	H2 = 8,90 m
	V3 = 327.817 m ³	H3 = 6,50 m
V tot = 2.839.125 m ³		Hmax = 20,50 m
		 Volumen de excavación Vex = 547.681 m ³

Figura 19: Geometría del Módulo 1

En la **Tabla 18** se muestra el detalle de los volúmenes que componen el Módulo 1, incluyendo los distintos volúmenes interiores, a los efectos de determinar el Volumen Neto disponible para la disposición de los residuos.

TABLA 18: Cálculo de volúmenes del Módulo 1

Descripción	Volumen (m ³)	Grupo
Volumen interior bruto	2.773.573	A
Coberturas de fondo	51.149	
Cobertura periódica	343.164	B
Bermas de separación	5.775	
Total Coberturas	400.088	(A - B)
Volumen Neto Módulo	2.373.485	
Volumen de residuos	2.287.758	
Rel. VM/VR > 1	1,037	

FUENTE: Anexo 16: Diseño del Módulo de Disposición Final

En función de estos cálculos se adoptaron las medidas del Módulo que aseguran una capacidad de 2.373.485 m³, es decir un volumen superior en un 3,7% del necesario para los 5 años de operación del Primer Módulo

Balance de Suelos

El movimiento de suelos en un relleno sanitario es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en el diseño y de su ejecución depende gran parte

del costo de la obra. De la forma en que fue diseñado y de su secuencia operativa dependerán también los impactos que producirá sobre el entorno.

Un correcto diseño implica que el balance de suelos sea nulo o casi nulo, es decir que los volúmenes de excavación sean suficientes para cubrir la demanda de suelos para los terraplenes perimetrales, suelos de protección, coberturas diarias y finales, además de las obras complementarias, como por ejemplo la laguna de almacenamiento de líquidos.

Las necesidades de suelo para la construcción del 1º Módulo se observan en la **Tabla 19**.

TABLA 19: Balance de Suelos

Descripción	Volumen (m3)
Terraplén perimetral	160.870
Cobertura protección de fondo	51.149
Cobertura Diaria	343.164
Cobertura Final	123.379
Laguna de retención pluvial	5.250
Laguna de lixiviados	6.750
Camino de acceso	31.500
Terraplén zona edificios	62.000
Rampa de acceso	6.000
Total Demanda de Suelos	790.062

FUENTE: Anexo 16: Diseño del Módulo de Disposición Final

Para los terraplenes perimetrales se adoptaron anchos de coronamiento de 12,00 m y taludes extendidos hacia el exterior con pendientes 1:4, para mejorar la seguridad y maniobrabilidad de los vehículos pesados que transitarán en terraplenes elevados (3 a 4 m de altura, de acuerdo al sector). El ancho adoptado permite acomodar un ancho de calzada bidireccional de 7 m, y espacio remanente de 5 m para banquetas y desagües laterales. La pendiente de 1:4, promueve la revegetación, minimizando la erosión hídrica y eólica de dichas superficies inclinadas.

El volumen de terraplén ha sido corregido con un Índice de Compactación de 1,15 para poder compararlo con los volúmenes de excavación. El volumen de suelo necesario para la construcción del 1º Módulo y de las obras complementarias (790.062 m3), se podría obtener realizando una excavación promedio de casi 3,50 metros de profundidad y obligaría a acopiar los suelos a utilizar en las coberturas durante un período máximo de 5 años.

Cabe aclarar que la excavación del Módulo y el consumo de suelos se encuentran temporalmente desfasados, ya que la excavación se realiza al inicio de la obra y los suelos de cobertura se utilizan a lo largo de 5 años de operación del mismo. Este

desfasaje temporal entre la disponibilidad de suelo (excavación) y el consumo de los mismos, implica realizar grandes acopios, salvo que se adopte otra estrategia constructiva.

Si se construye el primer Módulo deberá acopiarse en las proximidades del 1º Módulo los suelos correspondientes a los volúmenes de cobertura diaria (343.164 m³) y cobertura final (123.379 m³), formando un inmenso montículo de suelos sueltos (466.543 m³).

Para evitar este acopio se propone ejecutar en la Etapa de Construcción: el 1º Módulo y los terraplenes perimetrales del 2º Módulo, incluidos los volúmenes de suelos para las obras complementarias (lagunas de retención y lixiviado, camino de acceso, relleno en zona de edificios y rampa de acceso al módulo). El volumen de suelo compactado, necesario para la ejecución de estas obras es de 484.389 m³. En la **Tabla 20** se observan desglosados los volúmenes de cada componente del proyecto.

TABLA 20: Etapas de Construcción y Volúmenes de suelo

Demanda de suelos 1º Módulo		Volúmenes a Ejecutar			
Descripción	Volumen (m ³)	Etapa de Construcción		Etapa de Operación	
		1º Módulo (A)	2º Módulo (B)	1º Módulo (A)	Excavación 2º Módulo
Terraplén perimetral	160.870	160.870	160.870	----	----
Cobertura protección de fondo	51.149	51.149	----	----	----
Cobertura Diaria	343.164	----	----	----	343.164
Cobertura Final	123.379	----	----	----	123.379
Laguna de retención pluvial	5.250	5.250	----	----	----
Laguna de lixiviados	6.750	6.750	----	----	----
Camino de acceso	31.500	31.500	----	----	----
Terraplén Zona Edificios	62.000	62.000	----	----	----
Rampa de acceso	6.000	6.000	----	----	----
Total Volúmenes (m³)	790.062	323.519	160.870	----	466.543

FUENTE: Anexo 16: Diseño del Módulo de Disposición Final

- Volumen de Terraplenes Etapa de Construcción (A) + (B) = 484.389 m³
- Volumen de excavación del primer Módulo = 547.681 m³

En la Etapa de Operación, los suelos para las coberturas diarias y finales del primer Módulo se extraerán de la excavación del interior del 2º Módulo. Para obtener dicha excavación el 2º Módulo, de dimensiones similares al primero, deberá excavarse una profundidad promedio de 2,70 m en su superficie interior, para obtener un estimado total de 478.683 m³.

Esta estrategia constructiva evitará:

- Acopiar suelo en estado suelto, sujeto a los agentes atmosféricos y en las proximidades del Aeropuerto Internacional El Plumerillo.
- Construir obras de protección para evitar la erosión por escorrentías superficiales del suelo acopiado.
- Mayores costos de transporte al evitar un traslado intermedio al acopio transitorio.

Consideraciones de Diseño General

El emplazamiento de los edificios complementarios, se corresponde con una logística de movimientos coordinados con todas las etapas de gestión, siendo la báscula uno de los elementos que centralizan los movimientos de cargas y su posición es estratégica para todas las operaciones que se realizan. En la **Figura 20** se puede observar un croquis de distribución. Ver también **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

Los componentes de la infraestructura proyectada para el sector de edificios son:

- Oficina de Control de Báscula.
- Oficinas y Salón de Usos Múltiples.
- Vestuarios y oficinas de personal.
- Planta de Separación.
- Galpón de Acopio de material separado.
- Galpón de Mantenimiento.
- Sala de bombas y depósito
- Depósito de Residuos Peligrosos.
- Sector acopio de combustible.
- Subestación eléctrica.
- Depósito de gas envasado.
- Zona de compostaje.

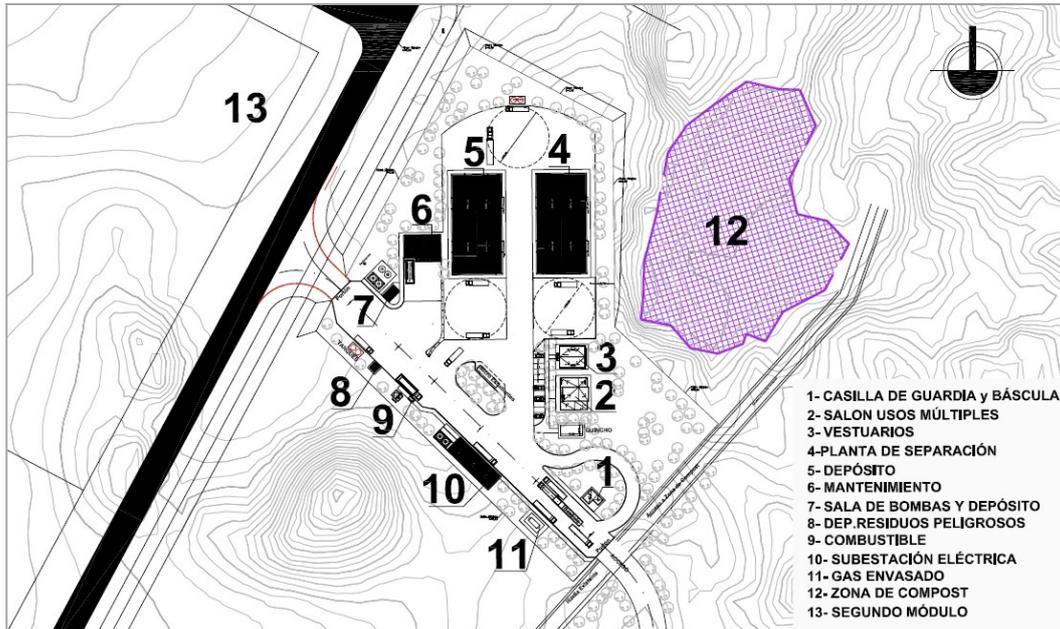


Figura 20: Croquis planimetría distribución de Edificios

La báscula se localizó en el centro de la calzada para evitar que los camiones tengan que cruzar la calzada en sentido contrario al de la circulación. Esta báscula deberá ser del tipo con control electrónico y celdas de carga, que permitan registrar el peso a distancia desde la oficina de control.

La posición de la báscula responde a la necesidad de registrar el peso de:

- Las bateas y camiones compactadores que ingresen con residuos directamente al relleno.
- Los camiones con rechazo proveniente de la Planta de Separación y con destino al relleno.
- Los camiones recolectores que ingresen a la planta de separación.
- Los camiones que egresen del sitio con materiales recuperados del Galpón de Acopio de materiales separados.
- Los camiones que egresen cargados con compost.

La localización general del sector edilicio se ha distanciado del módulo a los efectos de:

- Disponer de una distancia que permita acceder al terraplén perimetral con una pendiente razonable para los vehículos de transporte ($i = 3\%$ a 4%).
- Contar con una zona despejada que sirva de zona de amortiguamiento entre las actividades propias del vertedero y de los edificios.

Laguna de Líquidos lixiviados

La laguna de lixiviados se proyectó adosada al terraplén Norte del 1º Módulo, a los efectos de facilitar la carga-descarga del camión cisterna y teniendo en cuenta que los Líquidos lixiviados (LL) serán recirculados permanentemente en la masa de residuos del relleno.

La estrategia de recirculación de LL sólo requiere contar con un volumen disponible de almacenamiento acotado por algunos días y sólo en situaciones contingentes como la de rotura de equipos o imposibilidad transitoria de producir su reinyección en la masa de residuos.

La producción de lixiviados en zona semidesértica (evapotranspiración negativa) es baja, ya que la precipitación pluvial oscila los 250 mm anuales. La generación de estos líquidos depende del clima, especialmente de la precipitación pluvial de la zona y también de otros factores como la humedad de los residuos, la capacidad de campo de la mezcla suelo-residuos (CC), la actividad biológica y el tirante de desechos.

Por lo tanto, y en función de todo esto, se verificará la producción diaria de LL y se adoptará un volumen de almacenamiento acotado a un período prudente de eventual imposibilidad de reinyección de 10 a 15 días.

Trazado del Camino

Mantener la accesibilidad en forma permanente, independientemente de los factores climáticos, es la principal función del camino de acceso al predio. Para lograr este objetivo se prevé la construcción de una calzada típica para un camino de dos trochas indivisas, con una calzada de 7,60 m de ancho y banquetas de 2,50 metros, en ambos laterales, conformando un ancho de coronamiento de 13,60 m.

La estructura del camino estará formada por:

- Base estabilizada granular de 8,00 m de ancho y de 0,20 m de espesor con CBR <80%.
- Sub – base granular de 8,60 m de ancho y de 0,20 m de espesor, con CBR >50%.
- Terraplén con compactación especial de suelos seleccionados con CBR>20% desde el terreno natural, previamente compactado hasta el nivel de la sub-rasante.

Mantener la accesibilidad, además requiere:

- Asegurar que los escurrimientos pluviales no afecten la transitabilidad, para lo cual el perfil transversal estará inclinado con pendientes transversales

del 3% en la calzada y del 5% en la zona de banquina no tratada, para favorecer la rápida eliminación del agua de lluvia.

- Proyectar cunetas de desagües laterales y alcantarillas de cruce que sean capaces de conducir los escurrimientos pluviales sin afectar la infraestructura del camino.

La geometría de la poligonal del camino no requiere de grandes curvas y movimientos de suelos, por lo que solo incluirá pequeños quiebres que ajustarán el trazado a las características topográficas, manteniendo una buena visibilidad en todo el trazado.

La rasante estará en general por encima del terreno natural, para evitar su inundación y facilitar la construcción de las obras de drenaje (alcantarillas y cunetas laterales).

Características de la Operación

Los camiones que sean enviados al sector de relleno, desde la Oficina de Control de Acceso, seguirán la señalización correspondiente hasta la zona de descarga. Luego de producida la descarga de los residuos, los equipos retornarán al sector de básculas para el registro de tara y luego a Oficina de Control de Acceso, donde el personal de este sector revisará el interior, para comprobar la descarga total de los residuos y entregará la documentación que acredite el pesaje correspondiente.

Estas acciones se realizarán de la misma forma con los vehículos provenientes de la Planta de Separación.

En los casos en que en el control del interior se compruebe la existencia de residuos sin descargar, el vehículo deberá ser remitido nuevamente a la zona de descarga (relleno o planta) para completar el vaciado del mismo. Una vez que el vehículo esté habilitado para salir del predio, previamente se le firmará su hoja de ruta.

Con relación a los residuos de origen privado, el Consorcio Interjurisdiccional como autoridad a cargo del control del funcionamiento de las instalaciones, deberá elaborar el marco legal correspondiente, generando un sistema de registro de los mismos. Por tanto, en caso que se reciban residuos de este origen, una vez ingresado al predio se realizará el pesaje correspondiente y posteriormente, se dirigirá a la zona de descarga que le haya sido indicada, donde retornará nuevamente a la Oficina de Control de Acceso para el control de tara, y finalmente abonará la carga para obtener la documentación correspondiente que lo habilita para egresar del predio. En caso que la carga sea rechazada, el vehículo será nuevamente cargado con una pala cargadora y remitido a la Oficina de Control de Acceso para emitir el rechazo.

La zona de descarga tendrá un encargado responsable del ordenamiento de los vehículos, de la adecuada distribución, trituración y compactación de los residuos, de la limpieza y de otras tareas propias de esa zona de trabajo. Durante la operación, se recepcionarán en el Centro Ambiental, todos los residuos domiciliarios de la Zona de Estudio, cualquiera fuera su origen geográfico. Se recibirán RSU compuestos por residuos domiciliarios; residuos provenientes de la limpieza de calles (los cuales se llevarán al sector de compostaje) y luego se trasladará el rechazo al relleno; residuos comerciales e industriales sólidos, asimilables a urbanos que resulten peligrosos para la operación, como ser trapos, papeles, cartones, cubiertas, etc., y que hayan sido clasificados como de “descarte o rechazo” en la Planta de Separación y/o sector de compostaje.

Descargados los residuos, los equipos afectados a la distribución y compactación de los mismos, procederán a toparlos hacia el interior de la celda y dentro de ésta, y en acción combinada realizarán su distribución en espesores no mayores a 0,30 m, alejando los residuos del área de descarga. La pendiente del frente de avance, hacia el interior de la celda con residuos será aquella que permita la correcta labor de los equipos sobre cada manto de residuos.

La trituración de los residuos se efectuará por desgarramiento mediante el uso de equipos compactadores de residuos con ruedas de acero, especialmente diseñados para tal fin. Si la distribución de los residuos ha sido correcta, se deberán realizar como mínimo tres (3) pasadas del equipo compactador para cada punto de cada capa de 0,30 m de espesor, para lograr una eficiente compactación de los residuos. A los efectos de lograr una compactación uniforme se deberá duplicar el número de pasadas del equipo compactador, cuando se trate de la trituración y compactación de la última capa de residuos dispuestos en cada celda, para asegurar el correcto desplazamiento del equipo a cargo de la tarea de cobertura final. Inmediatamente después de ser compactados en las celdas, los residuos serán cubiertos con una capa de suelo. En la **Figura 21** se observan las características del módulo de disposición final de los residuos. El Plano correspondiente se agrega en **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

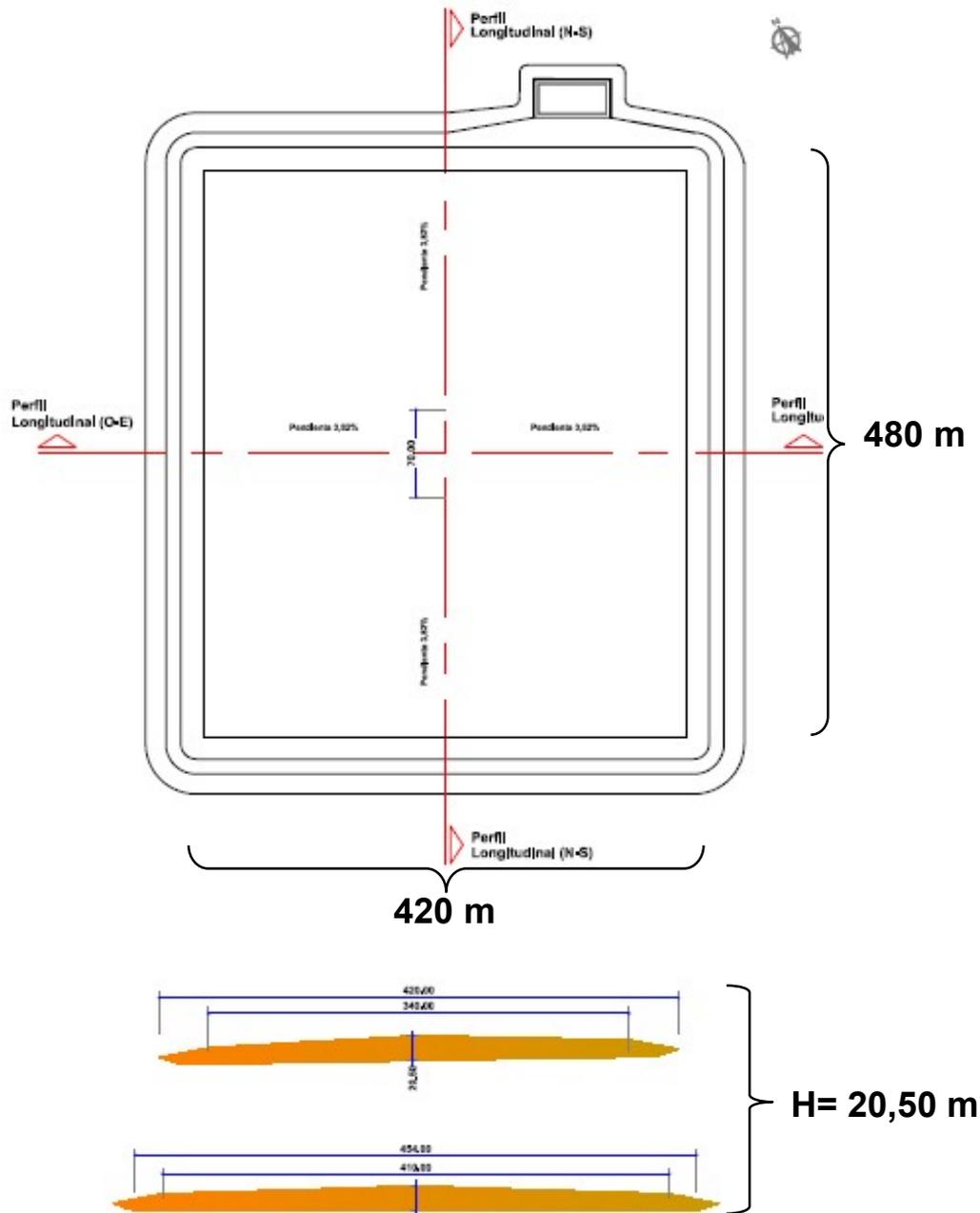


Figura 21: Croquis Planta de Módulo de disposición final y Cortes Esquemáticos

Quando se alcancen las cotas finales de proyecto en cada celda, será necesario cubrir los residuos inmediatamente con un manto de suelo compactado, a efectos de minimizar el ingreso de agua pluvial y la consiguiente generación de líquido lixiviado, evitar la emanación de olores, proliferación de vectores, minimizar voladuras, y crear un ambiente reductor que favorezca la descomposición anaeróbica de los residuos. Por otra parte, al término de cada jornada y en el caso de interrumpirse el ingreso de residuos por más de doce (12) horas, y no haberse llegado a la cota final de proyecto, se deberá ejecutar la tapada de los residuos con suelo. En este caso el espesor mínimo del suelo de cobertura deberá ser de veinte

(20) centímetros, o se podrán adoptar otros mecanismos como la utilización de membranas plásticas o tejidas.

Como las coberturas pueden agrietarse por efectos de la erosión o por condiciones climáticas, o descender con asentamientos diferenciales originados por los procesos de descomposición de los residuos dispuestos; en estos casos, se deben corregir los desvíos mediante nivelación y aportes de suelo para evitar la acumulación y penetración de agua, o el deterioro de los anclajes de la membrana.

Como control de avance de las obras del relleno, se realizará en la forma establecida en el Programa de Monitoreo, un relevamiento planialtimétrico de las áreas en operación y las ya terminadas.

Se operará y mantendrá el sistema de colección y extracción de líquidos lixiviados, y su acopio en la pileta de evaporación ubicada dentro del predio, de manera de lograr asegurar un tirante máximo de líquido dentro de las celdas menor a 30 cm, para garantizar las condiciones de estabilidad.

El fondo de las celdas tendrá un sistema de drenaje adecuado para facilitar la concentración del líquido lixiviado y su escurrimiento hacia los colectores y bocas de captación, así como su extracción de estas últimas. Se operará el sistema de colección y captación de líquidos lixiviados, realizando su extracción y almacenamiento en pileta construida para tal fin. En las **Figura 22 y 23** se puede observar el sistema de captación, extracción, tratamiento y reinyección de lixiviados (Ver **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**).

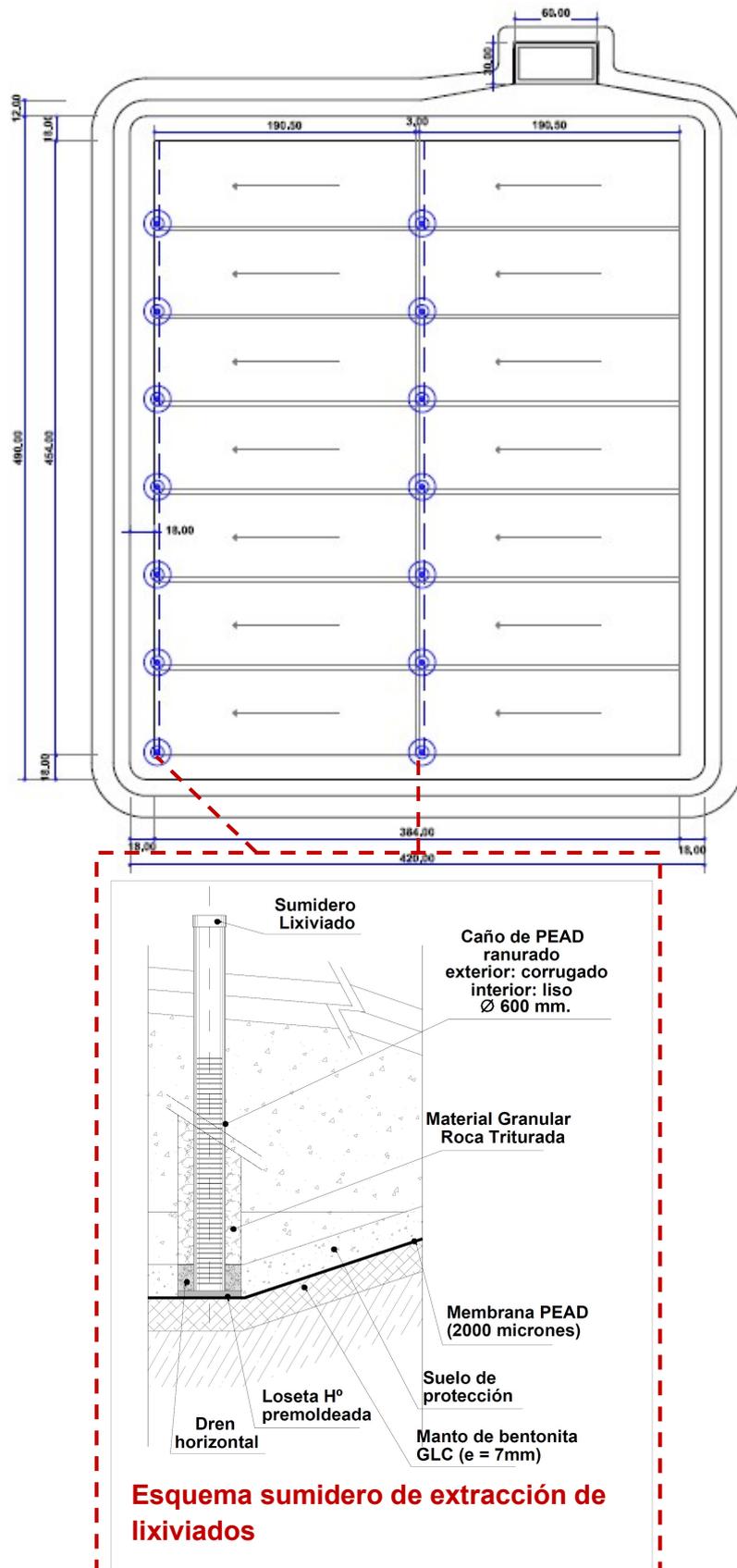
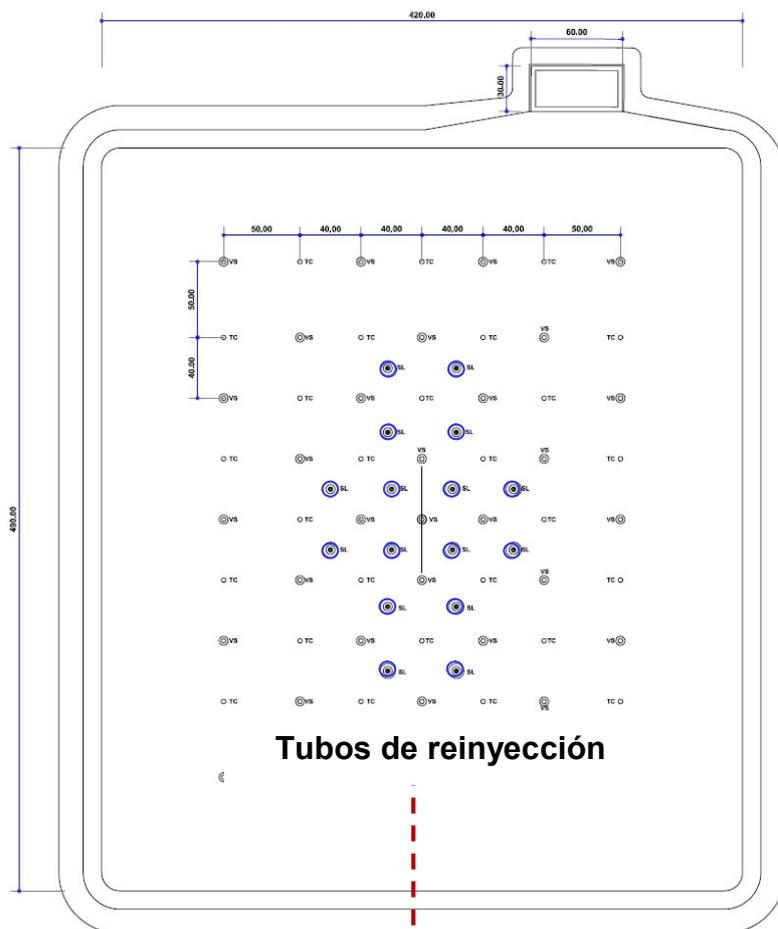


Figura 22: Esquema del Sistema de captación, extracción y tratamiento de lixiviado



Tubos de reinyección

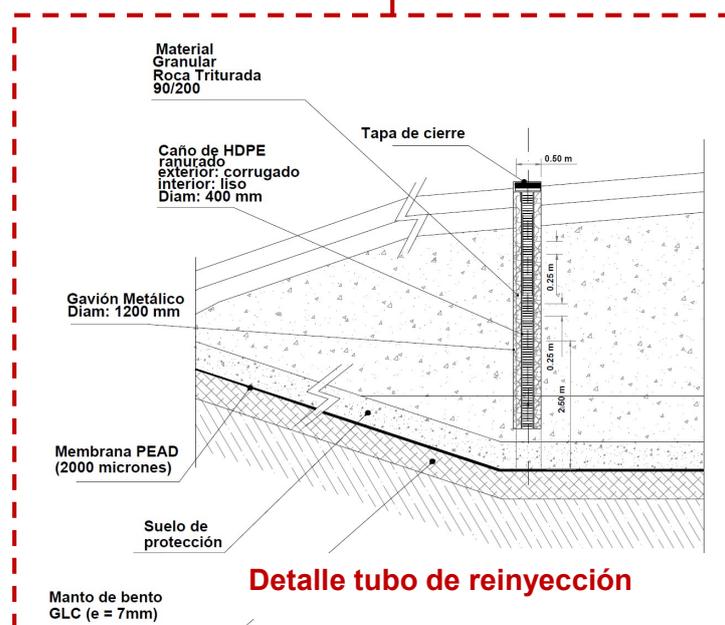


Figura 23: Esquema Sistema de reinyección de lixiviados

El frente de descarga permanecerá en todo momento libre de líquido lixiviado, para lo cual se procederá a su constante extracción y correspondiente traslado a la pileta de almacenamiento a ser construida en el Centro Ambiental. Del mismo modo, deberá extraerse el líquido lixiviado que se acumule entre el pie del talud de residuos y las bermas operativas en aquellos sectores que por el avance de la operación deban permanecer con coberturas provisionarias.

Se efectuará el control de roedores en todo el predio. Para ello se implementará un programa de control efectivo que incluirá el detalle de los productos a utilizar, los lugares y la frecuencia con que se ejecutará dicha tarea. Se realizarán periódicamente desinfecciones a efectos de evitar la proliferación de vectores dentro del predio. Se implementará un programa de manejo integrado como el control biológico o métodos ecológicos, reduciendo la dependencia de pesticidas químicos sintéticos para controlar las plagas.

Control de olores

En forma permanente, se realizará un estricto control del nivel de olores en los puntos aledaños al relleno, aplicando las medidas correctivas que sean necesarias para disimularlos. Entre las medidas a adoptar podemos destacar: 1) identificación de posibles corrientes de residuos que puedan generar olores más fuertes; 2) aplicación de exigencias en cuanto a requisitos de admisión o acondicionamiento de residuos con malos olores; aplicación de exigencias en cuanto a requisitos de higiene y limpieza de los vehículos recolectores que ingresan al Centro Ambiental; 3) implementación de medidas para control de olores (empleo de productos para control de olores o productos para enmascarar olores); 4) revisión de las frecuencias de aplicación de las coberturas intermedias y finales sobre los residuos; 5) revisión de la extensión del frente de descarga, reduciéndolo al mínimo compatible con la operación del relleno; 6) revisión del estado de funcionamiento/mantenimiento de la pileta de acopio de lixiviados; 7) revisión del estado de tubos de venteo de gases.

Control de ruidos

Se realizará en forma permanente, un estricto control del nivel de ruidos que puedan producirse por las actividades del relleno.

Control de material particulado

Se controlará la dispersión de materiales particulados por acción del viento dentro del predio. Para evitar la dispersión de polvo, se regarán los caminos de tierra, toda vez que sea necesario, utilizando para ello el camión regador que permanecerá en el Centro Ambiental, como parte del equipamiento previsto para el operación del Centro Ambiental. El agua de riego será la que se extraiga del pozo. Se dispondrá además, de un cercado de la Playa de Descarga, con un vallado

móvil de altura suficiente para evitar la voladura y dispersión de bolsas y elementos livianos.

Captación de Biogás

La red de captación de biogás será mantenida en perfectas condiciones de funcionamiento. Los líquidos extraídos del sistema de condensados serán conducidos por bombeo a la pileta de almacenamiento de líquidos lixiviados. En la **Figura 24** se observa un croquis del sistema de gestión de Biogás (Ver **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**)

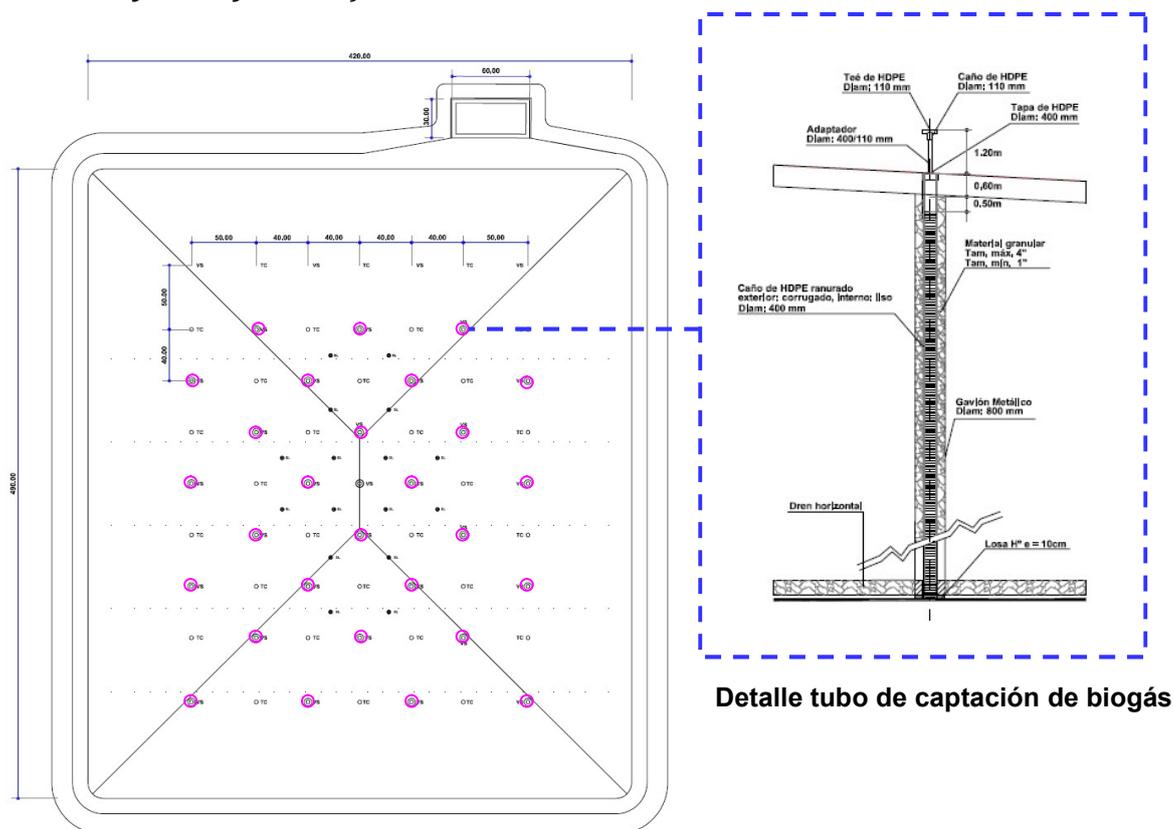


Figura 24: Esquema del Sistema de captación de Biogás

3.17.2 Recursos naturales del área que serán aprovechados

Para la etapa de operación se prevé el aprovechamiento de los suelos resultantes de la excavación de las celdas de disposición final, que se utilizarán para la impermeabilización y cobertura de los residuos en forma diaria. Para la operación del Módulo 1 se prevé la utilización aproximada de 790.000 m³⁷ de suelos procedentes de las propias excavaciones el terreno.

⁷ Datos obtenidos del Informe del Ing. Edgardo Espinoza, consultor externo contratado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable

3.17.3 Requerimientos del personal

La cantidad total de personal a utilizar en la operación del presente proyecto será de aproximadamente 45 personas, según el siguiente detalle:

TABLA 21: Resumen General Personal necesario

Puesto	Cantidad	Observaciones
Gerente	1	Turno simple
Responsable de Calidad y Medio Ambiente	1	Turno simple
Encargado de Relleno Sanitario	1	Turno simple
Encargado de Planta de Separación	1	Turno doble
Administrativo	8	Turno simple
Balancero	2	Dos turnos
Operador de pala cargadora	2	Dos turnos
Encargado de Mantenimiento	2	Dos turnos
Ayudante de Mantenimiento	6	Dos turnos
Maquinista	4	Dos turnos
Operador de lixiviados y desgasificación	1	Turno simple
Ayudantes	6	Dos turnos
Choferes	6	Dos turnos
Vigilancia	2	Dos turnos
Serenos	2	Turno simple

FUENTE: Elaboración Propia

Además se requerirá personal para las tareas de separación de residuos en la Planta de Separación (alrededor de 40 operarios), para trabajo en dos turnos.

Respecto a la capacidad de selección esperable podemos definir, en base a otras experiencias, que en una cinta de separación como la que se proyecta instalar, con un equipo de entre 16 a 20 personas, se puede procesar aproximadamente entre 7 a 8 toneladas de residuos por hora. Este análisis considera un turno de 8 horas y tiene en cuenta que no se puede mantener el promedio en forma continua.

Con estos parámetros entonces, se estima que se podrán procesar aproximadamente entre 50 a 60 toneladas/día, si es que no existe ningún desperfecto en el sistema mecánico. En nuestro caso, el sistema mecánico prevé

recibir entre 100 a 150 toneladas por día, o sea que, trabajando en dobles turnos de 8 horas, podría pensarse que se procesaría entre el 50% al 60% del total ingresado.

El rendimiento esperable de la Planta es muy variable, de acuerdo a como se haga la recolección (diferenciada o no). Si el sistema no posee recolección diferenciada (hoy es así), el rendimiento esperable rondaría el 10%. Los materiales a seleccionar, en una primera instancia serían plásticos (especialmente PET), papel y cartón, que son los más buscados. También metales (aunque hay muy poco material útil en los residuos, pero el valor de venta es alto) y vidrio (que es fácil de separar pero tiene bajo valor de venta).⁸

3.17.3.1 Descripción de los puestos de trabajo

TABLA 22: Descripción Puesto de Trabajo – Gerente de Operaciones

1. Gerente de Operaciones del Centro Ambiental	
Responsabilidades	<i>Responsable integral de la gestión del servicio y de toda aquella actividad relacionada con el mismo</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tiene a su cargo todo el personal del CA.</i> • <i>Llevar adelante la relación con la Autoridad de Aplicación.</i> • <i>Cumplir con las obligaciones que emanen de la DIA y del Plan de Manejo Ambiental.</i> • <i>Atender a las recomendaciones de la Autoridad de Aplicación.</i> • <i>Suministrar información técnica a los visitantes que, con fin académico o técnico sea solicitada, previa autorización de la Autoridad de Aplicación.</i> • <i>Gestión de la política de mantenimiento de la instalación.</i> • <i>Supervisión del cumplimiento de la normativa aplicable, incluyendo normas de seguridad, salud y prevención de la contaminación y riesgos laborales.</i> • <i>Disposición de los medios y toma de decisiones en el control de situaciones de emergencia.</i> • <i>Coordinación con las empresas externas de servicios que colaboren en la explotación de las instalaciones.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

⁸ La investigación de los precios de mercado de los materiales recuperados, se desarrolló en el *Informe 2: Estudio de Alternativas del Proyecto GIRSU Zona Metropolitana*, presentado ante la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.



TABLA 23: Descripción Puesto de Trabajo – Responsable de Medio Ambiente

2. Responsable de Calidad y Medio Ambiente	
Responsabilidades	<i>Controlar y mantener los planes de calidad y medio ambiente elaborados para la operación del sistema. Observar el cumplimiento de la normativa vigente, de las disposiciones de la Autoridad de Aplicación y de lo indicado en los Planes de Manejo Ambiental y Contingencia.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Verificar el cumplimiento de los planes de gestión establecidos.</i> • <i>Proceder a la corrección inmediata de desviaciones en los estándares de operación.</i> • <i>Mantener en vigencia las normativas aplicables a la gestión del servicio e identificar nuevos cumplimientos solicitados.</i> • <i>Verificar los parámetros e índices obtenidos en los monitoreos previstos.</i> • <i>De ser necesario, realizar las correcciones y actualizaciones del Plan de Manejo Ambiental, como así también del Plan de Contingencias.</i> • <i>Elaborar los informes solicitados tanto por la Gerencia como por la Autoridad de Aplicación.</i> • <i>Elaborar y llevar adelante el plan de capacitación de calidad y medio ambiente dirigido al personal.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 24: Descripción Puesto de Trabajo – Encargado Relleno Sanitario

3. Encargado de Relleno Sanitario	
Responsabilidades	<i>Responsable de todas las operaciones del relleno sanitario.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Coordinar, controlar y verificar todas las operaciones que se realicen dentro del ámbito del Relleno Sanitario.</i> • <i>Coordinar el ingreso de residuos a los sectores correspondientes.</i> • <i>Controlar la documentación de la Operación del Relleno, que incluya estadísticas de su funcionamiento.</i> • <i>Coordinar las tareas de mantenimiento y reparaciones que sean necesarias para el correcto funcionamiento del relleno.</i> • <i>Supervisar los diferentes programas de monitoreo previstos en el Plan de Manejo Ambiental.</i> • <i>Supervisar el funcionamiento del Programa de monitoreo de líquidos lixiviado y Biogás., a fin de cumplir con lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental.</i> • <i>Informar a sus superiores el estado operativo del Relleno.</i> • <i>Coordinar con los Municipios, los horarios de funcionamiento del Centro Ambiental.</i> • <i>Verificar y hacer cumplir todas las normas de higiene y seguridad en el trabajo, de acuerdo a la normativa vigente.</i> • <i>Recibir las visitas autorizadas.</i>

FUENTE: Elaboración Propia



TABLA 25: Descripción Puesto de Trabajo – Encargado Planta de Separación

4. Encargado de Planta de Separación	
Responsabilidades	<i>Responsable de todas las operaciones de la planta de separación</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Al tomar el turno, verificar que todas las condiciones estén dadas para realizar la operación.</i> • <i>Coordinar con el sector de recepción la alimentación gradual de la cinta de separación a fin de realizar las tareas sin inconvenientes.</i> • <i>Distribuir las tareas entre el personal a su cargo: sector de selección, limpieza, enfardado, carga del material separado para su traslado al Depósito de almacenamiento, carga y traslado del material de rechazo y del material destinado a compostaje.</i> • <i>Controlar que se cumplan con las normas de seguridad en el sector.</i> • <i>Coordinar para mantener la zona de trabajo lo más limpia posible, durante la operación.</i> • <i>Trabajar en conjunto con el sector de recepción para optimizar el trabajo y evitar accidentes.</i> • <i>Comunicar a su superior, cualquier inconveniente en el funcionamiento de los equipos a su cargo.</i> • <i>Comunicar a su superior, cualquier alteración de la operación y llevar un registro de las novedades diarias.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 26: Descripción Puesto de Trabajo – Personal Administrativo

5. Administrativo	
Responsabilidades	<i>Llevar adelante las tareas administrativas que se originen, como consecuencia de la explotación de los servicios. Es responsable también de la organización para el cumplimiento de la normativa vigente, que afecten a los trabajadores de servicios y de tratar estos asuntos con la escrupulosidad, confidencialidad y respeto a las personas.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Realizar las tareas de administración, control de personal, contabilidad, facturación, suministros, etc.</i> • <i>Seguir las instrucciones del Gerente, con respecto a los apuntes contables diarios, tramitación de facturas, registro de operaciones, formulación de pedidos, control administrativo de la explotación, archivo de documentos, redacción de informes, etc.</i> • <i>Gestión de pedido a proveedores, atención de las solicitudes de los trabajadores, gestión de correos, etc.</i> • <i>Control de formación del personal de las instalaciones para la correcta ejecución de sus funciones en sus respectivos puestos de trabajo.</i> • <i>Confeccionar informes, partes de trabajo de maquinaria e instalaciones y toda actividad inherente al trabajo de oficina.</i> • <i>Ocuparse del mantenimiento de los sistemas y equipos informáticos utilizados.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 27: Descripción Puesto de Trabajo – Operación de Balanza

6. Balancero	
Responsabilidades	<i>Pesar y registrar los vehículos recolectores que ingresan al Centro Ambiental y derivarlos al sector que corresponda.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Verificar que el vehículo ingresado con residuos esté debidamente autorizado.</i> • <i>Proceder a la operación de pesado, registrando el mismo, como asimismo la fecha, hora, origen, tipo de residuos, dominio del vehículo, y cualquier otro dato relevante.</i> • <i>Indicar al vehículo recolector, en función de su carga, hacia donde deberá dirigirse a descargar (Planta de Separación o Relleno).</i> • <i>De ser necesario, sellar los remitos para entregar como comprobantes a la empresa que realiza la recolección.</i> • <i>Realizar el pesaje del vehículo recolector a la salida del Centro Ambiental, para registrar la “tara”.</i> • <i>Entregar diariamente al superior los comprobantes y remitos emitidos.</i> • <i>Emitir un listado diario de operaciones para el control cruzado con los comprobantes.</i> • <i>Realizar otras tareas de acuerdo a las necesidades del sector y de acuerdo a lo requerido por el superior.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 28: Descripción Puesto de Trabajo – Operador Pala Cargadora

7. Operador de Pala Cargadora – Playero del área de recepción de Nave de Separación	
Responsabilidades	<i>Recibir el vehículo recolector designado en función del tipo de residuos que trae e indicarle las maniobras a realizar para efectuar la descarga. Acomodar la descarga de los vehículos recolectores y alimentar gradualmente la cinta, para realizar la selección.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Verificar que el vehículo ingresado y derivado de la zona de balanza transporte los residuos autorizados para la Planta de Separación.</i> • <i>Indicar al chofer del vehículo recolector las maniobras adecuadas para efectuar la descarga en el lugar asignado en la Nave de Recepción.</i> • <i>Al tomar el turno, verificar el estado de la pala cargadora, controlando todos sus elementos. Cualquier novedad deberá ser comunicada a su superior que de acuerdo a su criterio evaluará si se inician operaciones.</i> • <i>Acomodar los residuos para permitir el aprovechamiento de las instalaciones.</i> • <i>En función de la demanda de la Planta realizar la carga gradual de la cinta de alimentación de la misma.</i> • <i>Controlar que se cumpla con las normas de seguridad en el sector.</i> • <i>Colaborar con otros sectores del Centro Ambiental, cuando sea requerida una pala cargadora.</i> • <i>Verificar que la descarga sea completa y que no queden residuos en el vehículo recolector.</i> • <i>Comunicar al balancero si por cualquier razón el vehículo no puede efectuar la descarga para proceder a la anulación de la operación.</i> • <i>Comunicar a su superior, cualquier alteración de la operación y llevar un registro de las novedades diarias.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 29: Descripción Puesto de Trabajo – Encargado de Mantenimiento

8. Encargado de Mantenimiento	
Responsabilidades	<i>Mantener en perfecto estado la maquinaria asignada al Centro Ambiental. Reparar los desperfectos que se originen en la maquinaria fija y móvil existentes y las instalaciones electromecánicas</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Controlar el estado del equipamiento fijo y móvil, según la frecuencia establecida en los manuales de uso y en las condiciones que establezca el Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo establecido.</i> • <i>Responsable de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo con el objeto de prevenir posibles averías.</i> • <i>Verificar periódicamente la existencia de repuestos adecuados para efectuar las reparaciones en la maquinaria.</i> • <i>Controlar que se cumplan con las normas de seguridad del sector.</i> • <i>Mantener la limpieza de los sectores donde se desempeña y manejar correctamente los residuos peligrosos que pudieran generarse, siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual Operativo, para su disposición temporaria hasta su retiro.</i> • <i>Recibir los partes de novedades mecánicas de maquinistas y choferes a cargo de las unidades móviles y proceder a su reparación.</i> • <i>Comunicar a su superior en forma inmediata cualquier inconveniente que genere que un equipo quede fuera de servicio temporalmente.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 30: Descripción Puesto de Trabajo – Ayudante de Mantenimiento

9. Ayudante de Mantenimiento	
Responsabilidades	<i>Colaborar en el mantenimiento de los equipos fijos y móviles del Centro Ambiental.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ejecutar trabajos manuales de mantenimiento de acuerdo con sus conocimientos técnicos.</i> • <i>Manipular equipos y partes de equipos a reparar.</i> • <i>Descargar insumos de mantenimiento y llevar un control de inventario de los mismos.</i> • <i>Realizar trabajos que le sean solicitados por su superior, en concordancia con su categoría y formación profesional.</i>

FUENTE: Elaboración Propia



TABLA 31: Descripción Puesto de Trabajo – Maquinista

10. Maquinista	
Responsabilidades	<i>Realizar las tareas de excavación, empuje, acomodamiento y compactación de los RSU y materiales de cobertura en el relleno sanitario, además podrá realizar movimientos de tierra, desmonte, nivelación de terrenos y otras tareas semejantes.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Al tomar el turno, deberá revisar el adecuado funcionamiento de la maquinaria pesada.</i> • <i>Realizar la operación de la maquinaria pesada para efectuar las tareas del relleno sanitario.</i> • <i>Realizar el empuje de los residuos sólidos en las celdas del relleno sanitario con la maquinaria adecuada.</i> • <i>Operar la maquinaria para la realización de la tarea de compactación de residuos.</i> • <i>Realizar tareas de cobertura de residuos, con el material de cobertura y la maquinaria correspondiente.</i> • <i>Informar a su superior las fallas que pudiera detectar en las maquinarias.</i> • <i>Realizar las demás funciones inherentes al puesto que le sean encomendadas por su superior.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 32: Descripción Puesto de Trabajo – Operador de Lixiviados y desgasificación

11. Operador de Lixiviados y desgasificación	
Responsabilidades	<i>Controlar el correcto funcionamiento de los equipos asignados. Operar en función de los parámetros de funcionamiento establecidos en los manuales de funcionamiento y los planes de gestión de calidad y ambiental, los sistemas de tratamiento de líquidos lixiviados y desgasificación. Realizar junto con el Encargado de Mantenimiento el mantenimiento del equipamiento fijo.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Supervisar el buen funcionamiento del sistema de colección y almacenamiento de líquidos lixiviados y el de venteo de gases.</i> • <i>Auxiliar al personal de mantenimiento en la manipulación de equipos de los sistemas de gestión de líquidos lixiviados y gases.</i> • <i>Comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas mencionados.</i> • <i>Elaborar informes de la operación de dichos sistemas que le sean requeridos por el superior.</i>

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 33: Descripción Puesto de Trabajo – Ayudante General

12. Ayudante General	
Responsabilidades	<i>Colaborar en el mantenimiento integral del Centro Ambiental.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar trabajos manuales que no requieran conocimientos técnicos. • Auxiliar al personal de mantenimiento en manipulación de equipos. • Realizar trabajos que le sean solicitados por su superior, y en concordancia con su categoría y formación. • Realizar la limpieza de oficinas y demás instalaciones. • Realizar limpieza de canales y mantenimiento de espacios verdes. • Recoger los residuos que se hayan dispersado y mantener limpio en frente de trabajo del relleno.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 34: Descripción Puesto de Trabajo – Chofer de vehículo de volteo

13. Chofer de vehículo de volteo	
Responsabilidades	<i>Operar un camión de volteo para el transporte de suelo para coberturas. Verifica el funcionamiento del vehículo y lo conduce hasta el sitio de carga del material, y luego lo traslada al frente de trabajo del relleno, donde lo descargará, previa instrucción de su superior.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecer al frente de trabajo del relleno, del material de cobertura diaria necesario. • También podrá transportar material inerte para realizar reparaciones en caminos o alguna obra de infraestructura del Centro Ambiental. • Revisar el funcionamiento del vehículo y reportar los desperfectos a su superior. • Mantener la limpieza y engrasado del vehículo.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 35: Descripción Puesto de Trabajo – Chofer de camioneta y camión regador

14. Chofer de camioneta y camión regador	
Responsabilidades	<i>Operar una camioneta para transporte de combustible y el camión regador. Verificar el funcionamiento del vehículo y conducirlo hasta el lugar donde sea requerido.</i>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecer de combustible, refacciones, aceite y agua para la operación y mantenimiento del equipo mecánico. • Maniobrar el tanque regador, para mantener regados los sectores que le indique su superior, en cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental. • También podrá transportar al personal que trabaje en el relleno desde algún lugar específico hasta la zona de trabajo. Desarrollará actividades complementarias de mensajero.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 36: Descripción Puesto de Trabajo - Vigilador

15. Vigilador	
Responsabilidades	Realizar tareas de vigilancia durante el día.
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la entrada y salida de materiales, productos, mercancías u otros artículos que se manejen en Centro Ambiental. • Abrir y cerrar las puertas de ingreso al sitio, a los camiones recolectores y personas autorizadas. • Salvaguardar las actividades del personal, los materiales, maquinaria pesada, oficinas, vehículos e instalaciones del Centro Ambiental. • No permitir la descarga de residuos en forma indiscriminada dentro del establecimiento, ni en sus alrededores. • Llevar registros y listas de los movimientos ejecutados diariamente. • Al terminar la jornada, deberá rendir un informe de las irregularidades observadas.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 37: Descripción Puesto de Trabajo - Sereno

16. Sereno	
Responsabilidades	Realizar tareas de vigilancia durante la noche.
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Recorrer las diferentes zonas del Centro Ambiental. • Cerrar puertas y contestar llamadas telefónicas. • Reportar vehículos particulares que descarguen residuos en las áreas próximas al Centro Ambiental. • Estar pendiente de cualquier eventualidad como, incendio de los residuos o algún pozo de biogás, inundaciones o daños a caminos por lluvias, etc.; a efectos de reportarlo inmediatamente o tomar las medidas preliminares que resulten adecuadas. • Al terminar la jornada, deberá rendir un informe de las irregularidades observadas.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 38: Descripción Puesto de Trabajo – Operador de Planta de Separación

17. Operario de Planta de Separación	
Responsabilidades	Realizar las tareas de selección de residuos, limpieza de área de trabajo, enfardado de los materiales seleccionados, traslados a depósito de acopio, carga de vehículos destinados al relleno o al sector de compostaje.
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la separación de los elementos seleccionados en la cinta de trabajo de la Planta. • Realizar el embolsado y enfardado de los materiales separados. • Realizar las tareas de limpieza de la Planta de Separación al terminar el turno. • Cumplir con las normas de seguridad del sector. • Realizar el traslado de los elementos separados al sector de acopio. • Colaborar con la carga del material de rechazo para el relleno y/o material orgánico destinado al sector de compostaje. • Comunicar al superior, cualquier inconveniente en el funcionamiento de los equipos con los cuales se realiza la tarea.

3.17.4 Equipos para la etapa de operación

Los equipos a utilizar en la etapa de operación se pueden observar en las **Tablas 39, 40, 41 y 42.**

TABLA 39: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Operación - Relleno

EQUIPOS	TIPO	CANTIDAD
RELLENO	Compactador tipo Caterpillar – Mod 826H	1
	Tractor sobre orugas tipo Caterpillar D7	1
	Tractor neumático 120 HP	3
	Pala de arrastre vial hidráulica autocargable (pala 4 m3)	2
	Acoplado tanque cisterna 5000 litros	1
	Acoplado tanque cisterna 7000 litros	1
	Camión volcador con caja 10 m3	2
	Bomba de desagote 2HP	1
	Bomba extracción de lixiviados 2,5 HP- 5000 l/hora	1
	Tanque 10 m3 para combustible con bomba	1

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 40: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Operación – Planta de Separación

EQUIPOS	TIPO	CANTIDAD
PLANTA DE SEPARACIÓN	Planta con cinta de elevación sobre estructura elevada	1
	Depósitos de transporte para material de rechazo	3
	Prensa vertical	2
	Prensa horizontal	2
	Triturador de plásticos	1
	Cinta de derivación de material orgánico	1
	Contenedores de residuos	10
	Pala cargadora para alimentación de tolva 170HP	1

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 41: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de Operación - Compostaje

EQUIPOS	TIPO	CANTIDAD
PARA COMPOSTAJE	Chipeadora	1
	Zaranda tipo Trommel	1

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 42: Resumen equipos a utilizar en la Etapa de operación - Generales

EQUIPOS	TIPO	CANTIDAD
GENERALES	Báscula electrónica 80 Tn/ 20 m de longitud	1
	Grupo electrógeno 50 KVA	1
	Grupo electrógeno 5 KVA (para operaciones en relleno)	1

FUENTE: *Elaboración Propia*

3.17.4 Materias primas e insumos

No se utilizarán materias primas. Se recibirán residuos sólidos provenientes de la Zona Metropolitana, según lo expuesto en el **Anexo 2: Memoria Técnica y Operativa**.

En función del listado de equipos indicado en el punto precedente se realizó un cálculo aproximado de los insumos a utilizar, con el siguiente resultado:

- Combustible 200.000 litros de gasoil/año (13 equipos, con consumo según potencia del equipo).
- Aceite de motor: 10.000 litros/año (consumo promedio= 0,20 l/hora).
- Aceite hidráulico: 2.500 litros/año (consumo promedio=0,05 l/hora).
- Aceite de transmisión: 2.500 litros/año (consumo promedio = 0,05 l/hora).
- Líquido de frenos: 640 litros/año (0,02 l/hora)
- Grasa: 2.500 kg/año (0,04 l/hora).
- Líquido refrigerante: 1.200 litros/año (0,03 l/hora).

Para el manejo de los residuos provenientes de esta actividad, se dará cumplimiento a la legislación vigente (Ley N° 5917 y su Decreto Reglamentario N° 2625/99).

El almacenamiento de combustible se realizará en un tanque cilíndrico metálico aéreo. El área será descubierta, cerrada por valla perimetral fija, de acceso restringido y con las siguientes características constructivas salientes: piso impermeable, sistema de contención secundaria, señalética de seguridad y sistema de protección contra incendios. Los tanques aéreos de combustible cumplirán con la reglamentación vigente al respecto (Resolución N° 1102/04 de la Secretaría de Energía de la Nación).

Los lubricantes serán almacenados en tambores metálicos, en un área específica del Sector de Mantenimiento, cubierta y con acceso separado y restringido. Asimismo, los aceites usados serán almacenados temporalmente hasta su retiro por empresas autorizadas en tambores de plástico reforzado de 1000 litros, en el Depósito para Residuos Peligrosos. Las características constructivas de este sector serán: piso impermeable, sistema de contención secundaria, señalética de seguridad y sistema de protección contra incendios.

3.17.5 Subproductos por fase de proceso

Se obtendrán como subproducto del proceso, lodos estabilizados de la laguna de evaporación de lixiviados del relleno sanitario.

Si bien, no existe una fórmula empírica que se utilice para calcular el volumen de lodos a producirse, este puede estimarse en función de experiencias similares de

lugares de acopio y evaporación de lixiviados. Para ello se debe tener en cuenta que la cantidad de sólidos en suspensión en los líquidos lixiviados es baja, de tal manera, se estima obtener en la laguna de evaporación correspondiente a un módulo, un valor de 173 m³ en cinco años (vida útil del módulo); valor correspondiente a la superficie del fondo de la laguna por un tirante esperado de lodos estabilizados de 20 cm.

Al avanzarse con la construcción de los módulos sucesivos al primero, deberán construirse en forma simultánea nuevas lagunas de evaporación de lixiviados para captar los líquidos de las nuevas celdas. Una vez operativa la laguna de evaporación correspondiente al Módulo 2, serán derivados a ésta los líquidos lixiviados de ambos módulos, quedando la primera laguna como playa de secado de los lodos generados en ella, los cuales, una vez secos serán retirados y dispuestos en el RS. Quedando nuevamente la laguna libre de lodos como laguna de acopio y evaporación de lixiviados. Este proceso se repetirá en forma similar para la totalidad de los módulos.

3.17.6 Productos Finales

Se pueden considerar como productos finales los materiales que se separen en la Planta de Separación y el compost obtenido del procesamiento del material orgánico. Los materiales que se obtendrán serán los siguientes:

- Plástico
- Papel/Cartón
- Metales
- Vidrio
- Compost

Estos residuos reutilizables serán enfardados y acopiados en la Nave de Selección de la Planta, para luego ser transportados para su venta a compradores de estos materiales.

Las cantidades de estas fracciones a recuperar, se calcularon en función de la última *Caracterización de Residuos* realizada en la Zona Metropolitana por la Universidad Tecnológica Nacional en el año 2004. Este estudio se realizó sobre los residuos de origen domiciliario.

La masa total de los Residuos Sólidos Urbanos, se considera conformada por residuos de distintos orígenes. A los efectos de estos cálculos, y en función de otros estudios realizados, se considera que el total de los RSU está compuesto del siguiente modo: 1) Residuos Domiciliarios (60%), 2) Residuos de Poda y Limpieza (15%) y 3) Otros Residuos (25%). Dentro de este último grupo se consideran incorporados los residuos voluminosos y residuos de origen industrial, asimilables a RSU.

Del Estudio de Caracterización mencionado surge que la *fracción potencialmente reciclable* es de aproximadamente 26% y la *fracción potencialmente compostable* del 42%.

Partiendo de estos datos y en función de las características de los otros grupos de residuos que no fueron caracterizados, se adoptaron los siguientes valores:

TABLA 43: Porcentajes de materiales potencialmente recuperables

Categoría de RSU	Residuos reciclables	Residuos Compostables
Residuos domiciliarios	26%	42%
Residuos de limpieza urbana	25%	65%
Otros residuos	60%	0%

FUENTE: Elaboración Propia

En función de estos valores, y teniendo en cuenta la capacidad de procesamiento de la Planta de Separación a construir (entre 100 y 150 Tn/día por turno), se estima que del total de los residuos que ingresen al Centro Ambiental, el cual se estima en 1.451 Tn/día en promedio para los primeros 5 años (vida útil del Módulo 1), podrían ingresar a la Planta de Separación el 20% de este total, con la Planta trabajando en dos turnos (hipótesis de máxima). Y aplicando los porcentajes de los materiales *potencialmente reciclables*, se tendría aproximadamente un 34% del total de residuos para reciclables y 35% para compostables, lo cual daría los siguientes valores: Reciclables = 99 Tn/día, y Compostables = 101 Tn/día.

De este total de residuos potencialmente recuperables, se tomará como valor real de recuperación, el 40% del total para reciclables y 35% para compostables. Estos valores surgen de considerar como porcentajes iniciales de eficiencia: 35% para reciclables y 30% para compostables, con un incremento promedio del 2% anual en cada caso, a lo largo de toda la vida útil del relleno. Estas mejoras se darán por el desarrollo e incremento de campañas de separación en origen, mejoras graduales en la infraestructura de separación, como agregado de nuevas líneas, y mayor eficiencia en el trabajo por capacitación a los operarios. Esto daría los siguientes valores finales

- Reciclables = 40 Tn/día
- Compostables = 36 Tn/día

Pero además, se debe tener en cuenta que de toda la masa de residuos posibles de recuperar, no todos los materiales se van a separar, sino que sólo se separarán: metales, papel/cartón, plásticos y vidrio. En el siguiente cuadro de resumen se indican las cantidades estimadas de subproductos a obtener en la separación.

TABLA 44: Cálculo cantidades de residuos a recuperar

Productos Finales	% presencia	Total recuper. (Tn/día)	Total subprod. (Tn/día)	Total subprod. (Tn/mes)
Metales	1,09%	40	0,44	13,08
Papel/Cartón	9,14%	40	3,66	109,68
Plásticos	10,43%	40	4,17	125,16
Vidrio	2,59%	40	1,04	31,08
Compost	50,20%	36	18,07	542,16

FUENTE: Elaboración Propia

Total Recuperables: 9 Tn/día

Total Compostable: 18 Tn/día

No ingresarán a la Planta residuos peligrosos, en caso de detectarse alguna porción de ellos dentro de la propia corriente de residuos domiciliarios recibidos, serán separados en la etapa de clasificación y dispuestos en contenedores plásticos y/o metálicos claramente identificados para tal fin.

Estos residuos serán periódicamente retirados por empresas autorizadas para su transporte y tratamiento, la cual entregará al final del ciclo el correspondiente certificado de disposición final, el cual será entregado a la Autoridad de Aplicación. Asimismo, aquella fracción de rechazo del proceso de separación, será trasladada al módulo de relleno sanitario, para su disposición final.

El sitio de acopio de dichos residuos peligrosos será cubierto, de acceso restringido, y poseerá piso impermeable, sistema de contención secundaria (si fueran a almacenarse residuos líquidos), señalética de seguridad y sistema de protección contra incendios.

La empresa se inscribirá en el Registro Provincial de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos.

3.17.7 Transporte de materias primas, productos finales y subproductos

La forma de transporte de los residuos sólidos urbanos hacia el Centro Ambiental se realizará a través de los camiones recolectores compactadores, de los distintos Municipios que integran la Zona de Estudio.

Y los productos finales, es decir las distintas fracciones separadas, compactadas, enfardadas y acondicionadas, resultantes del proceso de separación en la Planta, serán retiradas periódicamente por camiones de transporte de mercaderías hacia los sitios de comercialización.

3.17.8 Medidas de Higiene y Seguridad

3.17.8.1 Seguridad en el Trabajo

En el Centro Ambiental a construir, será de plena aplicación la Ley Nacional N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, como su Decretos Reglamentario N° 1338/96, que determinan las condiciones de seguridad que debe cumplir cualquier actividad industrial en todo el territorio de la República Argentina.

De acuerdo a lo reglado en el Decreto 1338/96, y en función de la cantidad de operarios final, se dispondrá de un Servicio de Higiene y Seguridad Laboral de 3 a 5 horas semanales (12 a 20 mensuales) en el Centro Ambiental.

Los vestuarios para el personal operativo se ajustarán al Artículo 49 de la Ley N°19.587. Se preverá sistema de agua fría y caliente.

Los vestuarios se hallarán equipados con armarios individuales. Dado que no se operará con sustancias tóxicas, irritantes o peligrosas, no se dispondrán armarios dobles. Esto es así ya que no se permitirá el ingreso de residuos peligrosos al Centro Ambiental, los cuales serán rechazados en el ingreso, evitando de este modo el contacto de los operarios con este tipo de residuos.

3.17.8.2 Ventilación

Con respecto a la ventilación, se dispondrá de ventilación pasiva en los ambientes de trabajo cubiertos. Se acompaña en **Anexo 3: Memoria de Cálculo de Ventilación**. La ventilación natural se complementará con ventilación pasiva, mediante extractores eólicos superiores.

3.17.8.3 Iluminación

Según lo reglamentado en la Ley N° 19.587, respecto a la iluminación de los lugares de trabajo, los mismos poseerán luz adecuada para las tareas a realizar (recepción, clasificación y compactación de residuos).

La iluminancia de los planos de trabajo será considerada de acuerdo a lo establecido en el **Anexo 4: Memoria de Cálculo de Iluminación**, como “tareas de gran esfuerzo visual”, para la cual se establece una iluminación sobre el plano de trabajo de 700 lux. Este parámetro se respetará en todas las áreas de la Planta de Separación y el Galpón de Mantenimiento.

Para ello serán proyectadas las instalaciones, respetando los siguientes valores según locales.

Se efectuará instalación contra incendios a través de extintores colocados según las cargas de fuego verificadas y las distancias mínimas entre elementos estipulada en la normativa correspondiente.

3.17.9 Requerimientos de energía

3.17.9.1 Electricidad

Para la etapa de operación del Centro Ambiental El Borbollón, se estima una potencia instalada de 200 kW x 220/380. La fuente de suministro será el proveedor de la red pública de energía eléctrica (EDEMESA).

3.17.9.2 Combustible

Se utilizará gasoil para la operación de la maquinaria de la Planta de Separación y equipos del Relleno Sanitario. La fuente de suministro será a través de proveedores tradicionales del mercado de los combustibles.

Se dispondrá de un depósito metálico cilíndrico para almacenamiento, de 10 m³ de capacidad y uno de 20 m³. Se estima un consumo anual de 200.000 litros, según lo expresado precedentemente.

3.17.10 Requerimientos de agua

Los consumos de agua potable tanto para personal, como para lavado de las instalaciones se calcularon en función de las instalaciones proyectadas. Se acompaña *Anexo 5: Memoria de Cálculo del consumo de agua*, de donde se obtuvo un valor de consumo diario de agua para todas las instalaciones del Centro Ambiental de **108,18 m³/día**. Este valor no contempla el consumo de agua para riego, el cual deberá calcularse en función de las especies a implantar y el sistema de riego que se proponga.

El agua para riego se obtendrá del pozo de extracción a construirse y los efluentes tratados obtenidos de la Planta de tratamiento de efluentes cloacales a construirse para servir al sector de oficinas.

3.17.11 Residuos sólidos generados

Los residuos sólidos que se generen serán los provenientes de la limpieza de Oficinas y Talleres. Se estima una tasa de generación de RSU de 1kg/empleado/día. De esta forma se estarán generando aproximadamente 85 kg de residuos diarios. No se efectuará almacenamiento de los mismos, ya que diariamente serán trasladados al sector de relleno y convenientemente dispuestos en las celdas habilitadas, en un todo de acuerdo con las normas de seguridad previstas en el relleno.

En lo que respecta a los residuos peligrosos, no se recibirán este tipo de residuos en el Centro Ambiental. En caso de detectarse una carga que posea este tipo de residuos en el control de acceso al predio, se le negará el ingreso a la unidad que los transporte, hecho que será comunicado a la Autoridad de Aplicación. Para el caso que ya se hubiera producido la descarga y se detectaran residuos peligrosos

en la zona de Relleno o Planta de Separación, la carga será nuevamente depositada en el camión que la condujo mediante la pala cargadora para que lo retire del sitio, comunicándose el hecho también a la Autoridad de Aplicación.

Y para el caso de alguna corriente de residuos peligrosos que pudiera generarse dentro de las instalaciones, fundamentalmente en el Galpón de Mantenimiento, se dará cumplimiento a lo establecido en el Ley N° 5917 de Residuos Peligrosos de la Provincia, y su Decreto Reglamentario N° 2625.

3.17.12 Residuos biosólidos

Los efluentes cloacales de las instalaciones serán tratados en una Planta compacta de tratamiento de efluentes cloacales, que será diseñada según el cálculo correspondiente. El tratamiento a realizar sobre el efluente, deberá alcanzar los parámetros establecidos en la legislación vigente, para riego de forestales. Las autorizaciones que correspondan se tramitarán ante el Departamento General de Irrigación.

3.17.13 Efluentes líquidos continuos e intermitentes

Los efluentes líquidos que se generarán en el Centro Ambiental El Borbollón, estarán constituidos por: 1) Efluentes provenientes de la limpieza de la Planta de Separación y Galpón de Mantenimiento de Equipos, y del sector de Lavado de equipos móviles y 2) Líquidos Lixiviados generados en el sector de relleno sanitario.

- 1) Los efluentes provenientes de la limpieza, se dirigirán por un sistema de alcantarillado hasta una cisterna de almacenamiento a ubicarse entre estas construcciones, y de donde será extraído con bombas y trasladado hasta la laguna de evaporación de líquidos lixiviados. Estos efluentes, según el cálculo realizado en **Anexo 5: Memoria de Cálculo del consumo de agua**, se estima en 1,51 m³/día.
- 2) Según los cálculos realizados sobre la generación de lixiviados para el primer módulo, los cuales se encuentran en **Anexo 6: Cálculo de generación de lixiviados y sistema de gestión**, se estima que el 4º año, será el de mayor producción de lixiviados, con la generación de aproximadamente 163 m³ de lixiviados. El tratamiento previsto de estos volúmenes se realizará a través del sistema de reinyección de líquidos en la masa del relleno, previo almacenamiento en una pileta de evaporación dimensionada para tal fin.

Para el diseño se consideró una tasa de evaporación media, de acuerdo a cálculos realizados sobre datos meteorológicos, ya que no se cuenta con esta información en las Estaciones Meteorológicas de la Provincia. Se adoptó una precipitación media de 223,2 mm anuales, según datos del SMN Estación El Plumerillo, y una temperatura media mensual de 15,49°C.

Considerando una profundidad para la laguna de 2 metros, con taludes laterales internos con pendiente 1:2, se llegó a las siguientes dimensiones de la laguna:

- Longitud de fondo: 48 m
- Ancho de fondo: 38 m
- Longitud a nivel superior: 60 m
- Ancho a nivel superior: 30 m
- Profundidad: 1,50 m
- Volumen: 66,21 m³

En la siguiente tabla se resumen los datos enunciados, y los valores calculados:

TABLA 45: Cálculo de lixiviados a almacenarse

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación media mensual (mm)	48,20	38,00	34,70	13,40	7,90	3,60	12,20	5,30	13,20	8,20	15,20	23,30	223,20
Temperatura media mensual (°C)	23,87	21,92	19,80	14,36	11,37	7,41	5,98	9,08	13,47	15,82	20,19	22,60	15,49
Radiación promedio mensual (W/m2)	264,32	240,28	197,19	155,53	115,53	107,00	125,84	142,10	178,80	224,94	272,33	316,13	195,00
Evaporación media mensual (mm/mes)*	281,12	255,07	208,90	163,90	121,40	112,01	131,56	149,00	188,27	237,38	288,61	335,81	
Evaporación neta mensual (mm)	257,25	233,15	189,10	149,54	110,03	104,60	125,58	139,92	174,80	221,56	268,42	313,21	
Caudal evaporado mes (m3/mes)	3.105,53	2.814,59	2.282,81	1.805,30	1.328,31	1.262,77	1.515,96	1.689,06	2.110,14	2.674,73	3.240,37	3.781,07	
Caudal máximo de lixiviado ingreso** (m3/mes)	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	3.064,50	
Caudal a infiltrar en el relleno (m3/mes)	-41,03	249,91	781,69	1.259,20	1.736,19	1.801,73	1.548,54	1.375,44	954,36	389,77	-175,87	-716,57	
(m3/día)	-1,37	8,33	26,06	41,97	57,87	60,06	51,62	45,85	31,81	12,99	-5,86	-23,89	
(lts/seg) considerando 5 hs de bombeo	-0,08	0,46	1,45	2,33	3,22	3,34	2,87	2,55	1,77	0,72	-0,33	-1,33	

* Calculada con la siguiente fórmula $E = Rn/Lv*fw$ (mm/día)

** Se utilizaron de la generación promedio dentro de la vida útil del Módulo 1

FUENTE: *Elaboración Propia*

3.17.14 Emisiones a la atmósfera

Los gases emitidos por los equipos que realizarán las operaciones del relleno y la Planta de Separación es mínima, ya que se utilizará equipamiento nuevo.

En lo que respecta al Sector de Relleno, la fuente de emisiones a la atmósfera será fija y la constituye la masa de residuos dispuestos en el módulo de disposición final. A los efectos del control de los gases emitidos, se diseñó un sistema de captura de biogás, y dentro del Programa de Monitoreos del Plan de Manejo Ambiental, se prevé la frecuencia correspondiente y parámetros necesarios.

El biogás de un relleno se genera por la descomposición de los materiales orgánicos biodegradables, favorecido por otros aspectos derivados de las características locales (clima) y de la forma de explotación del propio vertedero. Entre los materiales que contribuyen a la generación del biogás están los rápidamente biodegradables (materia orgánica, papel y cartón) y los lentamente biodegradables (textiles, comas, cueros y maderas). Fundamentalmente es el contenido de materiales orgánicos el que decide la cantidad de biogás generada. Se agrega **Anexo 7: Memoria de Generación de Biogás y sistema de gestión.**

En primer término se prevé la construcción de un sistema pasivo de captación de gases, conformado por pozos de captación por grupos, conectados a una misma línea y en ésta línea se realizarán las mediciones adecuadas de composición del biogás y se modificará el grado de aspiración de la línea para adecuarla a las consignas establecidas en cada momento. Estos pozos tendrán un radio de influencia de 30 metros, teniendo una distancia entre estos de 50 metros. Las cañerías de transporte de gas serán de PEAD, entre 45 y 160 mm de ancho y de 10 atmósferas de presión. Finalmente, el gas llegará a una antorcha para su adecuada combustión. **Ver Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo.**

3.17.15 Niveles de ruido

En las zonas de trabajo donde existan focos de emisión sonora, el personal y los conductores de la maquinaria irán provistos de protectores acústicos. Se considerarán especialmente las limitaciones a este respecto impuestas por la Ley N° 19.587 y sus Decretos Reglamentarios.

Esta normativa indica que cuando se supere el nivel sonoro de 90 db (A), se deberá proveer al trabajador de elementos de protección auditiva acorde al nivel y características del ruido (Artículo 109º - Decreto 911/95).

Los ruidos a producirse se deberán al movimiento de maquinarias, tanto en la fase de construcción, como en la de operación. No obstante, no se prevé que este ruido tenga un impacto importante. En cualquier caso, se respetará estrictamente lo establecido en la normativa vigente.

Asimismo, se tomarán las medidas, tendientes a la disminución del ruido tanto en la fase de construcción, como en la operación y la de clausura, las cuales se pueden resumir en lo siguiente:

- Limitar y reducir al máximo los focos de emisión.
- Atenuar las emisiones mediante las instalaciones habituales (insonorización de equipos e instalaciones).
- Adoptar medidas preventivas que eviten la aparición de nuevos problemas.

3.18 Etapa de Clausura y post-clausura del sitio

3.18.1 Programas de restitución del área

Una vez finalizada la etapa de operación del Centro Ambiental (cuyo horizonte es de 20 años), se restituirán las instalaciones a la Autoridad de Aplicación. Es de destacar que el terreno tiene otros sectores aptos para continuar con las obras, y que podrán afectarse a una nueva etapa del Centro Ambiental.

3.18.2 Monitoreo post-clausura

En el Proyecto Ejecutivo realizado para esta obra, se elaboró un Plan de Clausura y Post-Clausura, el cual se incluye en el presente documento. A continuación agregan algunas medidas de mitigación y control, previstas en el mismo, como son:

- Mantener los monitoreos de aguas subterráneas y superficiales previstos para la etapa de operación.
- Continuar con las operaciones de extracción y recirculación de los líquidos lixiviados generados en los módulos cerrados.
- Monitorear los asentamientos diferenciales, y realizar tareas de mantenimiento de las coberturas finales y sistemas de drenaje.
- Mantener los sectores del Centro Ambiental en perfecto estado de limpieza, mediante mantenimiento de zonas verdes y forestación implantada y desarrollo de trabajos de pintura y mantenimiento de las instalaciones.
- Desarrollar proyectos de utilización de las áreas terminadas, tales como destinos para recreación y áreas verdes.

Por otra parte, dadas las condiciones de construcción industrial que poseerá la Planta de Separación de Residuos, se estima que al finalizar la vida útil de la misma, se puede mantener la utilización de la misma con fines ilustrativos a los estudiantes, visitantes interesados, etc.

3.19 Costos de Proyecto y Cronograma de Obra

3.19.1 Costos de inversión

En este apartado se describen los costos de todas las obras a realizarse en el Centro Ambiental El Borbollón, y las obras previstas para la Planta de Maipú. Luego se presentan los costos totales de operación y finalmente el Costo Total Final, correspondiente a las obras de construcción de la Inversión Inicial.

COSTO INVERSIÓN	COSTO
CENTRO AMBIENTAL "EL BORBOLLÓN"	\$ 302.000.000
PLANTA MAIPÚ	\$ 37.700.000
TOTAL	\$ 339.700.000

3.19.2 Costos de Operación

CANTIDAD DE RESIDUOS A GESTIONAR		COSTO
Total de residuos a gestionar por año CAEB	437.000	tn/año
Total de residuos a gestionar por año PM	132.000	tn/año
TOTAL	559.000	tn/año

COSTO DE OPERACIÓN	COSTO
Costo Anual de Operación CAEB	\$ 90.000.000
Costo Anual PM	\$ 51.000.000
TOTAL	\$ 141.000.000
COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN	247,80 \$/Tn

3.19.3 Cronograma de Obra

A continuación se presenta el Plan de Acción y Cronograma de implementación del Proyecto GIRSU en la Zona Metropolitana de Mendoza, las que se dividieron en:

- Acciones de corto plazo (1 año)
- Acciones de mediano y largo plazo (5 y 20 años respectivamente).

Las principales tareas de corto plazo son las siguientes:

1. Formación del Consorcio Zona Metropolitana de Mendoza.
2. Fortalecimiento Institucional.
3. Plan de Inclusión Social y Plan de Comunicación Social y Ambiental.
4. Construcción del Centro Ambiental y obras de Maipú.

A mediano y largo plazo fue previsto el sostenimiento de estas tareas:

1. Operación y mantenimiento del Centro Ambiental.
2. Campañas de Concientización para separación en origen.
3. Remediación de Grandes Basurales.
4. Estudio Técnico y Remediación de Basurales Menores.
5. Mantenimiento y Monitoreo de Basurales Remediados.
6. Fortalecimiento Institucional.
7. Monitoreo del Plan de Inclusión Social.

PLAN DE ACCIÓN-CRONOGRAMA-ACCIONES A CORTO PLAZO													
Actividad		Meses											
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
A	INVERSIÓN INICIAL												
	Proceso Licitatorio												
	Construcción												
	Puesta en Marcha												
B	FORMACIÓN CONSORCIO ZONA METROPOLITANA MENDOZA												
C	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL												
	Capacitación de personal del Consorcio y Municipios asociados												
	Desarrollo Estructura del Consorcio												
	Evaluación de Costos Operativos												
	Definición de tasas y Tarifas - Subsidios												
D	PLAN DE COMUNICACIÓN												
E	PLAN DE INCLUSIÓN SOCIAL												
	Construcción y/o adecuación de las obras previstas												
	Capacitación de trabajadores y gestión con grandes generad.												

PLAN DE ACCIÓN-CRONOGRAMA-ACCIONES A LARGO PLAZO																					
Actividad		Años																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	OPERACIÓN DEL SISTEMA GIRSU																				
	Tareas de operación y mantenimiento																				
	Construcción de módulos																				
B	REMEDIACIÓN DE GRANDES BASURALES																				
	Proceso Licitatorio																				
	Realización de tareas de remediación																				
	Tareas de recomposición paisajística																				
	Construcción de instalaciones de monitoreo																				
D	ESTUDIO TÉCNICO Y REMEDIACIÓN DE BASURALES																				
	Estudio técnico y análisis de riesgo																				
	Proyecto Ejecutivo																				
	Proceso Licitatorio																				
	Realización de las tareas de remediación																				
	Tareas de recomposición paisajística																				
	Construcción de instalaciones de monitoreo																				
E	MONITOREO EN BASURALES REMEDIADOS																				
F	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL																				
	Capacitación de personal del Consorcio y Municipios																				

4. ANÁLISIS DEL AMBIENTE

4.1 MEDIO FÍSICO

4.1.1 Tipo de clima

El término ambiente abarca por un lado, el equilibrio de los recursos naturales identificados e identificables, existentes en cantidades finitas en la tierra; y del otro lado, la calidad del medio; estas cualidades constituyen elementos importantes del nivel de vida y condiciona a la disponibilidad y calidad de los recursos renovables.

De la enorme variedad de definiciones propuestas para el ambiente, se elige la que propone el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente, que habla del hábitat total del hombre. Esta definición ecológica del ambiente humano aunque puede ser demasiado abaricante, evidencia la necesidad de descripción y conocimiento de todos los componentes ambientales de modo de estudiar el efecto del presente proyecto sobre las mismas. Entre los componentes ambientales, se hace indispensable la descripción de las variables meteorológicas a fin de describir y clasificar el clima en el sitio de emplazamiento del proyecto, e identificar posibles impactos que puedan devenir del mismo, y las correspondientes acciones que deberán preverse para mitigarlos.

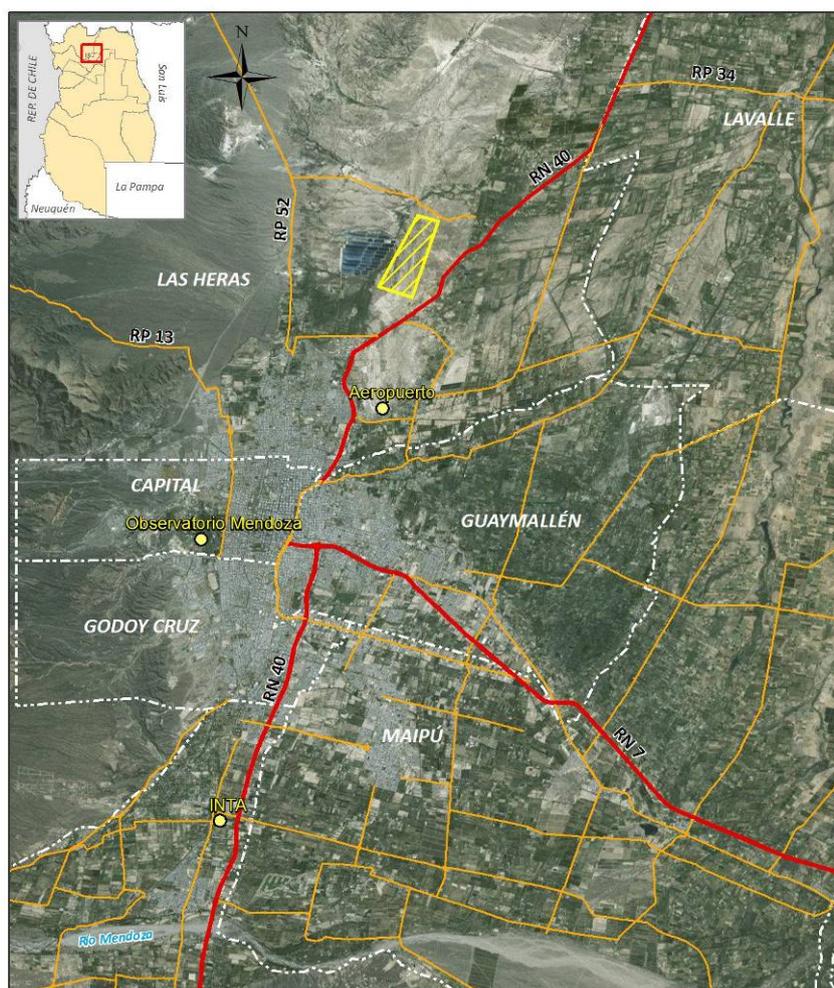
Para poder llegar a datos más precisos, y debido a la falta de información en algunos casos, se trabajó con los datos provenientes de distintas Estaciones Meteorológicas de la región, las cuales se listan a continuación:

Estación Meteorológica Aeropuerto (SMN): Esta estación dependiente del Servicio Meteorológico Nacional, está ubicada en el Aeropuerto Internacional El Plumerillo, del Departamento de Las Heras, Mendoza. Sus coordenadas son: 32° 50'S; 68° 47'O y altitud 704 msnm. Esta estación, presenta una importante información de largo período, disponiendo de datos diarios de las diferentes variables para el período comprendido entre los años 1956 y 2008. Los parámetros relevados por este organismo son: temperatura (media, máxima y mínima diaria); humedad relativa, velocidad y dirección del viento (media y máxima); precipitación y heliofanía.

Estación Meteorológica Mendoza Observatorio (Programa Regional de Meteorología IANIGLA-CONICET): La estación meteorológica denominada Mendoza Observatorio, está ubicada en el Parque General San Martín de la Ciudad de Mendoza y sus coordenadas de ubicación son: 32° 53'S; 68° 50' O y altitud 827 msnm. Esta estación presenta información desde el año 2000 a 2013, siendo los parámetros relevados: temperatura (media, máxima y mínima) y precipitaciones.

Estación Experimental Mendoza - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA): Esta estación meteorológica está ubicada en el Departamento de Luján de Cuyo, Mendoza. Sus coordenadas son: 33° 00'S; 68° 51'O, y una altitud de 925 msnm. Presenta información desde el año 2007 a 2013, siendo los parámetros relevados: temperatura (media, mínima y máxima), Humedad relativa, humectación, precipitación, radiación (promedio y máxima), viento evapotranspiración y punto de rocío.

Se agrega mapa de localización de las tres Estaciones Meteorológicas utilizadas, donde se pone de manifiesto su ubicación relativa con respecto al sitio de implantación del proyecto.



 Localización Terreno Centro Ambiental

 Estación meteorológica

 Límite Departamental

Ruta
 Nacional
 Provincial

Elaboración cartográfica: SLAT

0 1,25 2,5 5 7,5 10 Km

Sistema de Proyección Posgar 1998, Arg. Zona 2

Mendoza
 Ministerio de
**TIERRAS, AMBIENTE Y
 RECURSOS NATURALES**
 Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial

Figura 25: Localización de Estaciones Meteorológicas

A continuación, se resumen estadísticas de los diferentes parámetros meteorológicos, que permiten una caracterización general del clima de la región, donde se localizará el proyecto, y se analizan con mayor profundidad aquellos que tienen repercusión directa sobre la formación de escorrentías.

4.1.1.1 Temperatura

El estudio de la temperatura es importante por sus efectos directos e indirectos en los análisis del balance hidrológico, como así también a través de diferentes índices de clasificación del clima. Se estudia por tanto, la temperatura media mensual, media máxima y mínima; temperatura del mes más cálido y del mes más frío – de utilidad para algunos criterios de clasificación – máximas y mínimas extremas, número de días con heladas y período libre de heladas.

Temperatura media

La temperatura media mensual varía desde 8,2°C a 25,2°C, en la Estación de Meteorológica del Aeropuerto El Plumerillo, que es la más cercana al predio de proyecto. Se puede observar entonces, que se da una apreciable gama de condiciones térmicas, pero siempre dentro de los valores típicos de climas templados. Los datos de temperatura media mensual se pueden observar en la **Tabla 46** y **Figura 26**, para las estaciones en estudio en las que se dispone de esta información. En las **Tablas 47 y 48**, se puede ver el desvío estándar y el coeficiente de variación correspondiente a cada estación.

En la marcha de las temperaturas medias se hacen evidentes las pequeñas variaciones entre las estaciones, que obedece por un lado, a los diferentes emplazamientos y por otro a la diferencia de longitud de los períodos de observación. Cabe señalar que realizados los estudios de correlación correspondientes, se verifica un buen coeficiente de correlación entre la información de las estaciones.

La temperatura media del mes más caluroso del año (enero) está en el orden de los 23°C a 26°C. Es decir el verano presenta las características del clima entre templado y cálido.

Observando los datos de las distintas Estaciones Meteorológicas, se puede decir que la región presenta características de verano cálido, ya que la temperatura media del mes más caluroso sobrepasa los 25°, y la temperatura media inferior (mes de julio) varía entre 6°C y 9°C, lo que indica un invierno frío, no llegando a las características de muy frío.

TABLA 46: Temperatura Media Mensual

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	25,2	23,5	21,1	16,6	11,6	9,1	8,2	10,4	13,9	18,4	21,3	24,5	17,0
Aeropuerto	2000-2012	26,5	25,0	22,3	17,1	12,3	9,4	8,8	11,0	14,8	19,6	22,9	25,4	17,9
INTA	2007-2012	23,0	21,6	19,5	14,9	10,2	7,2	6,3	8,5	12,6	16,5	20,1	22,0	15,2

FUENTE: Elaboración Propia

Temperatura Media Mensual

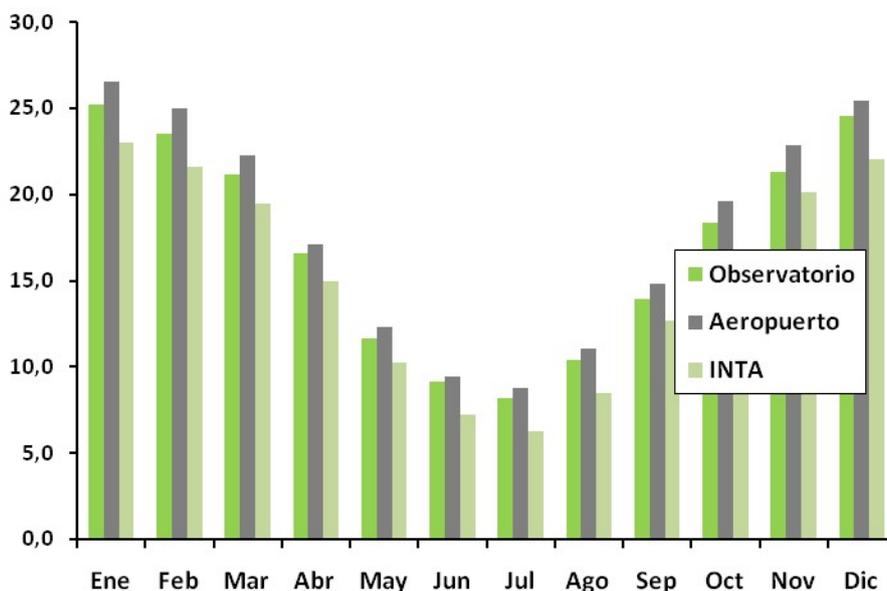


Figura 26: Temperatura Media Mensual

TABLA 47: Desviación Estándar datos Temperatura Media Mensual

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	1,4	1,7	1,8	1,7	1,6	1,0	1,3	1,6	1,7	0,9	1,5	1,3
Aeropuerto	2000-2012	0,9	1,0	1,3	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2	1,1	1,3	0,6
INTA	2007-2012	0,8	0,9	1,2	1,5	1,4	0,8	1,4	2,2	1,3	0,7	0,8	0,5

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 48: Coeficiente de variación – Temperatura Media Mensual

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Aeropuerto	2000-2012	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
INTA	2007-2012	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0

FUENTE: Elaboración Propia

Temperaturas máximas extremas

En cuanto a las más altas temperaturas que se han registrado, estas alcanzan valores de entre 40°C y 44°C. En la **Tabla 49** y la **Figura 27**, se observa la evolución de este parámetro durante el año. Los valores señalados indican que, en verano suelen presentarse días con temperaturas sumamente elevadas, durante las cuales la máxima diaria supera los 40°C. Esto se puede explicar porque a la inversa de las regiones ecuatoriales donde la radiación solar recibida por el suelo es intensa todo el año, pero la duración del día nunca es larga (12 horas), en el verano de las zonas de latitud media, en cambio, la radiación solar es intensa, y al mismo tiempo, los días son largos, lo que provoca un gran calentamiento del suelo y consiguientemente de la atmósfera.

TABLA 49: Temperatura Máxima Absoluta

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	40,2	39,0	35,2	32,3	29,7	30,8	27,5	30,5	34,2	38,5	39,5	43,0	43,0
Aeropuerto	2000-2012	44,0	40,0	37,0	33,0	30,0	30,0	28,0	32,0	35,0	40,0	40,0	43,0	44,0
INTA	2007-2012	36,3	35,0	32,3	29,1	25,8	26,0	26,7	29,1	30,0	35,5	36,3	39,2	39,2

FUENTE: Elaboración Propia

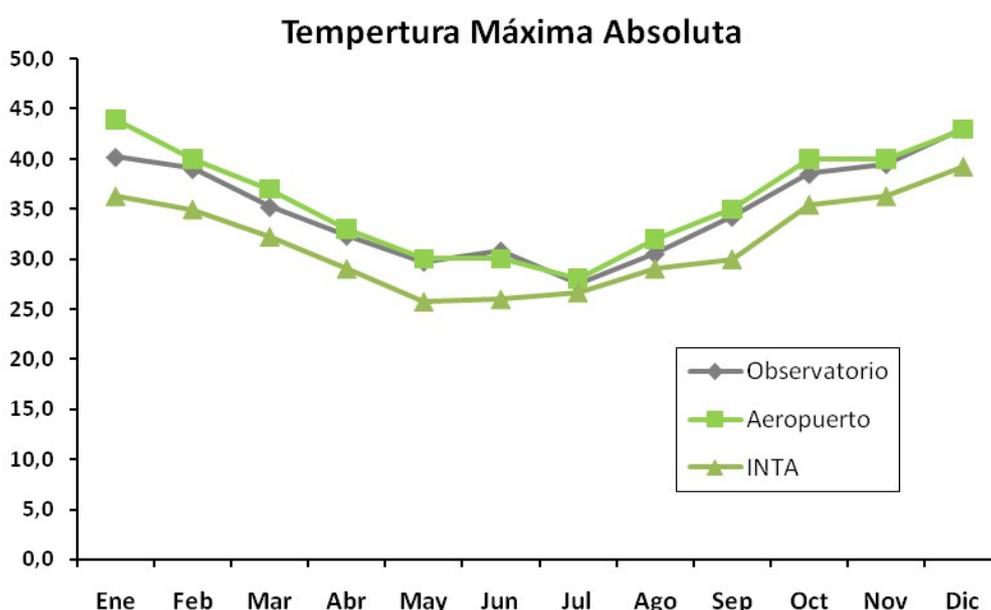


Figura 27: Temperatura Máxima Absoluta

TABLA 50: Desviación Estándar datos Temperatura Máxima Absoluta

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	1,9	2,1	2,1	2,8	2,9	4,5	2,4	3,4	3,1	2,5	1,8	2,4
Aeropuerto	2000-2012	1,9	1,3	1,5	2,4	2,7	3,9	2,5	3,3	3,1	2,5	1,4	1,6
INTA	2007-2012	1,4	1,2	1,4	5,4	2,3	2,9	2,8	3,9	3,4	3,2	1,6	2,6

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 51: Coeficiente de variación – Temperatura Máxima Absoluta

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Aeropuerto	2000-2012	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
INTA	2007-2012	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1

FUENTE: Elaboración Propia

Temperatura máxima media

La media de las temperaturas máximas diarias, se puede observar en la tabla y gráfico que se agregan a continuación.

TABLA 52: Temperatura Máxima Media

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	31,2	29,4	26,6	22,2	17,0	14,7	14,3	16,3	19,7	24,3	27,8	30,7	22,8
Aeropuerto	2000-2012	33,8	31,9	28,9	23,9	18,8	16,6	16,3	18,5	22,1	27,1	30,4	32,8	25,1
INTA	2007-2012	28,8	27,2	25,5	21,2	16,6	13,4	12,8	14,7	18,4	22,2	26,0	27,9	21,2

FUENTE: Elaboración Propia

Temperatura Máxima Media

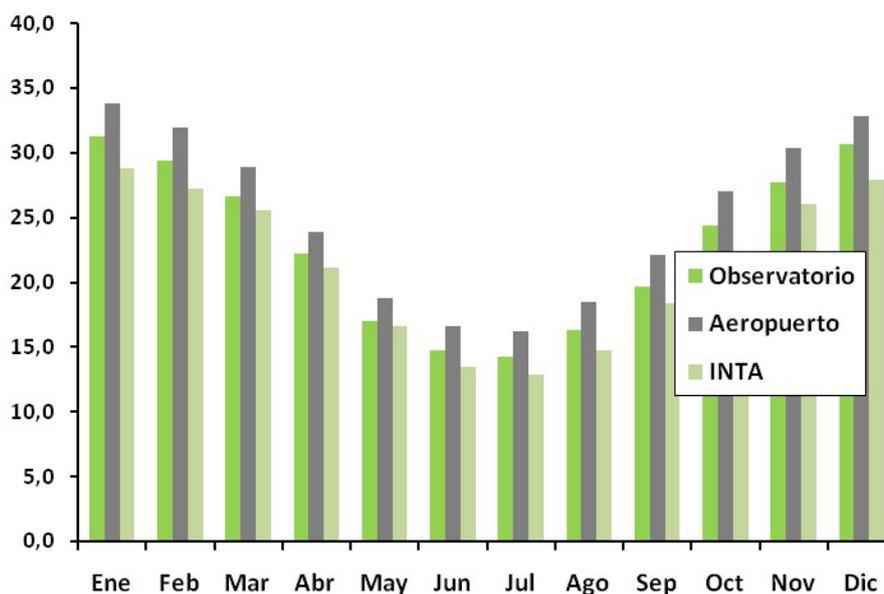


Figura 28: Temperatura Máxima Media

TABLA 53: Desviación Estándar datos Temperatura Máxima Media

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	1,5	1,8	2,1	2,0	1,8	1,4	1,4	2,0	1,9	1,1	1,5	1,4
Aeropuerto	2000-2012	1,2	1,4	1,6	1,8	1,8	1,5	1,5	1,9	1,6	1,5	1,4	0,9
INTA	2007-2012	1,8	1,1	1,3	1,6	1,8	0,7	1,3	2,4	1,7	0,9	0,8	0,9

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 54: Coeficiente de variación – Temperatura Máxima Media

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
Aeropuerto	2000-2012	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
INTA	2007-2012	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0

FUENTE: Elaboración Propia

Temperaturas mínimas extremas

Las temperaturas más bajas que se han registrado son de -8°C en el mes de julio, según los registros de la Estación Meteorológica del Aeropuerto de Mendoza. En la **Tabla 55**, y **Figura 29**, se observa la evolución de este parámetro durante el año.

TABLA 55: Temperatura Mínima Absoluta

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	8,5	7,2	5,5	-0,7	-4,7	-4,0	-6,0	-4,8	-2,0	2,0	2,5	5,0	-6,0
Aeropuerto	2000-2012	8,0	8,0	0,0	-1,0	-3,0	-5,0	-8,0	-5,0	-2,0	1,0	4,0	6,0	-8,0
INTA	2007-2012	10,5	7,1	4,9	-0,1	-4,4	-5,9	-7,3	-4,9	-1,1	0,8	4,2	4,0	-7,3

FUENTE: Elaboración Propia

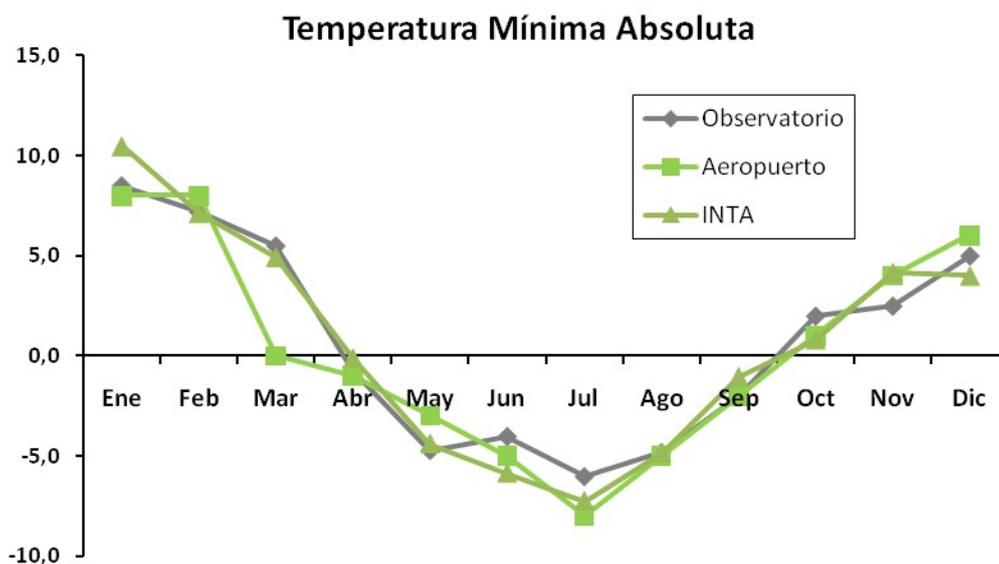


Figura 29: Temperatura Mínima Absoluta

TABLA 56: Desviación Estándar datos Temperatura Mínima Absoluta

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	2,1	3,0	2,8	2,8	2,7	1,5	1,7	2,2	1,6	1,6	2,1	3,0
Aeropuerto	2000-2012	2,4	2,7	4,0	2,5	2,0	1,8	2,2	1,7	1,3	2,1	2,4	2,9
INTA	2007-2012	1,0	2,1	2,4	2,0	2,4	1,7	2,4	1,8	1,5	1,8	1,8	2,6

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 57: Coeficiente de variación – Temperatura Media Absoluta

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	0,2	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3
Aeropuerto	2000-2012	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,3
INTA	2007-2012	0,1	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	0,3

FUENTE: Elaboración Propia

Temperatura mínima media

La media de temperaturas mínimas se puede observar en las tablas y figura que se adjunta.

TABLA 58: Temperatura Mínima Media

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	19,2	17,8	15,5	11,1	6,6	3,8	2,9	4,8	7,8	11,5	15,1	18,0	11,2
Aeropuerto	2000-2012	19,3	18,0	15,7	10,3	5,8	2,4	1,2	3,6	7,5	12,2	15,4	18,0	10,8
INTA	2007-2012	16,7	15,9	14,2	9,1	4,8	1,1	0,5	2,6	6,8	10,4	13,7	15,6	9,3

FUENTE: Elaboración Propia

Temperatura Mínima Media

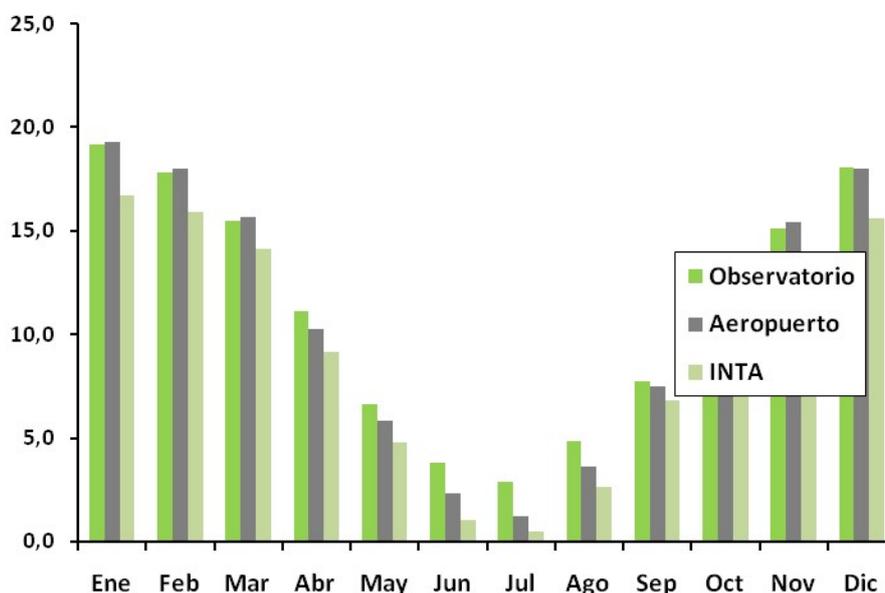


Figura 30: Temperatura Mínima Media

TABLA 59: Desviación Estándar datos Temperatura Mínima Media

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	1,3	1,6	1,6	1,8	1,8	1,1	1,3	1,3	1,4	2,4	1,5	1,0
Aeropuerto	2000-2012	0,8	1,0	1,2	1,2	1,0	1,6	1,4	1,3	1,3	1,1	1,1	0,6
INTA	2007-2012	0,7	0,8	1,3	1,3	1,3	0,9	1,4	1,7	1,2	0,8	1,0	0,5

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 60: Coeficiente de variación – Temperatura Mínima Media

C°		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
Aeropuerto	2000-2012	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,9	0,0	0,4	0,2	0,1	0,1	0,0
INTA	2007-2012	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0

FUENTE: Elaboración Propia

Amplitud anual de la temperatura

Uno de los factores del clima que influyen más poderosamente en la determinación de las características climáticas, está dado por la llamada amplitud anual de la temperatura. Se entiende por tal la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido del año y la del mes más frío, que es de **aproximadamente 20°C**, tomando como temperatura media más alta 26,5°C (Estación Meteorológica Aeropuerto) y como temperatura media más baja 6,3°C (Estación Meteorológica INTA).

Las estaciones térmicas están bien diferenciadas, dado que la temperatura media del mes más cálido es indudablemente más elevada que la del mes más frío. No obstante, la amplitud anual, es moderada.

4.1.1.2 Humedad Relativa

La humedad del aire sufre en el curso del año, una variación bastante apreciable. Midiendo esa variación por la diferencia entre la humedad relativa media del mes más húmedo y la del mes más seco, se presentan valores del orden del (28%).

En la **Tabla 61** y la **Figura 31** se observa la evolución de este parámetro durante el año. Y en las tablas siguientes se muestran el desvío y coeficiente de variación de cada estación.

TABLA 61: Humedad Relativa Media

%		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	51,0	54,0	62,0	65,0	68,0	66,0	54,0	53,0	45,0	44,0	46,0	45,0	54,4
INTA	2007-2012	47,5	52,8	58,0	56,8	63,1	56,5	50,7	50,1	45,2	41,0	40,0	46,0	50,6

FUENTE: Elaboración Propia

Humedad Relativa Media

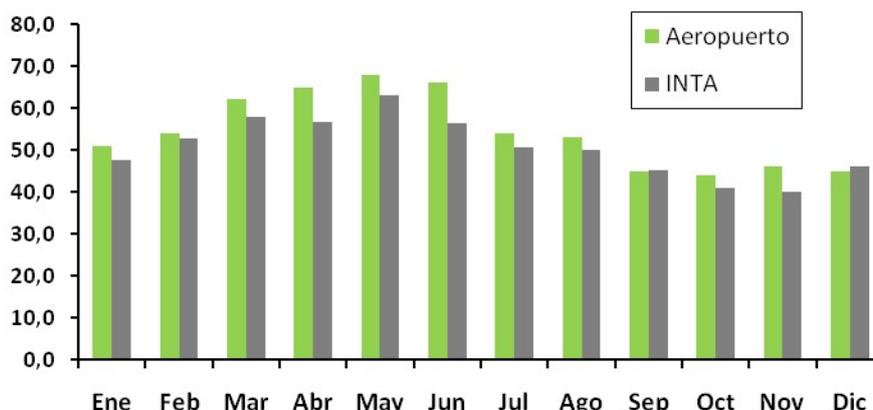


Figura 31: Humedad Relativa Media

TABLA 62: Desviación Estándar datos Humedad Relativa Media

%		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aeropuerto	2000-2012	3,6	8,0	5,5	7,6	2,9	5,7	4,8	7,2	4,6	7,2	6,0	9,0
INTA	2007-2012	4,9	7,3	6,3	8,0	3,1	5,4	5,1	6,9	7,3	7,3	5,7	10,1

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 63: Coeficiente de variación – Humedad Relativa Media

%		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aeropuerto	2000-2012	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1
INTA	2007-2012	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2

FUENTE: Elaboración Propia

Humedad Máxima y Mínima Media Anual

Los valores de Humedad máxima y mínima media anual, se pueden observar en las siguientes tablas y figura que se agregan.

TABLA 64: Humedad Máxima Media Anual

%		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	51,0	54,0	62,0	65,0	68,0	66,0	54,0	53,0	45,0	44,0	46,0	45,0	68,0
INTA	2007-2012	47,5	52,8	58,0	56,8	63,1	56,5	50,7	50,1	45,2	41,0	40,0	46,0	63,1

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 65: Humedad Mínima Media Anual

%		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	51,0	54,0	62,0	65,0	68,0	66,0	54,0	53,0	45,0	44,0	46,0	45,0	44,0
INTA	2007-2012	47,5	52,8	58,0	56,8	63,1	56,5	50,7	50,1	45,2	41,0	40,0	46,0	40,0

FUENTE: Elaboración Propia

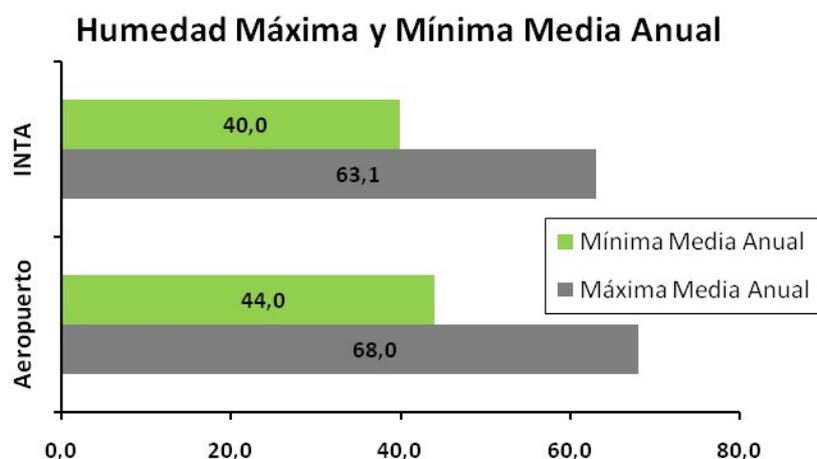


Figura 32: Humedad Máxima y Mínima Media Anual

4.1.1.3 Precipitación

Se da un tratamiento especial al tema precipitación, ya que es el factor principal de formación de escorrentías, incidiendo en forma directa en el balance hidrológico. Se engloba dentro del término “precipitaciones”, todas las aguas meteóricas que caen en superficie, tanto en forma líquida como sólida y son medidos sin discriminación por su “equivalente en agua” mediante los pluviómetros.

Precipitación Media

El desarrollo de la precipitación media mensual se puede observar en la **Tabla 66** y **Figura 33** que se agregan. Se pueden observar en algunos meses que se presentan importantes diferencias entre los datos de las distintas Estaciones Meteorológicas, lo cual se debe por una parte a la distancia entre ellas, y por otra que en algunas estaciones sólo se consigna “lluvia” como precipitación. Es importante aclarar que los datos de mayor relevancia para el proyecto son los datos provenientes de la Estación Meteorológica Aeropuerto, ya que es la más cercana al sitio del proyecto.

Además se agregan las tablas con los correspondientes desvíos estándar y coeficiente de variación para cada estación.

TABLA 66: Precipitación Media Mensual

mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	34,9	33,1	36,9	19,4	18,7	8,9	8,6	14,0	16,8	16,6	13,3	20,3	241,6
Aeropuerto	2000-2012	49,0	39,4	39,4	15,3	22,0	14,6	9,3	15,9	30,7	31,0	24,6	48,2	339,2
INTA	2007-2012	54,6	24,0	41,5	5,0	8,0	6,3	4,1	11,5	13,5	32,7	29,3	29,9	260,2

FUENTE: Elaboración Propia

Precipitación Media Mensual

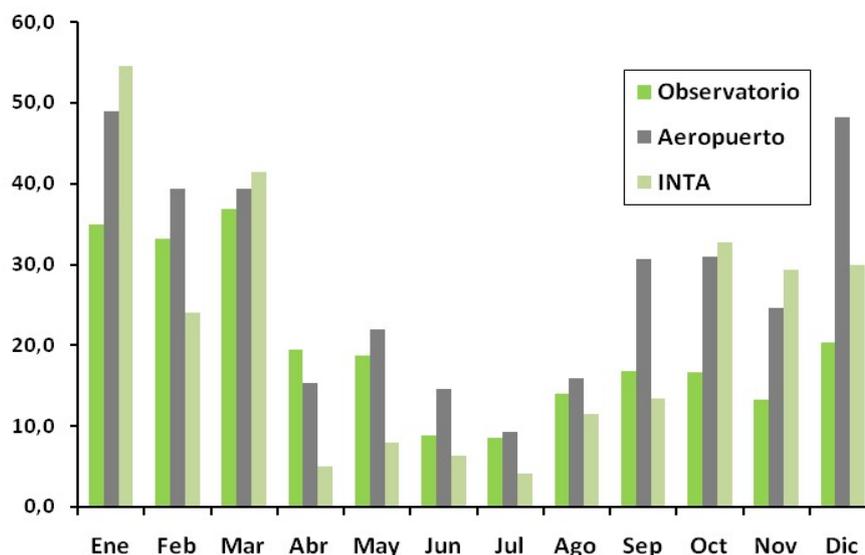


Figura 33: Precipitación Media Mensual

TABLA 67: Desviación Estándar datos Precipitación Media Mensual

mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	26,4	19,1	29,4	25,2	22,1	11,3	8,0	13,1	13,1	18,7	19,2	10,5
Aeropuerto	2000-2012	35,5	37,4	29,6	18,0	32,5	25,5	13,4	30,6	43,2	39,9	46,0	51,6
INTA	2007-2012	21,6	27,2	35,5	6,6	10,2	13,0	3,9	7,2	11,9	46,3	31,0	14,8

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 68: Coeficiente de variación – Precipitación Media Mensual

mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,6
Aeropuerto	2000-2012	1,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
INTA	2007-2012	0,4	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	1,5	0,7	0,0	0,0	2,0	0,6

FUENTE: Elaboración Propia

Precipitación Media Máxima

La precipitación máxima mensual se puede observar en la **Tabla 69** y **Figura 34**

TABLA 69: Precipitación Media Máxima

mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	100,6	61,8	109,0	80,6	77,0	36,9	22,6	41,0	44,8	70,8	60,8	38,4
Aeropuerto	2000-2012	113,5	138,5	84,2	63,4	96,5	89,4	45,8	108,2	119,9	116,0	161,8	153,8
INTA	2007-2012	77,8	72,4	106,4	17,4	27,2	32,6	11,4	21,8	33,4	119,0	86,2	42,8

FUENTE: Elaboración Propia

Precipitación Media Máxima

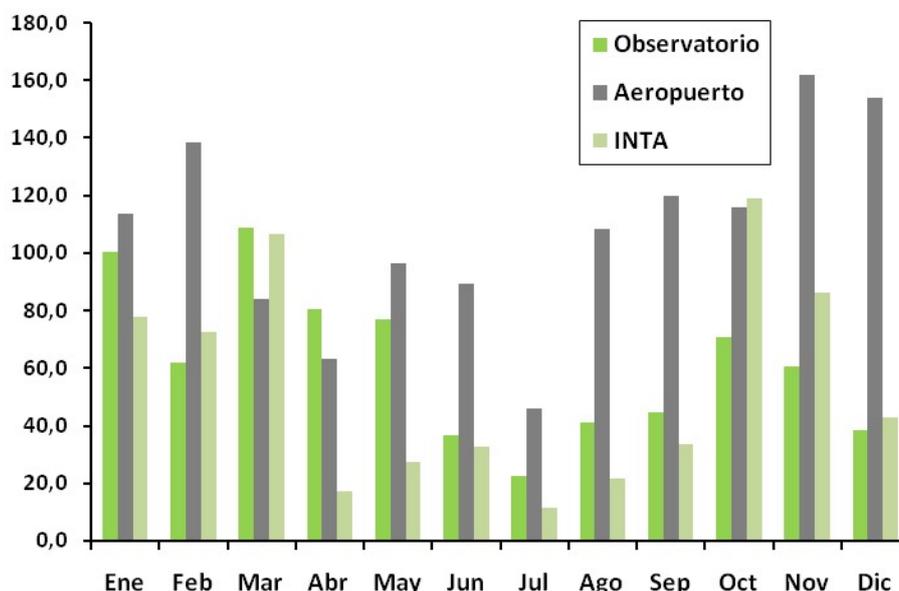


Figura 34: Precipitación Media Máxima

Precipitación Mínima Mensual

La precipitación mínima mensual se agrega en la siguiente tabla, donde se puede observar la gran cantidad de meses sin precipitación.

TABLA 70: Precipitación Mínima Mensual

mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	4,0
Aeropuerto	2000-2012	7,7	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
INTA	2007-2012	29,8	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,4	4,6	0,0	0,0	1,2	7,2

FUENTE: Elaboración Propia

Número de días con lluvia

Los datos del número de días de lluvia que se han registrado en las estaciones consideradas, corresponden a un total de entre 50 y 70 días, con la distribución anual indicada en la **Tabla 71**

TABLA 71: Número de días con lluvia

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	6	6	6	3	4	3	3	4	4	4	3	4	49
Aeropuerto	2000-2012	6	5	5	4	4	2	2	3	4	3	3	4	45
INTA	2007-2012	13	6	8	4	3	3	3	5	6	8	9	11	77

FUENTE: Elaboración Propia

Precipitación Máxima diaria

Se determinó la máxima precipitación diaria para cada mes de las series. Los valores de precipitación máxima diaria para cada estación, son los que se indican en la **Tabla 72**, donde puede observarse que se han podido registrar precipitaciones diarias entre 130 a 185 mm diarios, según los registros de las estaciones meteorológicas analizadas.

TABLA 72: Precipitación Diaria Máxima

mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	66	99	52	46	90	89	40	97	109	116	131	115	131
INTA	2007-2012	30	27	184	5	138	19	5	20	10	26	41	49	184

FUENTE: Elaboración Propia

Mediante un software específico, para Cálculo de Extremos, creado por el personal del Instituto de Investigación FLUMEN, de la Universidad Politécnica de Cataluña, se realizaron los ajustes según diferentes funciones de distribución y cuya finalidad es la obtención de valores asociados a diferentes períodos de retorno para una serie de máximos anuales de precipitación o caudal, utilizando tres tipos de distribución: Gumbel, LogPearson III y SQRT-ET max.

Se agrega una imagen con la captura de pantalla del software y un cuadro de resumen de los datos obtenidos.

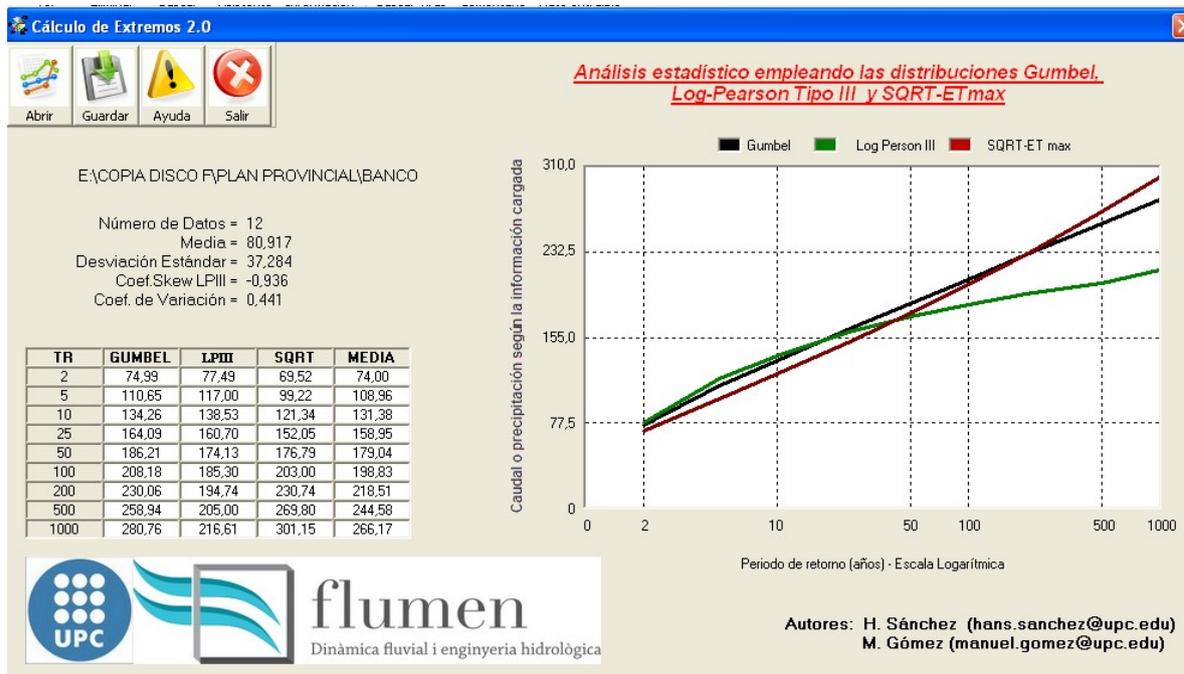


Figura 35: Captura de pantalla – Cálculo de extremos FLUMEN sobre datos de la E.M. de Aeropuerto Mendoza

TABLA 73: Ajuste de Precipitación Máxima Diaria según diferentes funciones de Distribución para la Estación Meteorológica Aeropuerto Mendoza

Función	Recurrencia (años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Gumbel	75	111	134	164	186	208	230	259	281
LPIII	77	117	139	161	174	185	195	205	217
SQRT	70	99	121	152	177	203	231	270	301
Media	74	181	131	159	179	199	219	245	266

FUENTE: Elaboración Propia

Análisis de Intensidad – Duración – Recurrencia

A continuación se exponen los cálculos sobre intensidad, duración y recurrencia de las precipitaciones realizado por el Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino (INA-CRA) en 2008, mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$I_{D,T_R} = \frac{\omega(T_R)}{(D + 0,268)^{0,883}}$$

Donde:

$I_{D,TR}$ = Intensidad (mm/h)

D = Duración (h)

Tr (años)	2	5	10	25	50	100	200
$\omega(TR)$	36,049	53,303	64,727	79,161	89,869	100,498	111,088

Esta ecuación representa la relación *intensidad – duración – frecuencia* para el piedemonte del Gran Mendoza para distintos períodos de retorno. En el siguiente gráfico se pueden observar los resultados obtenidos para distinta duración y retornos.

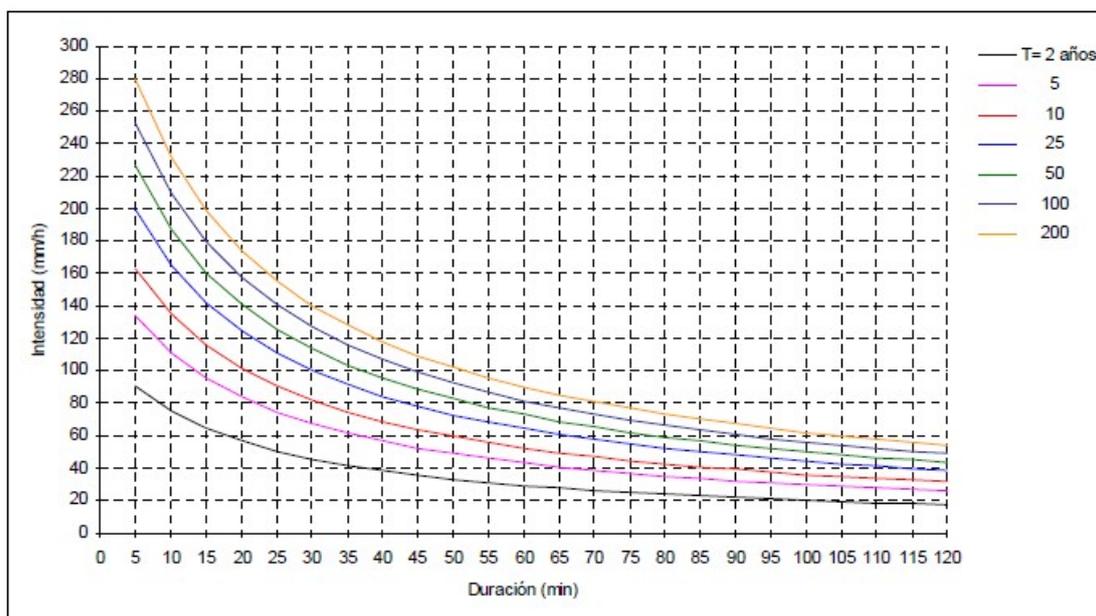


Figura 36: Gráfica Intensidad – Duración – Recurrencia
INA – CRA 2008

Tormenta de diseño para distintas recurrencias

En la **Tabla 74** y **Figura 37** se agrega el hietograma de diseño calculado por el INA-CRAS, a partir de la curva I-D-R. para la determinación de la tormenta de diseño, se debe seleccionar la recurrencia de diseño y la curva I-D-R respectiva. Y a partir de las diferencias entre valores sucesivos de altura de lluvia, se obtiene la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo. Estos incrementos (o bloques) se reordenan en una secuencia temporal, de modo que la intensidad máxima ocurre en el centro de la duración requerida T, y que los demás incrementos queden en orden descendentes alternativamente hacia la derecha e izquierda del bloque central.

TABLA 74: Hietograma de Diseño de duración 60 min

Tiempo (mm)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
% Lámina total	4,2	9,7	12,7	14,0	14,0	13,0	11,2	8,9	6,4	3,9	1,7	0,3

FUENTE: Elaboración Propia

Hietograma de diseño

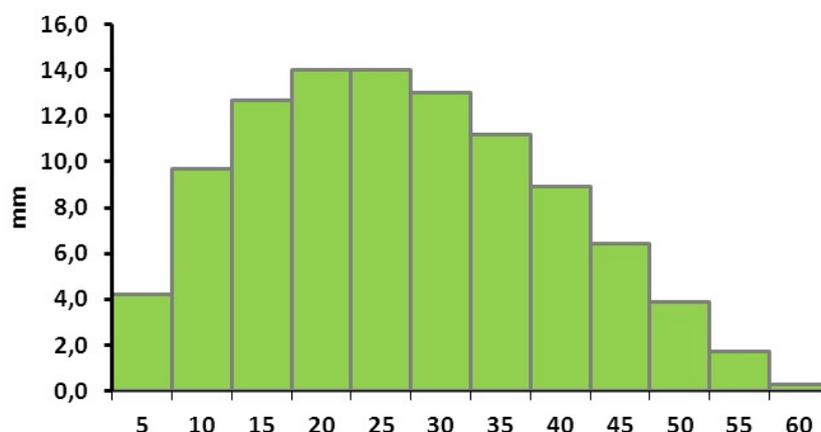


Figura 37: Hietograma de Diseño para R=60 min
INA – CRA 2008

4.1.1.4 Vientos

Los vientos pueden clasificarse de moderados a fuertes. La marcha anual de la variable es la que se observa en las tablas y figuras que se agregan a continuación, aunque se debe aclarar que las diferencias entre los valores registrados por la dos estaciones evaluadas se deben a que la Estación del INTA está ubicada en una zona semirural, y la Estación Aeropuerto en el área urbana.

Velocidad del Viento

En la **Tabla 75** y **Figura 38** se puede observar la marcha anual de la velocidad media de esta variable y en las **Tabla 76** y **77** su desvío estándar y coeficiente de variación en cada una de las estaciones consideradas.

TABLA 75: Velocidad Media del Viento

Km/h	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto 2000-2012	18,4	16,1	14,9	12,1	11,3	11,8	12,9	13,8	15,1	16,8	16,4	16,8	14,7
INTA 2007-2012	3,5	2,7	2,4	2,3	2,2	2,5	2,8	3,2	5,5	4,4	3,9	3,6	3,3

FUENTE: Elaboración Propia

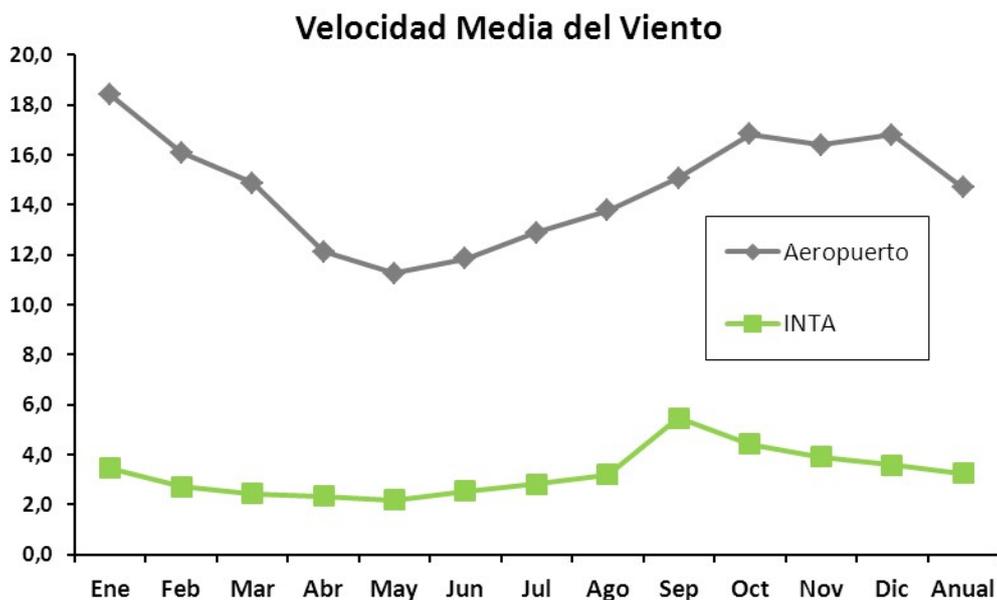


Figura 38: Velocidad Media del Viento

TABLA 76: Desviación Estándar de datos Velocidad Media del Viento

Km/h		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aeropuerto	2000-2012	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5
INTA	2007-2012	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,1	0,6	0,5	0,5

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 77: Coeficiente de variación – Velocidad Media del Viento

Km/h		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aeropuerto	2000-2012	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
INTA	2007-2012	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	0,8

FUENTE: Elaboración Propia

En la **Tabla 78** y **Figura 39** se puede observar la marcha anual de la velocidad máxima del viento y en las **Tablas 79** y **80** su desvío estándar y coeficiente de variación en cada una de las estaciones consideradas.

TABLA 78: Velocidad Máxima del Viento

km/h		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	20,6	18,8	17,6	14,5	13,4	17,4	15,4	16,4	18,2	19,5	20,8	18,6	20,8
INTA	2007-2012	4,6	4,3	3,7	3,7	3,2	4,0	4,1	5,3	5,8	6,0	5,2	4,9	6,0

FUENTE: Elaboración Propia

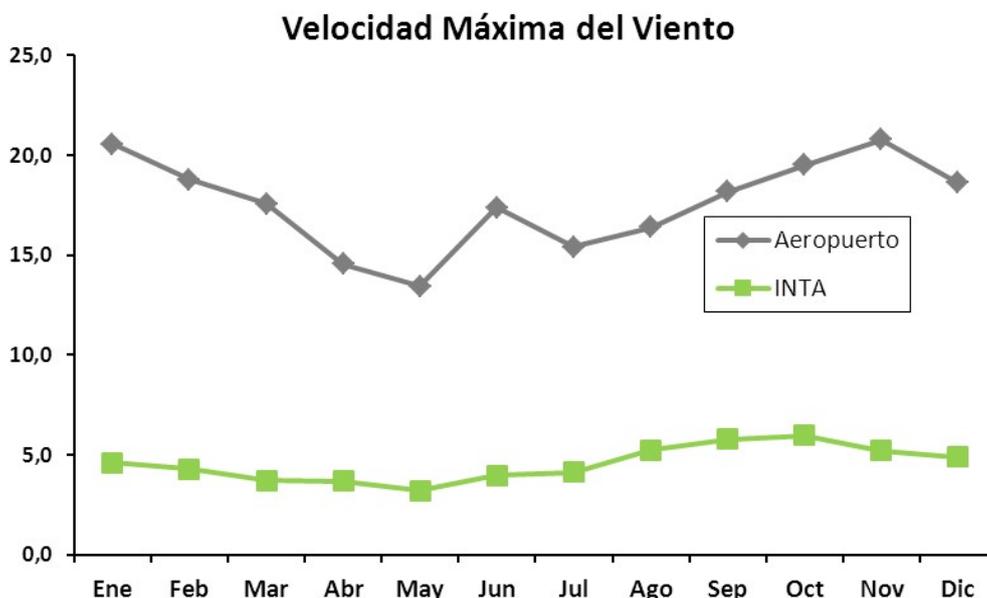


Figura 39: Velocidad Máxima del Viento

TABLA 79: Desviación Estándar de datos Velocidad Máxima del Viento

km/h	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aeropuerto 2000-2012	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5
INTA 2007-2012	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,1	0,6	0,5	0,5

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 80: Coeficiente de variación – Velocidad Máxima del Viento

km/h	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aeropuerto 2000-2012	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
INTA 2007-2012	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	0,8

FUENTE: Elaboración Propia

Análisis de frecuencia de direcciones

Se realizó un análisis de la frecuencia de vientos en cada dirección, con los resultados que se adjuntan en la **Tabla 81** y **Figura 40** con datos obtenidos de la Estación Meteorológica Aeropuerto, que es la más cercana al sitio de implantación del proyecto. Es una información importante en cuanto a su incidencia en los valores de evaporación en reservorios, según la dirección prevalente de los vientos coincida o no con la mayor dimensión del cuerpo de agua.

Cabe mencionar que la información de la EM Aeropuerto, proviene de reportes de un período de 7 años (2007-2014) con valores tomados diariamente entre las 7am y 7pm.

TABLA 81: Dirección de los vientos

Dirección Dominante	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto 2007-2014	SE	SE	SE	SE	NE	NE	SE						

Promedio Anual de dirección de los vientos

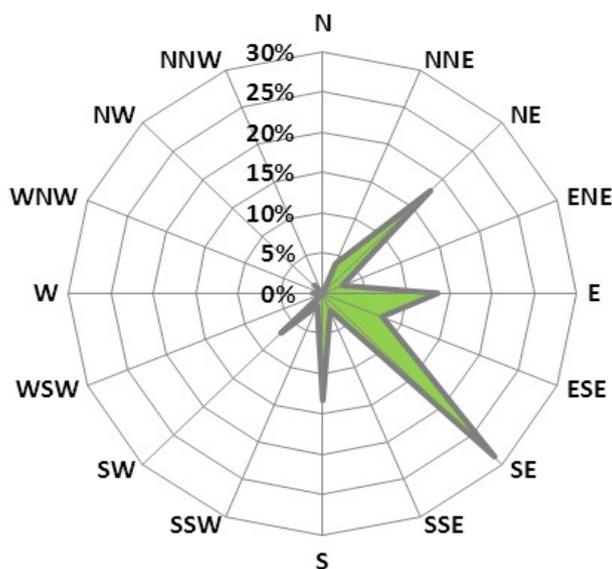


Figura 40: Promedio Anual de dirección de vientos

Altura de la capa de mezclado de aire

La altura de la capa de mezcla constituye un parámetro básico en la modelación de la dispersión de contaminantes atmosféricos, por cuanto es la zona inferior de la atmósfera donde ocurre fundamentalmente el transporte turbulento de masa y energía y donde los contaminantes se trasladan e interaccionan. Para el cálculo de la capa de mezcla existen varias alternativas que pueden ser empleadas en dependencia de los datos de que se disponen, algunas extremadamente sencillas y otras mucho más complejas que necesitan mediciones de diferentes variables meteorológicas en la altura de la atmósfera (sondeos de aire superior).

La altura **Z** de la capa de mezcla es un parámetro importante para los modelos de contaminación atmosférica, por cuanto determina el volumen disponible para la dispersión de contaminantes y está involucrada en muchos métodos y/o modelos predictivos y de diagnóstico para evaluar las concentraciones de contaminantes; también es un parámetro importante en los modelos de flujo atmosférico. **Z** no es medido por las prácticas meteorológicas normales; al contrario, es a menudo un parámetro cuya definición y estimación no resulta sencilla.

Los problemas prácticos y teóricos asociados con la determinación de **Z** se reflejan en las numerosas definiciones encontradas en la literatura. En ocasiones las diferentes definiciones tienen que ser vistas en el contexto de los datos disponibles para su estimación. La definición que se ha adoptado en este trabajo es: la altura de la capa de mezcla es la altura de la capa adyacente a la tierra en la que los

contaminantes se dispersan verticalmente por convección o por turbulencia mecánica en un período de aproximadamente una hora.

Para su determinación se emplean métodos paramétricos basados en la velocidad del viento y el grado de insolación. Se utiliza esta metodología porque no se cuenta con datos de sondeos de la alta atmósfera.

La **Tabla 82** señala los criterios simplificados para estimar la clase de estabilidad atmosférica y altura de la mezcla a partir de la velocidad del viento y el grado de insolación. En base a ésta y las condiciones locales, resulta una altura de mezcla de *800 m para la zona alrededor del Aeropuerto* que es el sector más cercano al sitio de implantación del proyecto, y de *1600 para la zona suburbana* alrededor de la EM INTA.

TABLA 82: Criterios simplificados para estimar la clase de estabilidad atmosférica y la altura de la mezcla a partir de la velocidad del viento y el grado de insolación

	Velocidad del Viento	Clase de Pasquill (Estabilidad Atmosférica)	Altura de mezcla (m)
Día (Alta Insolación)	0-2 m/s	A (muy inestable)	1600
	2-3 m/s	B (inestable)	1200
	3-5 m/s	C (ligeramente inestable)	800
	>5m/s	D (neutra)	560
Día (Baja Insolación)	0-2 m/s	B	1200
	2-3 m/s	C	800
	3-5 m/s	D	560
	>5m/s	D	560
Noche	0-2 m/s	F (estable)	200
	2-3 m/s	F	200
	3-5 m/s	E (ligera estabilidad)	320
	>5m/s	D (neutra)	560
	Nublado	D	560

FUENTE: Estudio de Impacto Ambiental – Plantas de Separación y Relleno Sanitario Chubut – Rca. Argentina

Estabilidad atmosférica (Pasquill)

El componente de la baja atmósfera, donde discurren las emisiones de contaminantes procedentes de focos puntuales, está determinado por la capacidad de dispersión o dilución de los contaminantes. Esta capacidad es función de la turbulencia que, bien de origen térmico como mecánico, posibilita una mayor o menor dispersión. Para definir de manera operativa esta capacidad es útil trabajar con el concepto de estabilidad atmosférica y su definición cualitativa como es la de categoría de estabilidad. Las categorías de estabilidad son indicadores de turbulencia atmosférica.

La turbulencia de la atmósfera se caracteriza en base a un parámetro que se denomina “clase de estabilidad”, que es función de la turbulencia térmica y de la turbulencia mecánica. Las categorías de estabilidad en cualquier momento van a depender entonces de:

- a) La estabilidad estática (relacionada al cambio de la temperatura con la altura).
- b) La turbulencia térmica (causada por el calentamiento del aire a nivel del suelo).
- c) La turbulencia mecánica (una función de la velocidad del viento y la rugosidad de la superficie).

Es necesario tipificar las posibles infinitas situaciones de capacidad de dispersión de la atmósfera en un número discreto. Las categorías de estabilidad de Pasquill-Gifford (**Tabla 83**) aunque presentan las desventajas de cualquier tratamiento discontinuo de un fenómeno natural, siguen utilizándose profusamente dado que hay un gran número de correlaciones de parámetros atmosféricos basados en ellas, y son una solución de compromiso cuando no se dispone de sistemas de medidas que proporcionen información más concreta sobre estos parámetros (por ejemplo, la turbulencia atmosférica).

TABLA 83: Categorías de estabilidad de Pasquill

Día	A: muy inestable
	B: inestable
	C: ligeramente inestable
Día/noche	D: Neutra
	E: ligeramente estable
Noche	F: estable

FUENTE: EIA –Plantas de Separación y Relleno Sanitario-Chubut

En la **Tabla 84**, se sintetiza la definición de las clases de estabilidad para condiciones diurnas y nocturnas, según la radiación solar incidente, para todos los rangos de velocidad de viento. En base a estos criterios y teniendo en cuenta las condiciones locales, resulta una **clase de estabilidad C (ligeramente inestable) para la Estación de Aeropuerto y B (inestable) para la Estación INTA.**

TABLA 84: Turbulencias de la atmósfera. Clases de estabilidad

Velocidad del viento (m/s) a 10 m de altura	Día			Noche (2)	
	Radiación solar incidente (1)			4/8 ≤ Nubosidad ≤ 7/8	Nubosidad ≤ 3/8
	Fuerte mayor que 50 cal/cm ² h	Moderada entre 25 y 50 cal/cm ² h	Débil menor que 25 cal/cm ² h		
<2	A	A-B	B	F	F
2 a 3	A-B	B	C	E	F
3 a 5	B	B-C	C	D	E
5 a 6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

FUENTE: Estudio de Impacto Ambiental – Plantas de Separación y Relleno Sanitario Chubut – Rca. Argentina

4.1.1.5 Nubosidad

Del análisis de la nubosidad, medida en octas, sobre datos de la Estación Meteorológica Aeropuerto, se observa un cielo parcialmente nuboso a lo largo de todo el año, ya que los valores se manejan entre 3 y 5. Además, se agregan datos sobre condiciones del cielo, observándose en los meses de junio y julio una mayor cantidad de días con cielo cubierto, pero siendo en general muy inferior a los días con cielo claro.

TABLA 85: Nubosidad

EM Aeropuerto 1961-1990 y 2000 - 2014	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Días con cielo claro	9	7	10	11	9	8	10	10	12	12	10	9	117
Días con cielo cubierto	3	5	1	5	5	6	7	5	6	5	4	4	56
Nubosidad total (octas)	3,4	3,7	3,6	3,3	3,6	3,6	3,7	3,4	3,4	3,2	3,2	3,4	3,5
Máximo valor medio	4,7	5,5	5,0	5,5	4,3	5,4	5,1	5,1	5,0	4,4	4,4	4,4	4,9
Mínimo valor medio	2,5	2,8	2,7	1,9	2,9	2,4	2,6	2,8	2,5	1,4	2,1	2,5	2,4

FUENTE: Elaboración propia

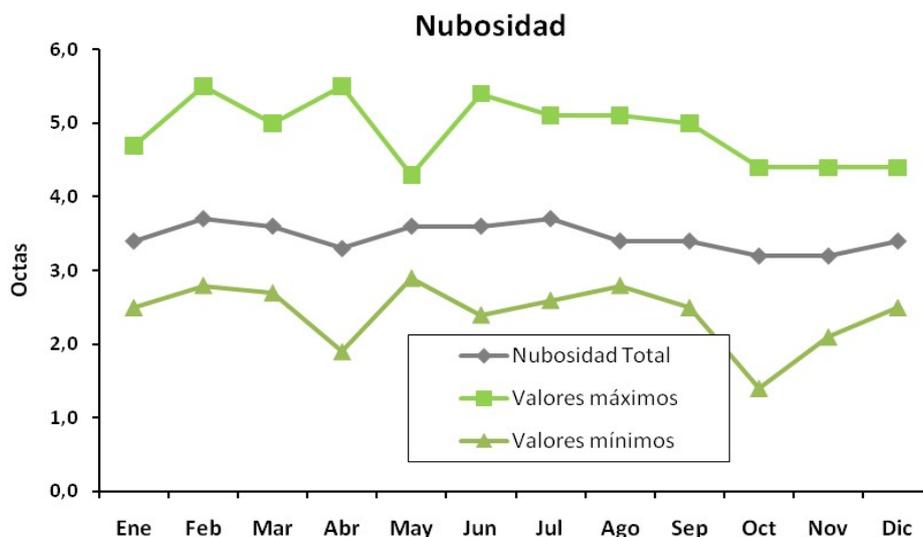


Figura 41: Nubosidad

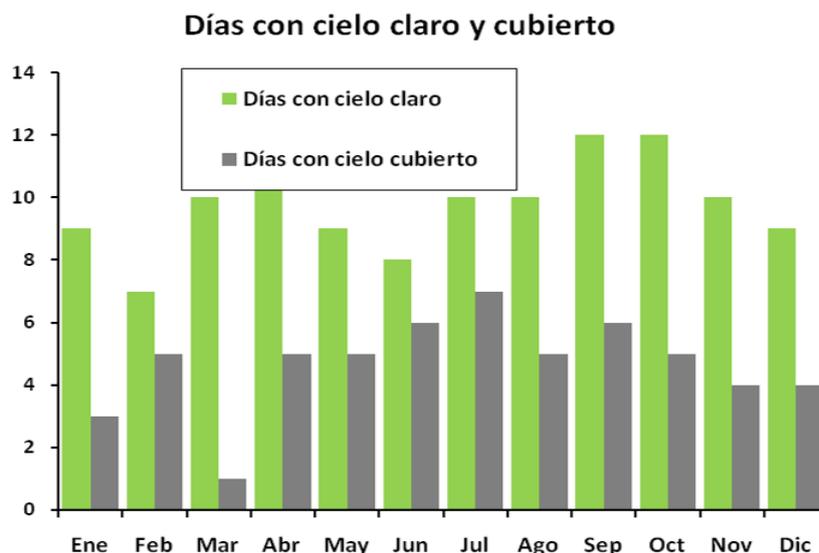


Figura 42: Cobertura de cielo

4.1.1.6 Heliofanía

En cuanto a la duración del día se puede afirmar que el lapso en horas en que cada día el disco solar se mantiene susceptible de ser visto (suponiendo la atmósfera transparente) varía en forma apreciable en el curso del año, registrándose muchas más horas diurnas en verano que en invierno. La duración del día y de la noche y su variación en el curso del año es un elemento del clima de suma importancia biológica, pues incide notablemente sobre las actividades humanas, la vida de los animales y el desarrollo de las plantas. Se indica también la duración teórica del día en función de la latitud y el mes del año, que será de utilidad en cálculos posteriores.

En la **Tabla 86** y **Figura 43** se observa la evolución de este parámetro durante el año, con valores medios, máximos y mínimos, medidos por la Estación Meteorológica Aeropuerto.

TABLA 86: Heliofanía Efectiva

EM Aeropuerto 1961-1990	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Heliofanía Efectiva (horas)	10,1	9,2	7,4	7,3	6,4	5,6	5,7	7,1	7,3	9,1	10,1	9,5
Máximo Valor Medio	11,9	10,2	8,4	9,3	7,2	6,4	7,1	7,9	8,4	11,7	11,7	10,8
Mínimo Valor Medio	7,1	7,1	6,2	5,0	5,6	3,7	4,4	6,3	4,8	6,4	8,6	8,1

FUENTE: Elaboración propia

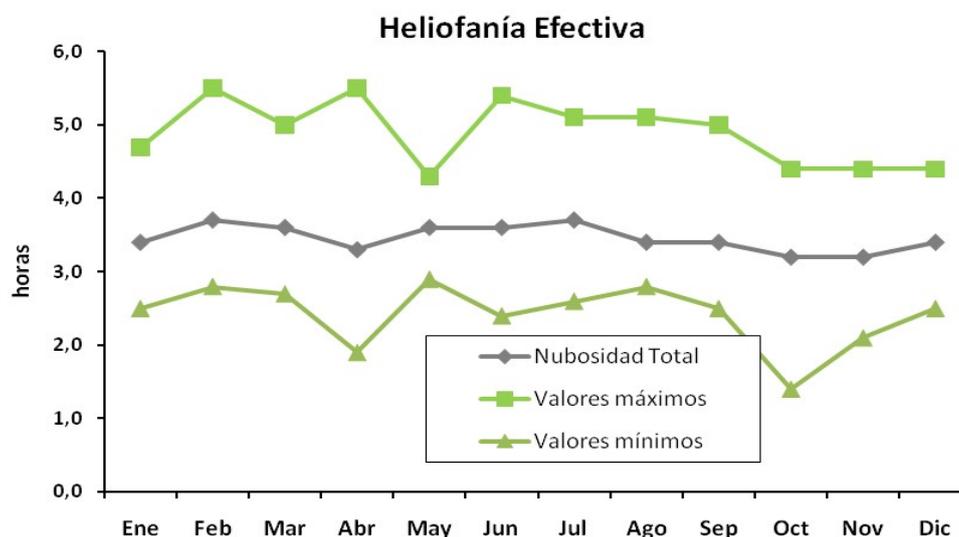


Figura 43: Heliofanía Efectiva

4.1.1.7 Evaporación y Evapotranspiración

El estudio de la evaporación es importante por sus efectos directos e indirectos en los análisis del balance hidrológico, como así también a través de los diferentes índices de clasificación del clima. Como no existen registros de evaporación en las Estaciones Meteorológica analizadas, la misma se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{Rn}{(Lv \cdot fw)} \left[\frac{mm}{día} \right]$$

Donde:

E = Evaporación (mm/día)

Rn= Radiación Neta (W/m²)

L_v= (2,501 x 10⁶-2.370 x temperatura) (kJ/kg)

f_w = densidad del agua (997 kg/m³)

De los cálculos realizados se obtuvo la evaporación media, máxima y mínima y la probabilidad asociada a los diferentes valores de evaporación en cuerpos de agua. La evaporación media mensual varía desde algo más de 114 mm en el mes de junio a aproximadamente 300 mm que promedian los valores de enero, siendo la media de los valores anuales de 213, 96 mm. En la **Tabla 87** se puede observar la marcha anual de la evaporación media y máxima.

TABLA 87: Evaporación

mm/día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Radiación promedio mensual (W/m²)	286	251	209	168	116	110	120	144	193	242	289	301	202
Radiación max mensual (W/m²)	1.186	1.155	1.035	880	682	619	685	800	963	1.064	1.196	1.190	955
Evaporación media mensual (mm/mes)	304	267	221	177	122	115	126	151	203	255	307	319	214
Evaporación máxima mensual (mm/mes)	1.260	1.225	1.096	928	716	648	717	839	1.013	1.124	1.268	1.263	1.008

FUENTE: Elaboración propia

Se denomina evapotranspiración a la evaporación en superficies cubiertas de vegetales, unida a la transpiración de estos vegetales. Este concepto unitario es necesario, ya que en suelos con cubierta vegetal, las relaciones entre ambos fenómenos son muy importantes.

Se adjuntan los valores obtenidos de la Estación Meteorológica INTA, los cuales se pueden observar en la **Tabla 88** y **Figura 44**, donde se pueden observar totales anuales de 7,1 mm de evaporación y 3,8 mm de evapotranspiración para totales diarios.

TABLA 88: Evaporación

mm/día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evapotranspiración Promedio Diaria	5,6	4,6	3,7	2,9	1,8	1,8	2,0	2,5	3,4	4,8	5,7	6,2	3,8

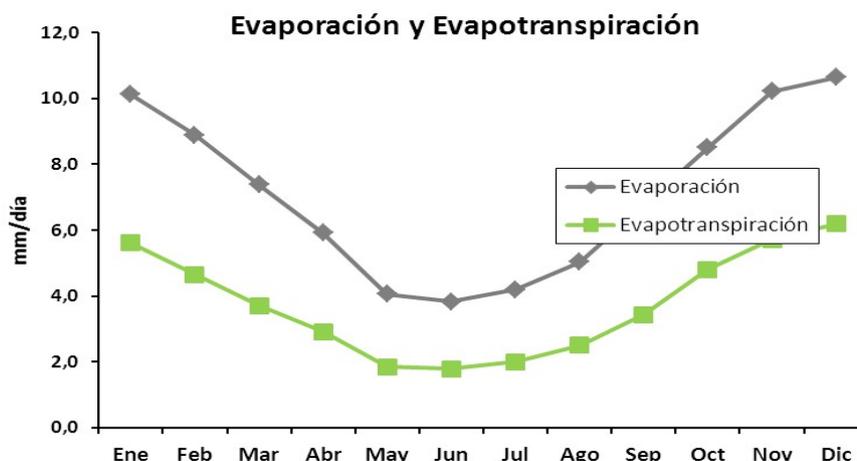


Figura 44: Evaporación y Evapotranspiración

4.1.1.8 Intemperismos severos

Se llama **INTEMPERISMO** o **METEORIZACIÓN** a la acción combinada de procesos (climáticos, biológicos, etc.) mediante los cuales la roca es descompuesta y desintegrada por la exposición continua a los agentes atmosféricos, transformando a las rocas masivas y duras en un manto residual finalmente fragmentado. Preparando a los materiales rocosos para ser transportados por los agentes de erosión terrestre (agua corriente, hielo glaciar, olas y viento), y también son acarreados por la influencia de la gravedad para acumularse en otros lugares.

En este estudio se analizarán distintos intemperismos que se producen en la Zona de Estudio, entre ellos se encuentran los siguientes: nieve, granizo, heladas, tormentas, tempestad de polvo y viento zonda. Siendo este último fenómeno estudiado con mayor profundidad debido a su recurrencia y daños asociados.

Se agregaa **Tabla 89** y **Figura 45** donde se muestran registros de estos intemperismos tomados de la Estación Meteorológica Aeropuerto.

TABLA 89: Intemperismos

Nº de días	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Nieve	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Granizo	0,3	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Tormenta	7,0	6,0	3,0	1,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,7	1,0	3,0	6,0	2,4
Helada	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	7,0	7,0	3,0	0,7	0,0	0,0	0,0	1,6
Tempestad de polvo	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	1,0	0,4	1,0	0,8	0,3	0,5

FUENTE: Elaboración propia

Intemperismos Severos Valores Anuales

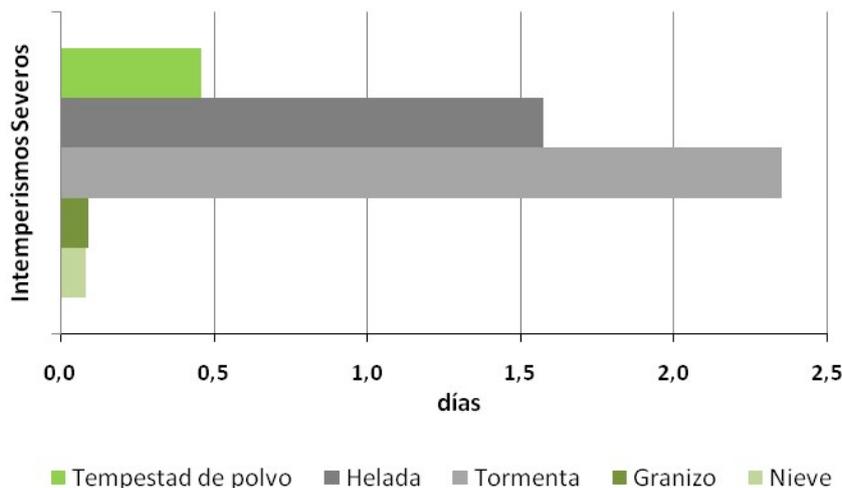


Figura 45: Intemperismos Severos – Valores Anuales

Viento Zonda

El Viento Zona es característico de varias zonas inmediatamente cercanas a cadenas montañosas. Debido a que los trabajos más antiguos referentes a este tipo de viento se realizaron en la región alpina, donde se lo denomina “foehn”, este término se convirtió en el nombre genérico dado a todo viento descendente cálido y seco.

Dentro de los fenómenos en mesoescala que se registran en la región de Cuyo, el Viento Zonda es de características singulares, no sólo por su notable variabilidad temporal y espacial, y el comportamiento complejo de los parámetros meteorológicos asociados (temperatura, humedad, presión, dirección, intensidad y rafagosidad del viento, nubosidad y precipitación) sino también por los diversos efectos que ocasiona.

Federico Norte explica que el Zonda “es un viento caliente y seco que sopla en el occidente de Argentina, a sotavento de la Cordillera de Los Andes, entre los 38°S y el Sur de Bolivia, y pertenece al grupo de los vientos que descienden desde la cresta de la montaña al valle o el llano. Tiende a soplar con frecuencia de tarde, a la hora de la temperatura máxima, y con menor frecuencia de madrugada, con un mínimo a la hora de la salida del sol. El calentamiento diurno influye sobre el aire frío de capas bajas y disminuye su contraste térmico, permitiendo la irrupción del viento en el llano”⁹.

⁹ **Norte, Federico**, Tesis Doctorado en Ciencias Meteorológicas: “Características del Viento Zona en la Región de Cuyo”, *Facultad de Ciencia Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1988.*

En zonas pobladas produce daños de índole variada, según la intensidad de sus ráfagas, incluyendo: voladuras de techos, caídas de cables de alta tensión y árboles, interrumpe los servicios telefónicos y eléctricos y favorece la producción de incendios. Crea perjuicios en la agricultura por la fuerza del viento, por su extrema sequedad y por su alta temperatura que puede acelerar la floración de frutales al final del invierno los cuales quedan luego ante el riesgo de ser dañados por posteriores heladas.

En la alta montaña donde con suelo nevado su presencia acelera al proceso de fusión y evaporación de la nieve, provoca modificaciones en su acumulación, contribuyendo a la formación de aludes o avalanchas e influye en el comportamiento del ciclo hidrológico, e inversamente a lo que sucede en el llano, las horas con mayor frecuencia corresponden a los momentos posteriores a la salida del sol. Esto podría ser consecuencia del efecto de la brisa montaña/valle. En los niveles más altos, el viento presenta mayor rafagosidad.

Son destacables los efectos biológicos que lo acompañan y que se reflejan en el estado psico-físico de los habitantes de la región tales como: alteración del ritmo cardíaco, irritabilidad, angustia, depresión, desgano. Es notable el incremento de los accidentes de tránsito, las muertes por infartos cardíacos, los actos de violencia, situaciones que no sólo se presentan cuando el Zonda aparece en superficie sino también cuando éste es detectado en estaciones de montaña o en la atmósfera libre mediante radio-sondeos.

Según explica Federico Norte, el Viento Zonda se produce por el ascenso de aire húmedo desde el Océano Pacífico a barlovento de la Cordillera de Los Andes y por el posterior descenso orográfico de una masa de aire pre-frontal, que en el cúspide de la cordillera se presenta como un viento frío que se fue calentando al descender. El viento Zonda en el llano arrastra gran cantidad de polvo, especialmente en agosto, al terminar la estación seca. Además detalla que existen muchos casos de viento Zonda en la montaña que no aparecen en el llano, al que se denomina "Zonda en altura". La mayoría de los casos ocurren entre *mayo y noviembre* y más de la mitad de los eventos se registran entre *mayo y agosto*. La mayor o menor frecuencia está condicionada por la altura sobre el nivel del mar y la distancia de la localidad con respecto a la cordillera y precordillera.

Se agrega **Figura 46**, con el esquema del proceso de formación del Viento Zonda.

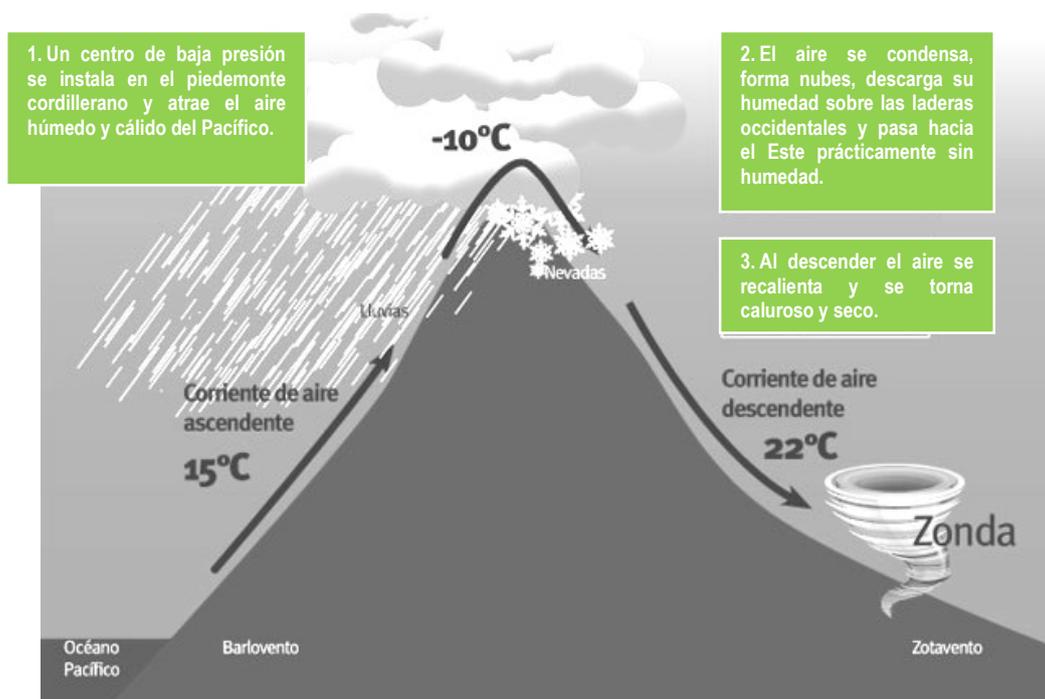


Figura 46: Esquema del proceso del Viento Zonda

En estudios realizados sobre datos meteorológicos de distintas Estaciones Meteorológicas de la región (en función de variaciones sobre otras variables meteorológicas que produce este fenómeno), entre las que se incluye la Estación Meteorológica Aeropuerto de Mendoza (El Plumerillo), se pudo determinar sus características y frecuencias a aparición, como así también los casos severos.

Los datos recabados en la Tesis Doctoral de Federico Norte, (1988), se muestran en las **Tablas 90 y 91**, y **Figura 47**, que se agregan a continuación.

TABLA 90: Viento Zonda Mendoza

Zonda	Nº Total de casos	Frecuencia anual media (días)	Porcentaje en el llano (%)	Meses de máxima frecuencia	Período Mayo- Noviembre	Período Mayo-Agosto
JACHAL (1162 msnm)	195	17,7	4,8	Junio	94,8%	62,0%
SAN JUAN (598msnm)	127	11,5	3,1	Julio y Oct.	81,0%	54,3%
EL PLUMERILLO (704 msnm)	86	7,8	2,1	Julio y Oct.	89,3%	52,3%
SAN CARLOS (943 msnm)	111	10,0	2,7	Sept. Y Oct.	83,7%	37,8%
SAN RAFAEL (746 msnm)	51	4,6	1,2	Mayo - Agosto	96,0%	64,7%
SAN MARTÍN (653 msnm)	50	4,3	1,1	Julio - Oct.	96,2%	56,6%

FUENTE: Tesis Doctoral Federico Norte (1988)

TABLA 91: Viento Zonda casos severos en el llano

Zonda - Casos severos en el llano	Nº Total de casos	Mes más frecuente	Porcentaje con respecto al total (%)
SAN JUAN (598msnm)	49	Julio	38,0%
EL PLUMERILLO (704 msnm)	18	Julio	20,0%
SAN CARLOS (943 msnm)	6	Julio-Sep.	5,4%
SAN RAFAEL (746 msnm)	9	Oct-Nov	17,6%
SAN MARTÍN (653 msnm)	10	Octubre	18,8%

FUENTE: Tesis Doctoral Federico Norte (1988)

Viento Zonda - Distribución Anual

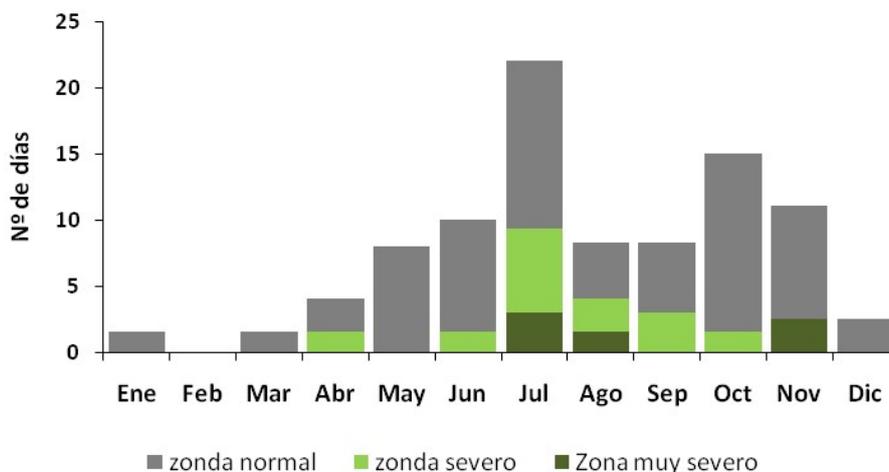


Figura 47: Viento Zonda – Distribución Anual

De los datos anteriores surge que la frecuencia de días con Viento Zonda en las estaciones del llano es relativamente baja, así en El Plumerillo la probabilidad climatológica que en un día se presente el Viento Zonda es de 2,1%, si bien las ráfagas máximas pueden alcanzar o superar los 120 km/h.

Se observa además que incide la altura de la estación, aumentando la frecuencia con la elevación, así Jáchal tiene probabilidad de 4,8%, mientras que San Martín tiene 1,1%, influyendo en esto también la distancia de la cordillera al lugar. Se agrega **Tabla 92** de categorización del viento Zonda, publicada por el Programa Regional de Meteorología/IANIGLA-CONICET.

TABLA 92: Categorización del Viento Zonda

RAFAGAS (km/h)	ZONDA CATEGORÍA	
Raf ≤65	Z1 UNO	MODERADO
65 < raf ≤90	Z2 DOS	SEVERO
90 < raf ≤120	Z3 TRES	MUY SEVERO
Raf >120	Z4 CUATRO	EXTREMADAMENTE SEVERO O CATASTRÓFICO

FUENTE: Tesis Doctoral Federico Norte (1988)

4.1.1.9 Tipo de Clima

Clasificación de Köppen

La clasificación climática de Köppen, es una de las más universalmente seguidas actualmente, divide al mundo en unas pocas zonas principales, que se designan con las letras siguientes (Sverre Petersen 1976):

- A = Climas Tropicales
- B = Climas Secos
- C = Climas templados lluviosos
- D = Climas fríos de los bosques nevados
- E = Climas polares

Además, cada una de las zonas principales se subdivide de acuerdo con la temperatura y la precipitación, sus variaciones estacionales y sus efectos sobre la vegetación natural. Las subdivisiones se indican añadiendo una letra al símbolo principal, y esto conduce a los once tipos climáticos principales. Las informaciones de las tres estaciones estudiadas para la Zona Metropolitana de Mendoza, indican que corresponde al clima Seco (B), semiárido (S), correspondiendo a la región un clima **BSk**, que significa seco, semiárido y con una temperatura media anual por debajo de 18°C.

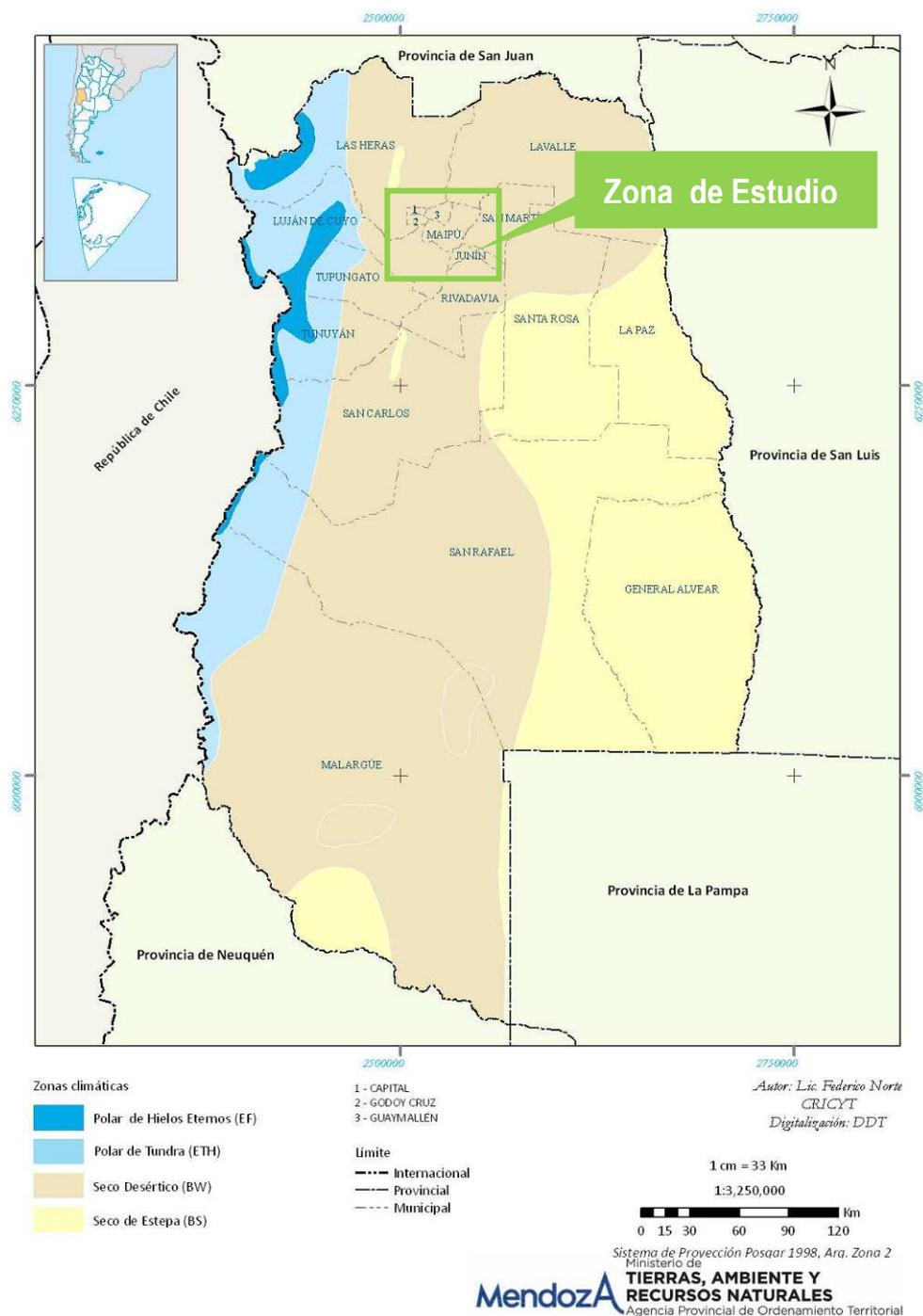


Figura 48: Zonas Climáticas de Mendoza (Clasificación de Köppen)

El Clima Seco (B), según Köppen, se caracteriza porque las precipitaciones anuales son inferiores a la evaporación. Para el cálculo hay que multiplicar la temperatura media anual por los doce meses y duplicarla, pues se considera un mes húmedo aquel en el que la precipitación en mm es más del doble de la temperatura en °C, de modo que para un año habrá de multiplicarse la temperatura media anual por veinticuatro. Esta es la fórmula más utilizada aunque hay otras formas de calcular

la aridez que resultan más complejas. Bajo estas condiciones se suelen dar las estepas y los desiertos.

En este tipo de climas, la segunda letra explica el grado de aridez:

- **S** = las lluvias medias anuales están entre un 50% y un 100% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro.
- **W** = las lluvias medias anuales están entre un 0% y un 50% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro.

La tercera letra explica las temperaturas:

- **h** = temperatura media anual igual o por encima a 18°C.
- **k** = temperatura media anual por debajo de 18°C.

En el clima Semiárido, las precipitaciones están entre 50% y 100% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro. Bajo estas condiciones la vegetación es escasa. Este clima es conocido en algunas regiones como *mediterráneo seco* pues es, en muchas ocasiones, un clima de transición entre el *Csa* (mediterráneo) y el *BW* (desértico). Se da en zonas de estepas, semi-desiertos, o zonas previas a los desiertos, en todos los continentes salvo el Antártico.

En la **Tabla 93**, se observa el análisis de las estaciones en estudio.

TABLA 93: Clasificación climática de Köppen

	Temp. media anual (T)	Precip. media anual (R)	Temp. media anual x 24	Clasificación (S ó W)	Clasificación (h ó k)	Clasificación climática de Köppen
Observatorio	17,0	241,6	408,0	S	k	BSk
Aeropuerto	17,9	339,2	430,2	S	k	BSk
INTA	15,2	260,2	364,9	S	k	BSk

FUENTE: Elaboración propia

En cuanto a los límites fundados en los valores de precipitación, son muy importantes puesto que éste, es el elemento de mayor influencia en el balance hidrológico, pero no se puede considerar sino en combinación con la temperatura del aire, pues una misma cantidad de agua que llegue al suelo se evapora en mayor o menor grado, según sea esa temperatura.

Por ello se han ideado muchos índices – arbitrarios todos ellos – que relacionan la precipitación y la temperatura (Lorente 1966). El primero que se propuso, fue el llamado factor de pluviosidad de Lang, que es igual al cociente entre la precipitación anual y la temperatura media anual:

$$I_L = \frac{\text{Precipitación (mm)}}{\text{Temperatura media (°C)}}$$

Y se calcula con los valores medios de las tres estaciones, resultando un valor medio de 16 (Observatorio = 14,2; Aeropuerto = 18,5; INTA = 15,5). Con arreglo a él, Lang establece una clasificación correspondiendo la categoría de zona húmeda de desierto ($0 < I_L < 20$). El índice de Lang, considerado a nivel mensual, es un indicador de sequía, señalando que cuando toma valores inferiores a 2, se interrumpe el período vegetativo a causa de la sequía, resultando la marcha anual que se observa en la **Tabla 94**

TABLA 94: Índice de Lang

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	1,4	1,4	1,7	1,2	1,6	1,0	1,0	1,3	1,2	0,9	0,6	0,8	14,2
Aeropuerto	1,8	1,6	1,8	0,9	1,8	1,5	1,1	1,4	2,1	1,6	1,1	1,9	18,5
INTA	2,4	1,1	2,1	0,3	0,8	0,9	0,7	1,4	1,1	2,0	1,5	1,4	15,5

FUENTE: Elaboración propia

Philips trabaja con la relación entre la precipitación caída durante los meses de verano y la temperatura del mes más cálido, de lo que resulta un indicador de aridez estival, del orden de 2 (Observatorio= 1,4; Aeropuerto = 1,8 ; INTA = 2,4).

El geógrafo francés Enmanuel Martonne propuso el índice de aridez:

$$I_M = \frac{\text{Precipitación (mm)}}{\text{Temperatura media (°C) + 10}}$$

O sea, el mismo de Lang, pero adicionando 10 unidades al denominador para evitar índices negativos. El índice de Martonne resulta $I_M = 9$ (Observatorio = 8,7; Aeropuerto = 11,6; INTA = 9,4) que corresponde a la clase entre 5 y 10, correspondiente a semi-desierto.

Como parece un contrasentido llamar índice de aridez a un número que es más pequeño cuanto más grande es la aridez misma, los geógrafos españoles J. Dantín Cereceda y A. Revenga Carbonell, propusieron el índice termopluviométrico, que se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_{TP} = 100 \cdot \frac{\text{Temperatura media (°C)}}{\text{Precipitación (mm)}}$$

Con arreglo a este índice, los resultados obtenidos para las Estaciones en evaluación fueron del orden de 6 (Observatorio = 7; Aeropuerto= 5,3; INTA = 5,8) se clasifica como zona Árida (I_{TP} entre 3 y 6).

Otros índices que reiteran los resultados obtenidos hasta ahora, son el de Blair:

$$I_B = \text{Pr ecipitación (mm)}$$

Correspondiendo a clima semiárido (I_{BL} entre 225 y 500 mm), ya que los valores de las estaciones en estudio ascienden a: Observatorio = 242 MM; Aeropuerto = 339 mm e INTA = 260 mm.

El índice de Gasparín se utiliza como índice de humedad del suelo, y responde a la expresión:

$$I_G = \frac{\text{Pr ecipitación (mm)}}{50 \cdot \text{Temperatura media (}^\circ\text{C)}}$$

Resultando suelo muy seco ($0 < I_G < 0.5$) ya que para las estaciones vale: Observatorio = 0,3; Aeropuerto = 0,4 e INTA = 0,3.

El índice de Knoche, expresa:

$$I_K = \frac{\text{Número días lluvia} \cdot \text{Pr ecipitación (mm)}}{100 \cdot (\text{Temperatura media (}^\circ\text{C)} + 10)}$$

Correspondiendo a una aridez extrema ($0 < I_K < 25$) en cuanto a que los valores de las estaciones en estudio ascienden a: Observatorio = 4,4; Aeropuerto = 5,5 e INTA=7,9.

Clasificación de Thornthwaite

El climatólogo C.W. Thornthwaite, juzgó que la eficacia de la lluvia para el desarrollo vegetal no depende de la cantidad de agua que precipita, sino principalmente, de la que queda en el suelo, pues la evaporación devuelve a la atmósfera una gran parte de esa agua recibida. Fundándose en esa idea, estableció en 1931 un método de clasificación de climas, basado en un índice de efectividad de la precipitación, índice que relaciona ésta con la evaporación, o si no se tiene el dato de esa evaporación, con la temperatura del aire (Lorente 1966). Con arreglo a él, señala límites de ese índice, entre los cuales quedan comprendidos los puntos que presentan clima: A, lluvioso (de selva); B, húmedo (de bosque); C, subhúmedo (de praderas); D, semiárido (de estepas); y E, árido (de desierto).

Posteriormente, el mismo autor presentó un nuevo método, en el que ya no trata de acomodar sus zonas climáticas a las de distribución vegetal, sino que toma como idea fundamental y básica de todo el sistema, la consideración de la evaporación. Para una cierta temperatura, habría una evapotranspiración determinada, si el suelo estuviese saturado de agua. Ésta es la evapotranspiración potencial, a la que da importancia fundamental. Pero, como el suelo no siempre está saturado de agua, en cada momento habrá una determinada

evapotranspiración. Realizadas muchas medidas, logró establecer la siguiente fórmula empírica que relaciona evaporación y temperatura.

$$e = 16 \cdot \left(\frac{t}{I} \right)^{\alpha}$$

Siendo:

e = evaporación potencial mensual, en milímetros de altura de agua;
t = temperatura media mensual en grados centígrados, siendo a su vez:

$$I = \sum \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

$$\alpha = 0,0000006751^3 - 0,0000771 * I^2 + 0,01792 * I + 0,49239$$

Además, Thornthwaite tiene en cuenta la latitud del lugar y los días del mes, mediante un coeficiente K, obteniéndose de este modo, la evapotranspiración corregida para cada mes. La suma de los valores mensuales de la evapotranspiración corregida, proporciona el valor de evapotranspiración anual. Teniendo ya calculados estos valores básicos, procede Thornthwaite a establecer su clasificación de los climas con arreglo a los siguientes razonamientos. La diferencia entre la evapotranspiración potencial mensual, estacional o anual, y la respectiva precipitación media de un lugar puede ser positiva o negativa. Si es positiva, hay superávit o exceso (s) de agua; si es negativa, hay déficit o falta (d). Para las diferentes estaciones en estudio, resultan los valores indicados en las **Tablas 95, 96 y 97**

TABLA 95: Clasificación Thornthwaite – EM Observatorio

Observatorio (Lat 32°)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
P media (mm)	34,9	33,1	36,9	19,4	18,7	8,9	8,6	14,0	16,8	16,6	13,3	20,3	
Tmedia (mm)	25,2	23,5	21,1	16,6	11,6	9,1	8,2	10,4	13,9	18,4	21,3	24,5	17,0
I	11,6	10,4	8,9	6,2	3,6	2,5	2,1	3,0	4,7	7,2	9,0	11,1	80,3
Evapotransp (mm)	114,6	125,6	203,3	124,2	305,1	154,7	193,8	244,2	154,1	72,0	32,4	46,8	a= 1,8
K	0,88	0,86	1,03	1,09	1,20	1,19	1,22	1,15	1,03	0,97	0,87	0,86	
Evapotr. Corr. (mm)	101,1	107,8	209,4	134,9	365,5	184,8	236,0	281,3	158,7	70,1	28,2	40,3	1918,0
Déficit (cm)	66,2	74,6	172,5	115,5	346,7	175,9	227,4	267,4	141,9	53,5	14,9	20,0	1676,4
Exceso (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FUENTE: Elaboración propia

TABLA 96: Clasificación Thornthwaite – EM Aeropuerto

Aeropuerto (Lat 32°)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
P media (mm)	49,0	39,4	39,4	15,3	22,0	14,6	9,3	15,9	30,7	31,0	24,6	48,2	
Tmedia (mm)	26,5	25,0	22,3	17,1	12,3	9,4	8,8	11,0	14,8	19,6	22,9	25,4	17,9
I	12,5	11,4	9,6	6,4	3,9	2,6	2,3	3,3	5,2	7,9	10,0	11,7	86,9
Evapotransp (mm)	211,6	166,2	231,4	82,5	417,2	411,7	217,8	310,6	464,6	210,8	87,6	231,6	a=1,9
K	0,88	0,86	1,03	1,09	1,20	1,19	1,22	1,15	1,03	0,97	0,87	0,86	
Evapotr. Corr. (mm)	186,6	142,6	238,3	89,6	499,8	491,6	265,3	357,8	478,5	205,3	76,4	199,6	3231,5
Déficit (cm)	137,6	103,2	198,9	74,3	477,9	477,0	256,0	341,9	447,8	174,3	51,8	151,5	2892,3
Exceso (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FUENTE: Elaboración propia

TABLA 97: Clasificación Thornthwaite – EM INTA

INTA (Lat 33°)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
P media (mm)	54,6	24,0	41,5	5,0	8,0	6,3	4,1	11,5	13,5	32,7	29,3	29,9	
Tmedia (mm)	23,0	21,6	19,5	14,9	10,2	7,2	6,3	8,5	12,6	16,5	20,1	22,0	15,2
I	10,1	9,2	7,8	5,2	3,0	1,7	1,4	2,2	4,1	6,1	8,2	9,5	68,5
Evapotransp (mm)	236,5	74,5	228,3	14,9	78,1	123,8	88,1	218,9	107,8	234,9	121,6	100,3	a=1,6
K	0,89	0,86	1,03	1,08	1,19	1,19	1,21	1,15	1,03	0,98	0,88	0,87	
Evapotr. Corr. (mm)	210,0	64,2	235,1	16,1	93,1	146,8	106,7	251,2	111,0	229,3	106,8	87,1	1657,4
Déficit (cm)	155,4	40,2	193,7	11,1	85,1	140,5	102,6	239,8	97,5	196,6	77,5	57,2	1397,2
Exceso (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FUENTE: Elaboración propia

A partir de estos parámetros, Thornthwaite define los siguientes índices:

Índice de Humedad

$$I_h = 100 \cdot \frac{S}{n}$$

Índice de Aridez

$$I_a = 100 \cdot \frac{d}{n}$$

Índice hídrico anual:

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

Para las estaciones en estudio, resultan:

	Observatorio	Aeropuerto	INTA
Indice de Humedad (Ih)	0,00	0,00	0,00
Indice de Aridez	87,40	89,50	84,30
Indice Hídrico Anual (Im)	-52,44	-53,70	-50,58

FUENTE: Elaboración propia

Basándose en estos índices, Thornthwaite clasifica el clima como **E** Árido (-60<Im<-40); con ningún exceso de agua **d** (0<Ih<10); Mesotérmico **A'** (ETP<1140); **a'** por la relación existente entre la evaporación que se produce en verano, respecto a la del año (menor a 48%). La fórmula climática de la Zona Metropolitana de Mendoza resulta según Thornthwaite: **E A'da'**.

Thornthwaite, también define otros índices, como son el de precipitación efectiva y temperatura efectiva, con los que da indicadores de vegetación típica para cada conjunto (Heras 1983):

Precipitación Efectiva:

$$PE = \sum \left(\frac{2,82 \cdot P_i}{1,8 \cdot T_i + 22} \right)^{\frac{10}{9}}$$

Temperatura Efectiva:

$$TE = 5,4 \cdot T_{anual}$$

En base a la precipitación efectiva, que resulta de un valor aproximado de 15 (Observatorio = 12,7; Aeropuerto = 17,6; INTA = 14,1) resulta, en el límite de clima árido (0<PE<15) con semiárido (15<PE<30) con vegetación característica de desierto a estepa; en cuanto a la temperatura efectiva, resulta del orden de 90 (Observatorio = 91,8; Aeropuerto = 96,8; INTA = 92,1) se define como clima mesotermal, con floresta media (64<TE<127).

4.1.2 Geología y Geomorfología

4.1.2.1 Rasgos geológicos generales¹⁰

La Zona de Estudio presenta en su borde occidental, un estilo tectónico influido por la Precordillera. Por lo tanto, esta región se caracteriza por presentar un basamento fracturado, cubierto por un manto sedimentario de unos 5.000 metros de espesor, en la mayor parte de su extensión.

Las fallas que afectan el basamento, también han dislocado en la generalidad de los casos, a la cubierta sedimentaria, si bien localmente y cerca del límite occidental del área, han plegado levemente dicha cubierta. Estas fallas pueden ser normales o inversas. Las que son paralelas a los cordones montañosos de la Precordillera son inversas, de alto ángulo, de rumbos NNO – SSE, NNE – SSO y NS. Estas fallas pueden alcanzar rechazos (cantidad de movimiento en el plano de la falla) de varios kilómetros al tope de los terrenos terciarios, es decir, a la base de los terrenos portadores de acuíferos.

Existen también fracturas transversales a las nombradas, y corresponden a las fallas normales ya mencionadas, generalmente con rumbo ONO-ESE o EO.

Casi todas estas fracturas alcanzan la superficie. Su expresión superficial consiste en rupturas de pendiente o en “escalones” más o menos rectilíneos, de uno a tres metros de altura aproximadamente. El rechazo de las fallas disminuye con la edad de los terrenos afectados, lo que indica que han sido reactivadas por distintas fases tectónicas.

El estilo estructural precordillerano influye solamente en la base limítrofe occidental de la Zona de Estudio. Se caracteriza por el plegamiento intenso de los terrenos del basamento y la base impermeable, en anticlinales asimétricos, con un flanco tendido y el otro vertical o rebatido. Éste último generalmente coincide con una falla inversa de bajo ángulo, que suele consistir en una verdadera superficie de corrimiento. Estas fallas y zonas de corrimiento tienen rumbo N-S, NNE-SSO y localmente NE-SO, con frecuentes deflexiones de rumbo.

Al oeste de la capital mendocina, por ejemplo, estas fallas de bajo ángulo tienen tramos con rumbo E-O. Existen también fallas normales perpendiculares a las de corrimiento, o sea con rumbo predominante E-O o ENE-OSO.

Al este de la Precordillera existe la Cerrillada Pedemontana, integrada por lomadas con afloramientos terciarios, donde el plegamiento asimétrico de los estratos es menos intenso que en los terrenos Precordilleranos. Su estilo de deformación, por lo tanto, es menos intenso que el de la Precordillera y se suaviza hacia el este.

¹⁰ Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, 2004.

Dicha cerrillada constituye el límite occidental de la Zona de Estudio. Al este de la misma, el estilo tectónico es de transición al de las Sierras Pampeanas, como lo demuestra la desaparición del plegamiento en los terrenos cenozoicos, salvo en zonas próximas a fallas importantes.

Para reseñar las condiciones geológicas de parte del área objeto de estudio, se ha dividido en dos subzonas (Ver **Figura 49**), ya que revelan aspectos diferenciales, una en correspondencia con el sector noroeste, y la otra al sudoeste en la que aún no se han realizado tareas de corrección ni de contención de aluviones, razón por la que en ésta se detallan, con mayor precisión, las características de las diversas formaciones interesadas por futuras obras.

El sector noroeste abarca desde el arroyo San Isidro hasta inmediatamente al Sur del Zanjón Frías, la cual muestra una secuencia estratigráfica bien estudiada por Rodríguez y Barton (1990), quienes reconocen las diversas unidades e indican sus distintas características litológicas. Entre éstas se destacan los depósitos cuaternarios de la Formación Los Mesones, formados por gravas polimícticas poco consolidadas de origen fluvial y espesores variables y la Formación La Invernada con gravas polimícticas poco consolidadas, correspondientes al primer y segundo nivel de piedemonte.

Las condiciones estratigráficas y litológicas para el sector sudoeste, desde inmediatamente al sur del Zanjón Frías hasta el sur del río Seco Tejo; es decir, del sector oeste comprendido entre Godoy Cruz y Luján de Cuyo, han sido relevadas en ocasiones de realizarse los estudios para el proyecto del control de avenidas provenientes de dicho sector (Rimoldi, 1980 y Rimoldi y Mon, 1989) que afectan al Gran Mendoza. Los depósitos cuaternarios están nuevamente representados por las Formaciones Los Mesones y La Invernada. Se trata de depósitos aterrazados en los cuales se distinguen geomorfológicamente dos niveles claramente definidos. La composición litológica de ambos y sus características geotécnicas son muy similares, por lo cual pueden ser tratadas en forma conjunta. Están constituidas por gravas con escasa matriz arenosa o de materiales finos. En los taludes existentes se observa que, prácticamente, carecen de estratificación. Apoyan mediante una discordancia de erosión sobre las entidades terciarias de la Formación Mariño, mediante una superficie aproximadamente plana que inclina levemente hacia el naciente. Por la composición y granulometría de las gravas resultan similares a las de la Formación Mogotes.

Estos depósitos, que probablemente pertenecen a viejos conos están cortados por los cauces y zanjones de los ríos actuales.

Los depósitos aluvionales recientes están constituidos por gravas arenosas. Las primeras presentan una disposición similar a los depósitos psefíticos precitados. Revelan una matriz arenosa abundante e intercalaciones netas de este material. El espesor de estos rellenos tiende a aumentar hacia el este. La existencia de una

tectónica tan reciente no resulta sorprendente, ya que el área es de alta sismicidad. Esta tectónica reciente tiene rechazos que no superan la decena de metros.

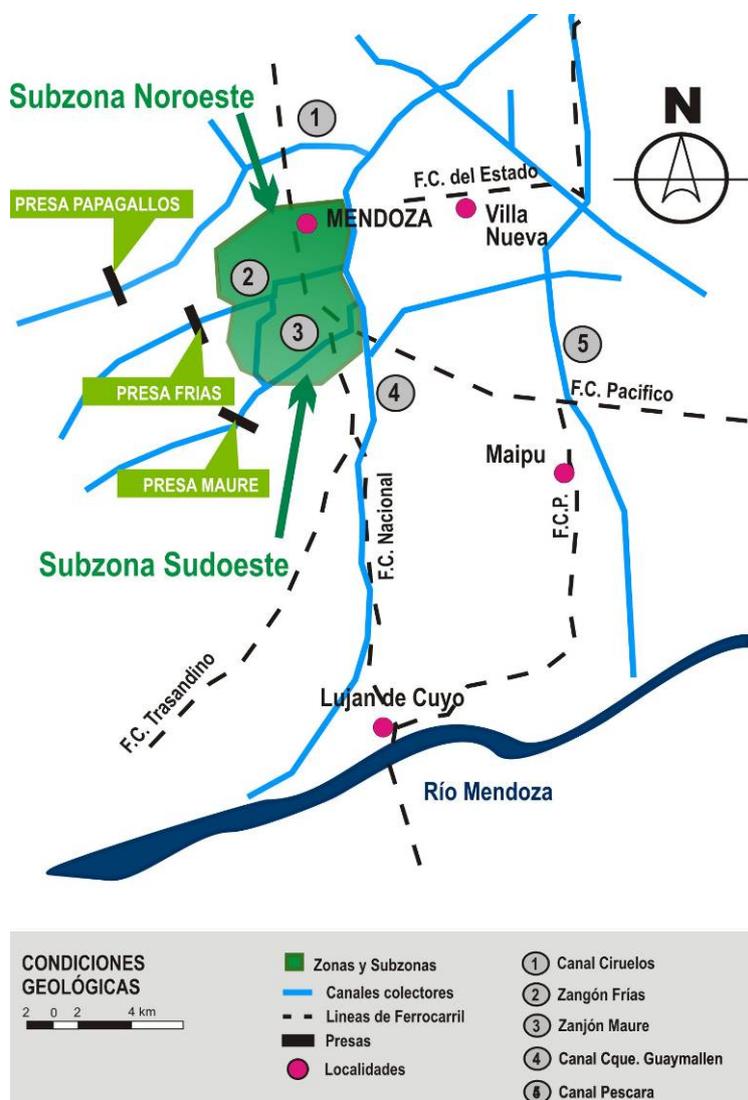


Figura 49: Rasgos geológicos de la Zona de Estudio

4.1.2.2 Geomorfología general y Zona de Estudio

De los cuatro sectores geomorfológicos principales en los que se divide la Provincia de Mendoza (Montaña, Piedomonte, Planicie y Payunia), sólo parcialmente la Montaña, el Piedemonte y la Planicie son abarcados por la Zona de Estudio (refiriéndonos a la extensión completa de los Departamentos de la Zona Metropolitana).

La Montaña, constituida exclusivamente por la Cordillera de Los Andes, se extiende en la Provincia de Mendoza en una franja de aproximadamente 180 km de ancho,

ocupando una tercera parte del territorio provincial, y está conformada por tres unidades orográficas:

- **Cordillera Principal o del Límite:** en ella se encuentran los picos más elevados, tales como el Cerro Aconcagua de 6.956 m, o el Cerro Tupungato de 6.800 m, ubicándose también volcanes apagados o en estado de letargo.
- **Cordillera Frontal:** ubicada al Este de la anterior, presenta formaciones montañosas tales como el Cordón del Plata, con una altura promedio de 5.800 m.
- **Precordillera:** es un macizo más bajo que el anterior, situado a continuación y hacia el Este, terminado a la altura de Cacheuta.

En el sector limitado al Oeste por las planicies conocidas como Depresión de Los Huarpes – Graven de Tunuyán (Polansky 1963) y al Este por la Depresión de la Travesía, y sin llegar a constituir una unidad orográfica en sí misma, existen las Cerrilladas Pedemontanas, integradas por lomadas con afloramientos terciarios.

La Zona de Estudio, como ya se mencionó, abarca sectores de algunas de las unidades morfoestructurales de la Provincia de Mendoza, que se pueden observar en la **Figura 50**. Estas unidades son:

- Precordillera
- Cerrilladas Pedemontanas asociadas al Piedemonte de la Precordillera.
- Planicies Agradacionales Pedemontanas.
- Llanura Oriental Fluvioeólica (Depresión de la Travesía).

Precordillera

La Zona de Estudio incluye en su parte occidental a sectores reducidos del borde oriental de la Precordillera (Aparicio et al, 1955; Harrington, 1971), representada por afloramientos de formaciones del Paleozoico inferior y superior y del Triásico sobrepuestos a depósitos de edad terciaria superior mediante fallas inversas, con plano de falla inclinada hacia el oeste. Tales estructuras, originadas a fines del Terciario, y con evidencias de actividad tectónica, han generado un relieve abrupto, con alturas de entre 1500 a 2000 msnm que ha precipitado una activa erosión retrocedente potenciada por la menor altitud de las Cerrilladas Pedemontanas (altitudes medias de 800 a 1000 msnm) y las Planicies Agradacionales Pedemontanas (altitudes medias de 600 a 900 msnm) ubicadas hacia el Este (aguas abajo).

Los procesos superficiales predominantes en esta zona son: A) Meteorización física, que genera importante volúmenes de materiales residuales gruesos. B) Remoción en masa, potenciada por laderas empinadas, abundante material producido por meteorización física, lluvias torrenciales de verano y escasa

vegetación. C) Erosión: es el factor más importante. La erosión fluvial es muy activa, ayudada por: I) El importante escurrimiento superficial resultante de las precipitaciones sobre rocas impermeables ubicadas en la cuenca hidrográfica de los arroyos que ingresan a la zona de estudio desde el oeste. II) La fuerte pendiente y las precipitaciones de tipo torrencial que favorecen el escurrimiento superficial. Atenúan a la acción erosiva fluvial, la dureza y cohesión de las rocas (principalmente las paleozoicas), la presencia de vegetación arbustiva, la infiltración de caudales no torrenciales en los abanicos intermontanos y el obstáculo topográfico que oponen las Cerrilladas Pedemontanas. La erosión eólica es poco significativa en el paisaje. D) Transporte de materiales por remoción en masa y por corrientes fluviales, muy importante por los factores ya mencionados de: pendiente, disponibilidad de materiales sueltos y caudales aluvionales de los arroyos. E) Sedimentación escasa en terrazas y conos aluviales. La sedimentación eólica es escasa y subordinada, sin generación de geoformas propias.

Cerrilladas Pedemontanas asociadas al Piedemonte de la Precordillera

Son cordones submeridionales bajos, que bordean a la Precordillera por el oriente, originados durante el Cuaternario por esfuerzos compresivos andinos. Permiten el afloramiento de sedimentitas plegadas del Terciario Superior (Mioceno). En el oeste de la Zona de Estudio constituyen el cordón de El Challao – Chacras de Coria, que está seccionado por la erosión fluvial provocada por los arroyos que bajan de la Precordillera y, en el límite sur, por el Río Mendoza. Este cordón está conformado por depósitos limo-arenosos y principalmente conglomerádicos de la Formación Mogotes (Plioceno) conglomerádicos de Pleistoceno inferior y en el norte de la Zona de Estudio se ubican las cerrilladas de El Borbollón, conformado por una estructura anticlinal, que constituiría un pliegue de crecimiento (Costa, 2003) que permite el afloramiento de sedimentitas limo-arenosas y arcillosas de edad miocena.

Los procesos superficiales observables son: A) Meteorización física, escasa. B) Remoción en masa, solo importante en las márgenes de arroyos principales, donde se generan mayores taludes. C) Erosión: es el factor más importante. La erosión fluvial es muy activa, ayudada por: I) El importante escurrimiento superficial resultante de las precipitaciones sobre las sedimentitas terciarias impermeables en la Zona del Borbollón. II) La baja compactación y cohesión de las sedimentitas. La acción erosiva fluvial se ve atenuada por la escasa pendiente (principalmente en El Borbollón), la presencia de vegetación arbustiva, la infiltración de caudales no torrenciales en los abanicos fluviales y otros depósitos permeables (solamente en el Cordón El Challao – Chacras de Coria). La erosión eólica es poco significativa en el paisaje. D) Transporte de materiales por remoción en masa y por corrientes fluviales, muy importante por disponibilidad de materiales sueltos y caudales aluvionales de los arroyos. E) Sedimentación escasa en terrazas y conos aluviales. La sedimentación eólica es escasa y subordinada, sin generación de geoformas propias. F) La actividad antrópica es importante, principalmente en el Cordón El Challao – Chacras de Coria, en la eliminación de vegetación y aumento del

escurrimiento, lo que provoca erosión y aumenta los riesgos de corrientes de barro. También en la obstrucción de líneas de drenaje naturales que provocan sedimentación y embancamientos.

Planicies Agradacionales Pedemontanas

La Zona de Estudio está constituida principalmente por la coalescencia del cono aluvial del Río Mendoza y los conos aluviales de los arroyos procedentes de la vertiente oriental de la Precordillera, y constituyen el sustrato de la mayor parte del área urbana y suburbana del Gran Mendoza. Las mayores altitudes pertenecen a la parte alta del cono aluvial del Río Mendoza, aproximadamente 900 msnm y las menores, ubicadas en zonas distales de las bajadas en el este de Maipú y de Guaymallén (aproximadamente 600 msnm). Los depósitos de canto rodado grueso, disminuyen en granulometría y espesor hacia el Este y el Norte. Los sedimentos gruesos asociados al Río Mendoza, son redondeados y resistentes por su mayor distancia de transporte. En cambio los transportados por los arroyos precordilleranos son más angulosos y menos clasificados. Los sedimentos pertenecen a las Formaciones Los Mesones, La Invernada y depósitos modernos.

Los procesos superficiales observables son: A) Meteorización física, escasa. B) Remoción en masa escasa o nula. C) Erosión: es un factor muy subordinado. La erosión fluvial es poco activa, debido a la escasa pendiente y alta capacidad de infiltración de los sedimentos gruesos. La erosión eólica es poco significativa en el paisaje. D) Transporte de materiales por remoción en masa y por corrientes fluviales, llega a ser importante por caudales aluvionales de los arroyos y crecientes del Río Mendoza (catástrofes históricas). E) Sedimentación: es muy importante, en terrazas y conos aluviales. La sedimentación eólica es escasa y subordinada, sin generación de geoformas propias. F) La actividad antrópica es dominante en la eliminación de vegetación natural (pero sustitución con flora autóctona) y aumento del escurrimiento que provocan erosión y aumentan los riesgos de anegamientos. También en la obstrucción de líneas de drenaje naturales que provocan sedimentación y embancamientos.

Llanura Oriental Fluvioeólica (Depresión de La Travesía)

Esta gran unidad es una llanura de acumulación fluvial levemente inclinada hacia el Este y Norte, cuyo colector principal es el Río Mendoza. En ella se observa en su parte occidental una zona de transición con los conos aluviales de las Planicies Agradacionales Pedemontanas. También son observables cauces abandonados del Río Mendoza en sus sucesivos desplazamientos hacia el Norte. Los depósitos son de materiales finos: arenas, limos y arcillas transportadas por el Río Mendoza y arroyos precordilleranos.

Los procesos superficiales observables son: A) Meteorización física, escasa. B) Remoción en masa, prácticamente nula. C) Erosión: La erosión fluvial es muy baja. La acción erosiva fluvial se ve atenuada por la escasa pendiente y la presencia de vegetación arbustiva (mucho de ella halófila, debido a la cercanía del nivel

freático). La erosión eólica es algo significativa debido a la abundancia de materiales sueltos de granulometría fina, generando pequeñas cuencas de deflación. D) Transporte: Por corrientes fluviales y caudales aluvionales de los arroyos, muy importante por disponibilidad de materiales sueltos de granulometría fina. El transporte de limos y arcillas por el viento habría provisto parte del material loésico que constituye el suelo agrícola del Oasis Norte. E) Sedimentación: la sedimentación eólica es importante, con generación de dunas. F) La actividad antrópica es importante, principalmente por la restricción casi total de los caudales del Río Mendoza. También en la obstrucción de líneas de drenaje naturales que provocan sedimentación y embancamientos. Además, los desmontes y laboreos agrícolas abandonados propician la erosión. Las prácticas de riego inapropiadas y los embalses propician la salinización de terrenos.

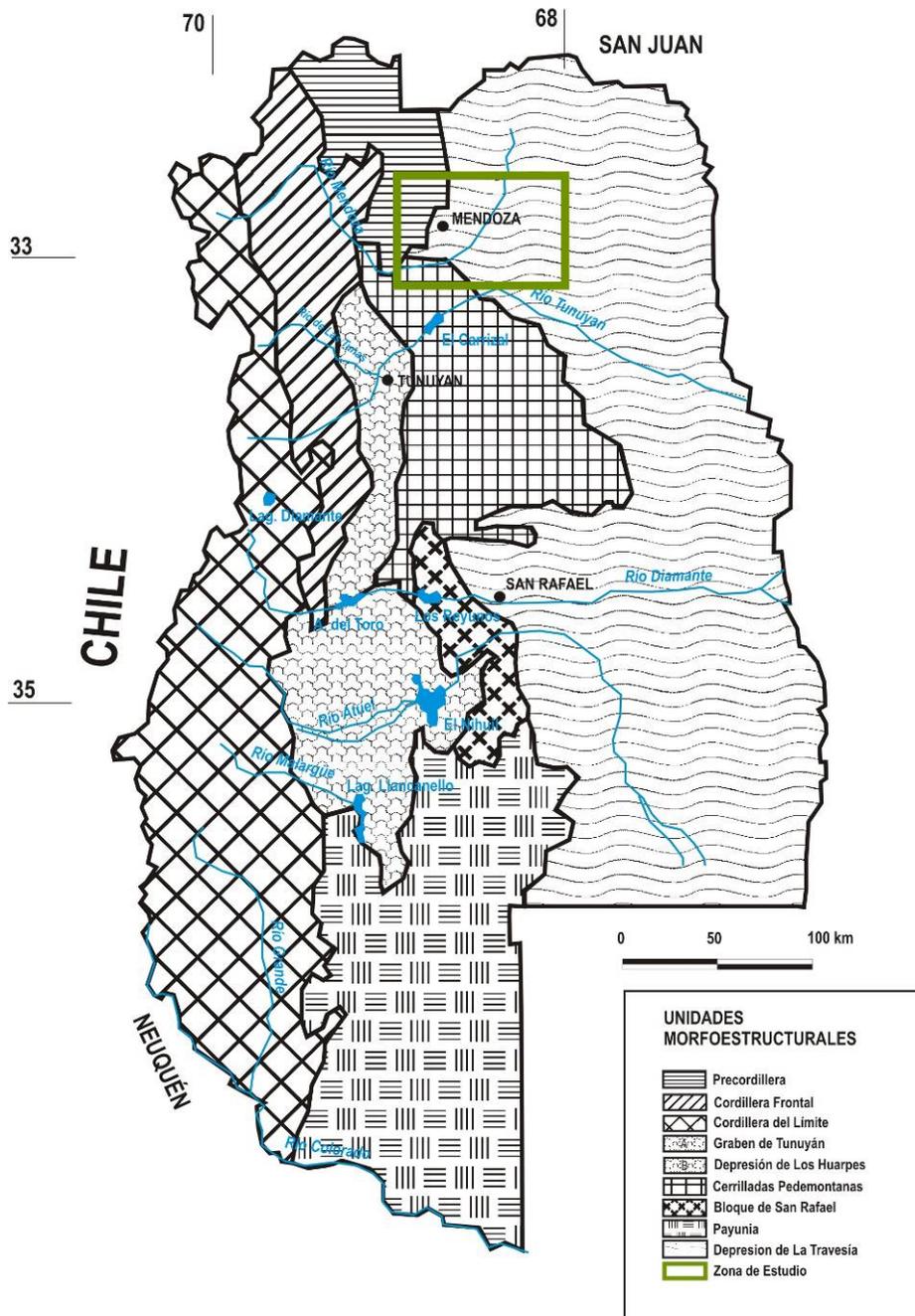


Figura 50: Unidades Morfoestructurales Provincia de Mendoza

Fallas Cuaternarias

El estado actual del conocimiento se resume en la **Figura 51**, donde las principales fallas con actividad en tiempos cuaternarios se han representado con sus segmentos activos, diferenciándolos de aquellos donde la actividad no ha sido comprobada. Asimismo se ubicaron los principales lineamientos regionales asociados a rasgos morfológicos de primer orden.

La finalización austral de la Precordillera se relaciona con tres importantes sistemas de fallamiento: Sistema de Precordillera Oriental (12); Sistema Maradona - Acequión - Cerro La Cal (11) y Sistema Tigre (13). Los tres presentan evidencias de actividad holocena y probablemente el área de falla Cerro Salinas, extremo austral de Precordillera oriental, se relacione con el sismo de 1917; y el extremo austral del sistema Maradona - Cerro La Cal, se relacione con los sismos de 1861, 1903, 1920 y 1927.

El dominio morfológico conocido con el nombre de Cerrilladas Pedemontanas, que agrupa un conjunto de estructuras plegadas con rumbo noroeste - sudeste, con participación de sedimentitas del Terciario superior Cuaternario, presenta un importante fallamiento en el borde occidental del eje anticlinal Lunlunta (10); aparentemente este fallamiento habría tenido desplazamiento durante el terremoto del 26 de enero de 1985 (Triep, 1987).

Hacia el sur del Río Tunuyán, se han reconocido fallas de rumbo este - oeste y componentes laterales importantes que desplazan a cauces holocenos. Tal es el caso de la Falla Manantiales (8) en el borde norte de la Meseta del Guadal, y Falla Huayquerías (9).

Otro sistema importante por su ubicación tectónica, es el desarrollado desde las cercanías de Potrerillos, bordeando el faldeo oriental del Cordón del Plata, hasta Papagayos, y su probable continuación al sur del Río Diamante en el piedemonte de la estructura andina hasta la latitud de Malargüe, Falla Chalet (6), Falla Chupasangral (5) y Falla Malargüe (7). Este sistema al que se denominó piedemonte andino fue parcialmente analizado por Polanski (1963).

El lineamiento Vacas - Tupungato (1), asociado en parte al límite entre la Cordillera Frontal parece tener una prolongación en la planicie de la cuenca sur mendocina del Diamante (4) y Papagayos (3). Estas fallas afectan a unidades cuaternarias del piedemonte, reconociéndose fluencia en los desplazamientos sinistral Yaucha y sus terrazas.

El borde occidental del Bloque de San Rafael, principalmente al sur del Río Atuel, presenta un sistema de fallamiento activo con sucesivas reactivaciones y con una superficie nueva de rotura, producida en un segmento del mismo, durante el terremoto del 30 de mayo de 1939, denominado Villa Atuel - Las Malvinas. Este segmento, denominado localmente Falla Malvina (2) presenta características de un desplazamiento izquierdo y normal, sugiriendo para este borde tectónico una cizalla sinistral en distensión.

La conexión del sistema Sanrafaelino con las fallas Diamante y Papagayos es un punto no estudiado en detalle, pero que de verificarse, comprobaría movimientos de rumbo para el lineamiento Vacas - Tupungato, de gran importancia geotectónica en la estructuración del cordón andino a esta latitud.

En el sur mendocino, limitando con la Provincia de Neuquén y La Pampa hacia el este, se ubica un extenso campo volcánico comúnmente denominado Payunia. En él se han reconocido dos sistemas de fallamiento cuya actividad cuaternaria no ha sido comprobada pero que se los considera basándose en su morfología como fallas potenciales. Uno de ellos de rumbo este-oeste se asocia a la posible estructura de caldera del colapso del Vn. Payún, y el otro a emisiones lávicas puntuales y alineadas con un rumbo noroeste paralelo al rumbo del sistema San Rafael. Probablemente este último, se relaciona al tren estructural Diamante – Papagayos¹¹.

¹¹ Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza, 2004.

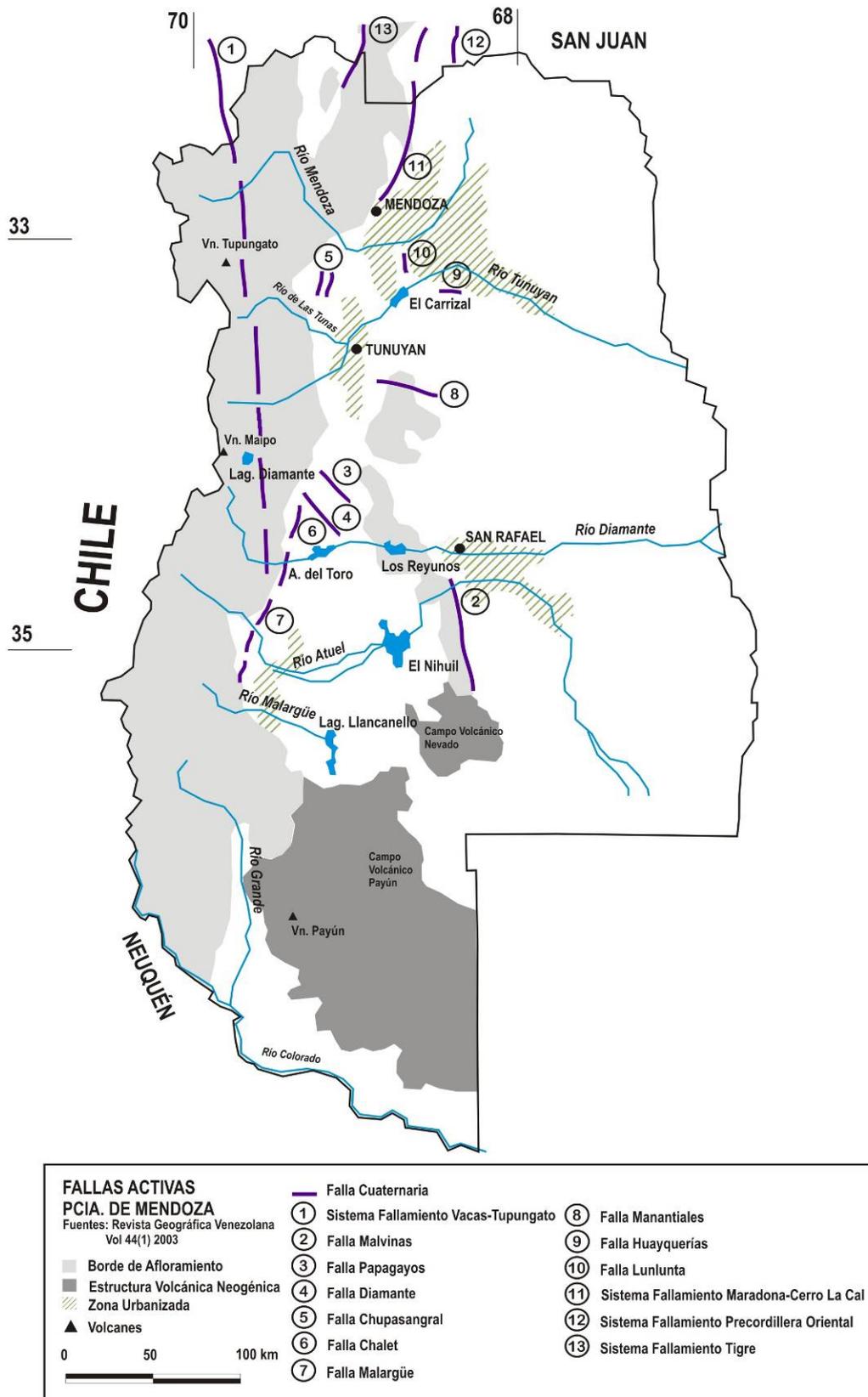


Figura 51: Fallas Cuaternarias de la Provincia de Mendoza

4.1.2.3 Reseña Fisiográfica

En la Zona Metropolitana de Mendoza se diferencian las Unidades Fisiográficas que listan a continuación, excluyendo las cerrilladas que le sirven de límite al oeste y sudoeste:

- **Abanicos aluviales del Río Mendoza:** con pendiente al este y noreste, los que tienen cotas que varían entre 900 y 700 metros sobre el nivel del mar. Aportan al sistema como consecuencia de procesos de erosión hídrica, sedimentos gruesos de la Formación Mogote como: grava, arena gruesa y arena fina parda y amarillenta. Las gravas están bien redondeadas, lo que indica un intenso transporte fluvial. Todo esto sumado a cenizas, producto de la deposición eólica. Hay fallas activas sepultadas por modernos abanicos aluviales.
- **Llanura de Transición del Río Mendoza:** se extiende entre el límite distal de los nombrados abanicos y la llanura distal de dicho río; se encuentra entre 700 y 590 metros sobre el nivel del mar. En esta llanura los procesos de erosión hídrica, como consecuencia de la disminución de la pendiente, arrastran sólo sedimentos medios como: arena gruesa y arena fina parda y amarillenta. También a esto se le deben sumar cenizas volcánicas y material fino producto de la deposición eólica, básicamente traídas por el Viento Zonda. Hay fallas activas sepultadas por modernos abanicos aluviales.
- **Llanura Distal del Río Mendoza:** abarca el área situada al norte de la unidad precedente y se extiende hasta el límite de la Provincia de San Juan, donde se confunde con la llanura distal del Río San Juan. Esta unidad presenta altitudes entre 590 y 540 metros sobre el nivel del mar. El pequeño caudal de los ríos secos de esta zona, nunca pudo integrarse a la red de los cursos orientales (Arroyo Leyes y Tulumaya o Río Mendoza), debido a la barrera de las lomadas orientales y a su escasa potencia hidráulica. Posteriormente un curso menor, a favor de la estructura fallada de la Sierra de Las Peñas fue avanzando sus cabeceras hasta capturar el antiguo drenaje a la mitad de su recorrido. La cabecera del Río Las Peñas siguió el nuevo curso a través del portezuelo abierto en la serranía. El tramo inferior residual, es el río Las Higueras. La captura dio nacimiento a un pequeño cono fluvial que sobresale en la llanura colindante. Flanqueando la montaña vieja, en dirección oeste – noroeste se extienden lomadas o cerrillos de baja altura (no más de 40 m sobre el nivel circundante): Cerrilladas de Jocolí; Capdevila; del Portezuelo y del Borbollón, la más conspicua. Salvo el caso del Borbollón, estas pequeñas bóvedas están constituidas por la Formación Mogotes y una cubierta cuaternaria de rodados y arena.

Respecto al branquianticlinal del Borbollón, está compuesto por capas finas, limo-arcillosas, rojizas, pardas o amarillentas con ocasionales intercalaciones de arena, gravas y gravillas. Hay niveles arcillosos, materia prima para la industria cerámica, poco consolidados (de origen erosivo hidráulico) con una

trefa blanca en su coronamiento. Estas bandas de ceniza pura han sido objeto de explotación como polvo abrasivo de uso doméstico (depositadas gracias a la actividad eólica). También se debe tener en cuenta la constante deposición del material fino aportado por el viento Zonda local.

- **Llanura Aluvial del Río Tunuyán:** tiene pendiente ESE con cotas entre 700 y 530 metros sobre el nivel del mar. Hay deposición de abundante material fino, procedente de la erosión hídrica, deposición eólica y embanques de RSU en las partes más finas del sistema de riego zonal.
- **Zonas cubiertas por médanos:** de relieve levemente ondulado, estas zonas en su mayoría se encuentran próximas al límite oriental de la región. Las cotas varían entre 590 a 540 metros sobre el nivel del mar. Especialmente Lavalle. Surgen como consecuencia de la deposición hídrica. En esta zona es donde hay mayor actividad erosiva eólica, gracias al Viento Zonda, y ha sido denominada “Altos Limpios” por la presencia de médanos.

4.1.2.4 Unidades estratigráficas

El perfil estratigráfico tipo para la Zona de Estudio, fue tomado de estudios realizados para la provincia petrolera conocida como *Cuenca Cuyana*, que abarca la porción septentrional de la Provincia de Mendoza, y se extiende hacia el sur de su Ciudad Capital, debido a que esta zona se ubica dentro de la mencionada cuenca.

La Cuenca Cuyana tiene forma elongada en sentido NNO-SSE acorde con su origen tatógeno. El límite occidental lo constituyen dos importantes sistemas orográficos: La Precordillera y la Cordillera Frontal. Al SO está limitada por el Sistema de la Sierra Pintada que la desvincula de la Cuenca Mesozoica Neuquina – Sur Mendocina. El límite oriental lo integran metamorfitas y rocas ígneas del Pericratón Pampeano (proterozoicas y paleozoicas) y vulcanitas permotriásicas del Grupo Choiyoi. Por el norte las sedimentitas triásicas trascienden los límites de la Provincia de Mendoza y afloran en un vasto sector precordillerano de la Provincia de San Juan.

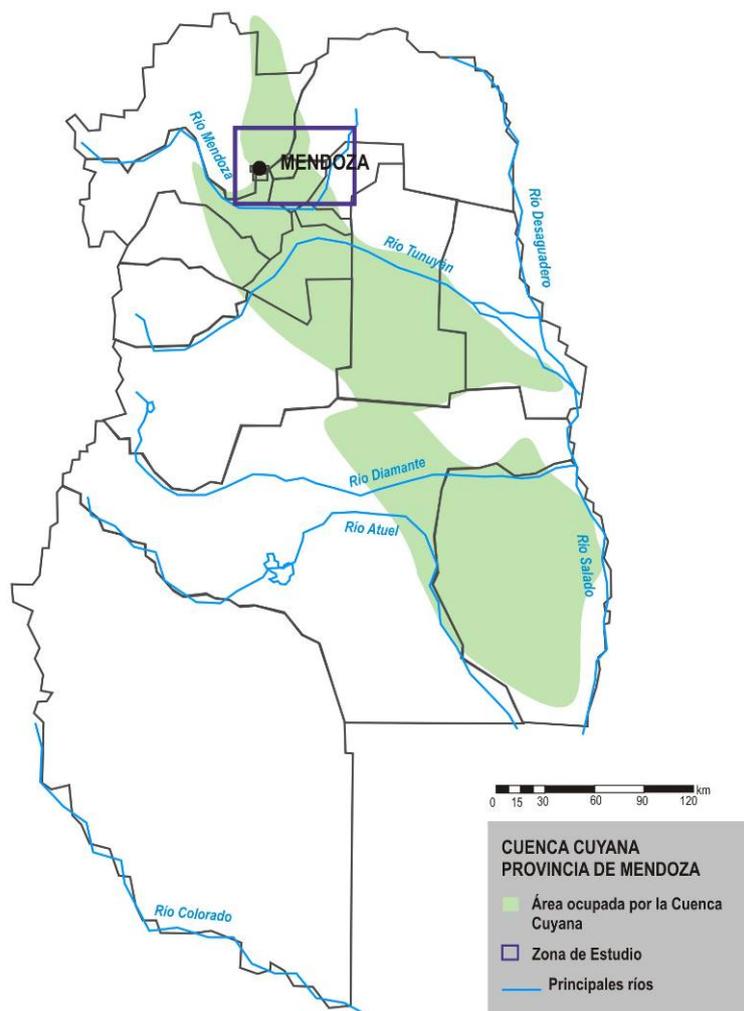


Figura 52: Cuenca Cuyana – Provincia de Mendoza

La historia depositacional de la cuenca se puede resumir como sigue:

- a) Durante el Triásico medio se produce el relleno inicial con depósitos epiclásticos y piroclásticos que identifican la Formación Río Mendoza. En relación paraconcordante, en el centro de la cuenca y discordante con los bordes, mediando en algunos casos importantes hiatus y vacíos erosionales, se dispone un espeso paquete de sedimentitas, representado por la Formación Potrerillos, Cacheuta y Río Blanco.
- b) A fines del Triásico o, según algunos autores, probablemente en tiempos Jurásicos, y relacionados con los movimientos intermálmicos, el sustrato es reactivado con movimientos diferenciales de bloque y las áreas deprimidas comienzan a ser rellenadas por capas rojas de origen fluvial de alta energía, que caracterizan a la Formación Barrancas. La reactivación se manifiesta fundamentalmente en los bordes de la cuenca, observándose en algunos casos una marcada discordancia. Los límites depositacionales (oriental y

occidental) de esta unidad, migran hacia el centro de la cuenca, quedando los bordes expuestos a la erosión.

- c) Con posterioridad, la cuenca es sometida a una reactivación general, como consecuencia de las orogénias Preandina y Andina, que son las responsables de la configuración estructural actual.

Cuadro Estratigráfico Cuenca Cuyana

La columna sedimentaria descansa sobre rocas de diversas naturalezas:

- a) Metamórficas compuestas por gneises, esquistos micáceos, filitas, metacuarcitas, etc., atribuidas al Precámbrico y pertenecientes al Sistema de las Sierras Pampeanas.
- b) Paleozoicas, como calizas, pelitas negras, filitas y metacuarcitas de edades cámbricas, ordovícicas y devónicas respectivamente.
- c) Permo – Triásico, compuesto por sucesivas coladas, aglomerados volcánicos, brechas y tobas cristaloclasticas y litoclasticas asociadas, que se conocen como “Serie Porfirítica” o Grupo Choiyoi.

Los espesores máximos medidos en subsuelo para las sedimentitas triásicas alcanzan los 3.700 metros, mientras que para el Cretácico – Terciario – Cuaternario, 3.800 metros en el Sector Productivo.

El Triásico sedimentario se engloba dentro del Grupo Uspallata (representado por cuatro unidades formacionales), caracterizado por rocas clásticas predominantes y piroclásticas subordinadas de origen continental, con variaciones faciales rápidas, principalmente en sentido transversal al eje mayor de la cuenca.

La Formación Río Mendoza se apoya en discordancia sobre el sustrato y representa el depósito inicial de la cuenca que rellena irregularidades del mismo, en un ambiente de alta energía con facies de abanicos aluvionales y cauces asociados, de paraconglomerados y vaques de colores rojizos.

Se yuxtapone en paraconcordancia o discordancia según la posición de la cuenca, la Formación Potrerillos, con una litología dominante de areniscas, con intercalaciones pelíticas de colores verdosos, grises y negros bituminosos en la sección superior, y tobas varicolores. En líneas generales, esta unidad se depositó en un ambiente de tipo fluvial de cauces anastomosados y meandrosos, mientras que la porción superior se vincula a un sistema de llanura de inundación con condiciones reductoras. El material tobáceo predomina en la base de la secuencia en algunos sectores de la cuenca.

En transición se dispone una sucesión monótona de lutitas negras muy bituminosas en la base, con delgadas intercalaciones tobáceas en la parte media e inferior. Son depósitos originados en un ambiente lacustre altamente reductor,

reconocidos como Formación Cacheuta, que infrayecen a la Formación Río Blanco con características paleoambientales similares a la Formación Potrerillos aunque con predominio tobáceo, ahora en la sección superior de la secuencia.

La Formación Barrancas es una entidad estratigráfica exclusivamente en el subsuelo, denominada también “Conglomerado Rojo Inferior”. En su composición participan conglomerados, areniscas, limolitas y arcilitas de colores rojos y morados caracterizada por depósitos originados en un ambiente fluvial de tipo anastomosado principalmente y meandrosos en forma subordinada. Apoya en discordancia erosiva sobre los depósitos triásicos y es sobrepuesto en discordancia por la Formación Punta de las Bardas, unidad esta última conocida únicamente en el subsuelo. Se trata de un complejo efusivo representado por basaltos olivínicos amigdaloides. Existen discrepancias en cuanto a su edad, aunque en base a dataciones radimétricas se le asigna una cronología Jurásico superior – Cretácico inferior.

En relación también discordante, se dispone por encima de la Formación Papagayos, conocida en subsuelo como “Conglomerado Rojo Superior”, constituida por conglomerados polimícticos, areniscas y limolitas de colores rojizos pálidos. Son depósitos originados en un ambiente fluvial de moderada energía y soporta en forma concordante y transicional a la Formación Divisadero Largo. Se le atribuye una edad eocena inferior.

La Formación Divisadero Largo, la constituyen areniscas finas limoarcilitas y niveles de yeso y anhidrita, siendo el color del conjunto rojo claro. Responde a depósitos generados en un ambiente de barreales y lagunas efímeras, con predominio de exposición subaérea y clima cálido. Se han hallado restos de mamíferos que permiten asignarle una edad eocena superior.

Es sobrepuesta mediante discordancia por la Formación Mariño (Mb, Conglomerado Violáceo) con un potente espesor sedimentario que constituye con las demás formaciones terciarias la molasa orogénica con que se colmata la cuenca Estructura.

La Cuenca Cuyana se caracteriza estructuralmente por presentar en su porción noroccidental dos alineaciones de ejes anticlinales elongados en sentido NNO – SSE, a menudo fallados en distintas direcciones.

En la **Figura 53** se puede observar el Cuadro estratigráfico de la cuenca, analizado precedentemente.

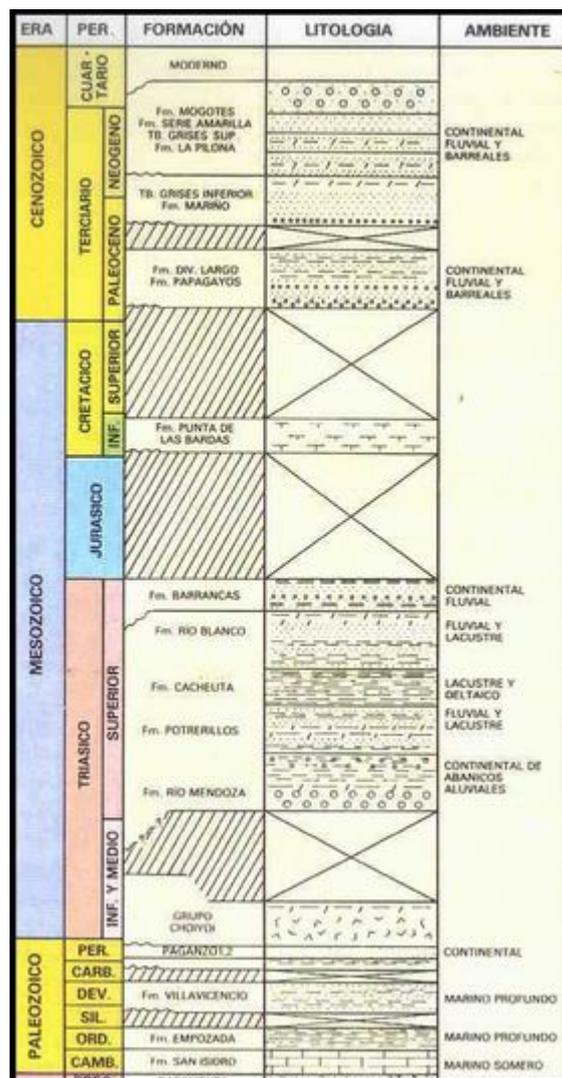


Figura 53: Cuadro Estratigráfico de la Cuenca Cuyana

A partir de esta información regional, y en el contexto del presente proyecto, se realizó en 2013, un Estudio de Suelo del sector de implantación del proyecto. Esta perforación exploratoria fue realizada por el Ing. Civil Ignacio A. Maldonado, a una profundidad de 4 metros, en la posición 32° 46' 29,4"S; 68° 46' 33,7"W.

Se realizó una calicata a cielo abierto de 4,00 metros de profundidad y la continuó hasta los -8,00 metros con métodos no destructivos (refracción sísmica y geoelectrica). En dicha calicata se practicaron SPT equivalentes, geoposicionamiento, tomas de muestras representativas, descripción estratigráfica de las secuencias encontradas y ensayos de placa en sectores representativos. Se indicó que existe un perfil con alternancia de limos y arenas mal graduadas.

Se agrega en la **Figura 54** en perfil estratigráfico obtenido de los estudios realizados, y se incluye la memoria técnica completa en el **Anexo 8: Estudios de Suelo en el sitio de implantación**.

PERFIL ESTRATIGRAFICO				
Proyecto: Sistema de Gestión Integral de RSU, para el Área Metropolitana de Mza				
Profundidad	Espesores	Litología	Densidad Relativa ó Consistencia	Características
mts.	mts.			Sobresalientes
-1,70	1,70		Baja	Son suelos limo arenoso, prácticamente sin plasticidad, muy sensibles a los cambios de humedad.
-2,70	1,00		Media	Arena mal graduada, con características redondeadas y tamaño máximo 1". Bajo tenor de humedad, color gris claro.
-3,00	0,30		Baja	Son suelos limo arenoso, prácticamente sin plasticidad, muy sensibles a los cambios de humedad.
-4,00	1,00		Media	Arena mal graduada, con características redondeadas y tamaño máximo 1". Bajo tenor de humedad, color gris claro.

Figura 54: Parte del Perfil Estratigráfico sitio de proyecto

La calicata realizada mostró en los primeros 1,70 metros, limos no plásticos, continuos de color marrón claro, bajo tenor de humedad y con algunas esporádicas discontinuas "lentejas muy finas" de gravas finas. Por debajo y hasta los -2,70 metros se encontraron arenas mal graduadas con tamaños máximos de granos de 1", con características de cantos rodados, de color gris claro y baja humedad. Posteriormente reapareció el limo descrito previamente y se mantuvo continuo hasta los -3,00 metros; para reaparecer nuevamente las arenas mal graduadas hasta los -4,00 metros analizados en forma destructiva.

De acuerdo a los ensayos no destructivos, estas alternancias se continúan hasta los -10,00 metros analizados, sin la presencia de napas freáticas.

4.1.3 Sismicidad y riesgos asociados

En la Provincia de Mendoza, coexisten las provincias geológicas de la Cordillera Frontal, Cordillera Principal, Precordillera, Cerrilladas Pedemontanas y Bloque de San Rafael, separadas por depresiones y/o valles intermontanos.

En esta región se han analizado los datos históricos relacionados con movimientos sísmicos pasados, para poder determinar la historia e intensidad de terremotos

para el período anterior al uso de instrumental y tratar de definir si hubo una superficie de rotura durante el sismo.

4.1.3.1 Sismicidad Histórica en Mendoza

El registro de sismos históricos comienza a principios del siglo XVII, pocas décadas después que llegaron los primeros colonizadores españoles. Debido a que la densidad poblacional en esa época era muy baja y los medios de comunicación prácticamente no existían, sólo se registraron aquellos eventos muy catastróficos. La provincia de Mendoza, al igual que el resto de las ciudades australes ubicadas en la franja andina Argentina, tiene muy poca información histórica prehispánica y en los trescientos años posteriores a sus fundaciones. A pesar de que esta Provincia fue fundada por primera vez en el año 1561 y luego en 1562, los primeros planos oficiales datan de 1761. Con anterioridad a éstos sólo existen bosquejos y escritos bastante deficientes (Ponte, 1987). Este blanco de información histórica, característica común para las provincias de Cuyo, probablemente obedece a momentos políticos que movieron a las corrientes fundadoras del este cordillerano y a la ignorancia de la cultura y costumbres de los nativos de estas regiones por la teoría de construcción de la Nueva Europa.

Esta falta de información afecta al intervalo del registro sismológico histórico de la región. Para la ciudad de Mendoza el primer sismo bien registrado históricamente data del *20 de marzo de 1861*; con anterioridad a esta fecha sólo existen algunas menciones sobre las características de las construcciones de material crudo (muy bajas y de paredes anchas) y un relato indígena que explica la formación de los Baños del Borbollón luego de un gran movimiento sísmico. En San Juan el primer sismo histórico data de 1894, es decir 33 años después del evento mendocino.

Es poco probable que esta ausencia de datos sea representativa de un ciclo asísmico regional anterior al año 1800. La información neotectónica recopilada para San Juan y Mendoza indica que el rango de actividad ha sido continuo a través de gran parte del Cuaternario. Sin embargo, la escasez de dotaciones en terrenos cuaternarios impide la obtención precisa de rangos de movimiento para cada falla. Pero las evidencias Paleosismológicas indican reactivaciones periódicas de casi todas las fallas identificadas.

Los terremotos históricos que afectaron al territorio mendocino se pueden clasificar en dos grupos:

- Los producidos dentro del ámbito geográfico de la Provincia.
- Aquellos registrados en áreas cercanas que han afectado las construcciones del territorio mendocino, por lo tanto se deben considerar en la evaluación del riesgo sísmico de la provincia.

Este último punto introduce el concepto de porción sismotectónica que es un área donde la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico de importancia presenta valores estadísticos similares. Los límites de una región sismotectónica son por lo general rasgos morfoestructurales de primer orden y se asocian con la distribución de la sismicidad regional. En estas regiones, así determinadas, es muy probable que la liberación de esfuerzos a nivel cortical pueda estar señalada por las características de la fracturación cuaternaria y el sentido de las deformaciones recientes.

Con el conocimiento actual se puede considerar que el territorio mendocino presenta dos regiones sismotectónicas diferentes, entendiéndose como tal a una región caracterizada por una consistencia relativa de su historia sísmica y por rasgos estructurales, neotectónicos y sísmicos diferentes. Como es de suponer, sus límites no concuerdan con los límites políticos, pero guardan una gran relación con los grandes rasgos estructurales de la región. Las investigaciones sobre el fallamiento cuaternario de esas regiones indica que tanto las características, densidad y probablemente los rangos de actividad de las fallas en ambas son diferentes.

Históricamente, se pueden mencionar los siguientes movimientos destructivos en Mendoza, terremotos chilenos (1647-1880), el sismo de San Juan (1977), movimientos que fueron aparentemente ocasionados por fallas ubicadas en las cercanías de las áreas epicentrales. Así también, es muy probable que muchos de los sismos cuyos epicentros se ubicaron en Chile, podrían haber ocurrido en territorio argentino.

Una característica de los grandes temblores mendocinos es su área de destrucción definida y localizada. Los mejores ejemplos de este tipo de movimiento son los terremotos de 1861 y 1920 de efectos devastadores y con un elevadísimo porcentaje de pérdidas en vidas humanas para los núcleos urbanos afectados.

Un parámetro que ha servido de efecto potenciador de esta destrucción ha sido el suelo arenoso, con una napa freática muy superficial, donde las evidencias de fenómenos de licuefacción con la presencia de grietas y volcanes de arena son comúnmente descriptos, en la reinterpretación de los datos sobre los terremotos que afectaron a la provincia. Los periódicos de la época, contribuyeron a obtener un panorama bastante coherente de las áreas afectadas, un ejemplo de ello, es el diario Los Andes, que envió una expedición de reconocimiento post-sismo de 1920.

Otro informe destacado es el trabajo de Lunkenheimer (1930), que detalla el sismo del sur mendocino con un excelente atlas fotográfico de los daños ocurridos. En todos los casos, la cuidadosa descripción de los fenómenos, efectuada por estos hombres, permite que con los conocimientos actuales se reevalúen los datos y se interpreten nuevamente con criterios más modernos.

Mediante una intensa revisión de los sismos históricos de la Provincia de Mendoza, de la consulta en diarios, informes y referencias de la época, surge como evidencia que los de mayor importancia en los últimos 200 años (desde 1782 hasta la fecha). Estos sismos se detallan en la **Tabla 98**.

TABLA 98: Listado de sismos destructivos que afectaron la Provincia de Mendoza

Fecha	Nombre	Hora	Lat.	Long.	Prof. (km)	Magnitud	Imáx
22/05/1782	Santa Rita	16 hs 00'	32,7	69,2	30	6,7 – 7 Ms	VII-VIII
20/03/1861	Cerro La Cal	20 hs 36'	32,9	68,9	30	7,2 Ms	IX - X
12/08/1903	Las Heras	23 hs 00'	32,1	69,1	70	6,3 Ms	VII - VIII
26/07/1917	Panquehua	22 hs 38'	32,3	68,9	50	6,5 Ms	VII
17/12/1920	Costa de Araujo	15hs 04'	32,7	68,4	40	6,3 – 6,8 Ms	VIII
14/04/1927	Uspallata – Las Heras	2hs 35'	32,4	69,3	60 - 110	7,4 Ms	VIII
30/05/1929	Las Malvinas – Villa Atuel	5hs 45'	34,9	68,0	40	6,5	VII
25/04/1967	Paramillos	6hs 36'	32,7	69,1	45	5,4 Mb	VI
26/01/01985	Barrancas. Lunlunta	3hs 07'	33,1	68,5	12	5,7 ML	VIII

FUENTE: *Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES*

De la localización de los sismos surge que la mayor densidad de los mismos se da en el norte del territorio provincial. Es decir que, a partir del Río Mendoza, se pueden considerar zonas sísmicas, una situada al norte y otra al sur de éste.

En la zona sísmica septentrional (región sismotectónica de Precordillera) el registro de ocurrencia de sismos es mayor y se destaca, entre otros el del *22 de Mayo de 1782*, conocido como Santa Rita, el del *20 de Marzo de 1861* o del Cerro La Cal, el del *12 de agosto de 1903*, el del *26 de julio de 1917*, *17 de diciembre de 1920*, el del *14 de abril de 1927*, el del *25 de abril de 1967* y el del *26 de enero de 1985* o de Lomas de Lunlunta.

TABLA 99: Algunos datos de los sismos más importantes que afectaron Mendoza

Fecha	Nombre	Localidad	Daños Materiales	Víctimas
22/05/1782	Santa Rita	Capital	La Iglesia de San Agustín se agrietó en varias partes y el farol de la torre del campanario quedó inclinado.	Numerosas
20/03/1861	Cerro La Cal	Sector urbano de Mendoza (Panquehua, Godoy Cruz, Guaymallén, Luján y Maipú)	Dstrucción de la ciudad de Mendoza. Agrietamiento del suelo, hundimiento del terreno y formación de vertientes. El templo de San Vicente (Godoy Cruz) fue totalmente destruido.	4.247 muertos y 747 heridos
12/08/1903	Las Heras	Las Heras	La torre derecha de la Iglesia de San Francisco, fue dividida en dos partes y una de ellas cayó sobre las galerías del templo hundiéndolas. Muchas casas destruidas. El	Más de 10 muertos y numerosos heridos

Fecha	Nombre	Localidad	Daños Materiales	Víctimas
			edificio del correo quedó inhabitable.	
26/07/1917	Panquehua	Panquehua Las Heras	La Iglesia de San Nicolás se agrietó. El segundo piso del Banco Francés quedó muy destruido. El segundo piso del Hotel Italia se cayó. La Iglesia de Las Heras sufrió considerables perjuicios.	2
17/12/1920	Costa de Araujo	Norte Dpto. San Martín (Tres Porteñas, La central y Araujo) Dpto. Lavalle.	No quedó una sola casa en pie. Destrucción parcial de casas. Destrucción de la Iglesia. El edificio de la Jefatura de Policía, de construcción moderna se ha agrietado completamente.	250
14/04/1927	Uspallata – Las Heras	Ciudad de Las Heras	Cornisas y casas destruidas. Se derrumbó la Iglesia de San Nicolás. El edificio del Diario Los Andes se cayó parcialmente hacia calle San Juan.	Pocas
30/05/1929	Las Malvinas – Villa Atuel	Las Malvinas. Villa Atuel	Casas agrietadas. Desnivelaciones y hundimientos parciales del suelo. Se cayeron casas de adobe.	31 muertos y 65 heridos
25/04/1967	Paramillos	Ciudad	En muchos edificios se produjeron grietas y caídas de revoques. En el hospital Central se produjo la rotura de un centenar de vidrios y la caída del contrapeso de uno de los ascensores.	Ninguna
26/01/1985	Barrancas – Lunlunta	Núcleo urbano Gran Mendoza (Capital, Las Heras, Godoy Cruz y Guaymallén)	Daños en construcciones convencionales (adobe o mampostería de ladrillo muy antiguas). El Hospital El Carmen colapsó parcialmente.	6 muertos y varios heridos

FUENTE: Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES

4.1.3.2 Relación Tectónica – Sismicidad

La necesidad de conocer más profundamente la relación entre la actividad tectónica y la sísmica, dio lugar a la neotectónica, que estudia los movimientos tectónicos de los tiempos recientes.

Si se representan los epicentros de terremotos en un determinado período de tiempo sobre una escala global se puede comprobar que la mayor parte de la actividad sísmica se concentra en unos cinturones relativamente estrechos que responden a los sistemas de fosa-arco-isla circunpacificos, el cinturón Alpino-Himalayo y las crestas dorsales mesoocéánicas. Esta distribución de sismicidad, se relaciona con la existencia de una serie de placas litosféricas, rígidas de 100 km de espesor medio, las cuales se desplazan horizontalmente sobre una capa dúctil, la

astenosfera, e interaccionan unas con otras en sus límites, acumulando la energía elástica de deformación que, liberada en forma brusca produce los terremotos.

La teoría de la tectónica de placas es muy útil en el análisis de la relación tectónica–sismicidad y en la interpretación de origen de cordones montañosos.

Cuando la *Placa de Nazca* se hunde bajo la *Placa Sudamericana*, lo hace con un ángulo inicial de aproximadamente 25°. Sin embargo, a una profundidad de 100 km, reduce su inclinación quedando casi horizontal. Como consecuencia de ello los focos de los sismos se localizan a escasa profundidad (no superan los 50 km), y no hay evidencias de volcanismo activo. Mientras que al sur de los 33° Lat. Sur, el ángulo de inclinación de la zona de Benioff se incrementa a 30°, por lo que algunos sismos ahí originados pueden localizarse a mayor profundidad y así disminuir su efecto destructivo, en tanto que la manifestación del volcanismo cuaternario de retroarco aumenta.

Desde esta óptica las investigaciones dentro del territorio mendocino, se pueden considerar iniciadas con los trabajos de Foss Mancini (1937, 1939); en ellos se analizan diferentes terremotos mendocinos ocurridos hasta esa época y se detallan las estructuras entre el Río Mendoza y el sinclinal de Salagasta, recopilando documentos realizados por Keidel (1907) y Stappenheck (1910). Los tres autores concluyen que *la ciudad de Mendoza se encuentra en las cercanías de un campo de fallas activas, las más importantes de rumbo meridional con continuación en la provincia de San Juan y algunas transversales al rumbo andino.*

El detalle de las descripciones de Fossa Mancini (1937) y la utilización de fotos aéreas de bajo ángulo de iluminación por primera vez en el país, convierten a ésta en una de las literaturas obligadas para comprender el complejo problema estructural del piedemonte precordillerano al oeste de la ciudad mendocina. Dicho autor es uno de los precursores del estudio neotectónico aplicado. Sus diferentes informes sobre la temática utilizada para reconocer estructuras corresponden a una línea de investigación que fue descuidada a fines de 1950, dejándose casi sin desarrollo hasta 1977.

Groeber (1951), desde un punto de vista regional, agrupa lo que podría ser la fase orogénica póstuma o neotectónica, como fase principal III y IV movimiento, a todas aquellas manifestaciones de movimientos neógenos que destruyen la planicie pliocena generada por el movimiento orogénico mioceno (tercera fase del segundo movimiento).

Polanski (1963) ubica el fallamiento cuaternario con gran detalle entre el Río Mendoza y el Río Diamante, generando un marco geomorfológico de gran utilidad para las dotaciones relativas del movimiento de las fallas activas del borde andino en el sur mendocino.

En 1985, se produce el último terremoto que afecta a la ciudad de Mendoza y con ese motivo se realizan varios estudios geofísicos y sismológicos, INPRES (1985), Triep (1987); pero ellos no definen con exactitud la falla que se desplazó durante el sismo, ubicándola en forma aproximada en el borde oriental del anticlinal de Lunlunta.

En 1989 comienza mediante un proyecto subvencionado por CONICET, un análisis integral del fallamiento cuaternario para la región cuyana, desarrollándose programas de trabajo a lo largo de los diferentes sistemas de fallamiento en la provincia de San Juan y Mendoza. Como uno de sus objetivos se trató de determinar dentro de los diferentes sistemas de fallamiento, segmentos con movimiento reciente y su probable relación con los sismos históricos. De esta forma se encuentra la rotura histórica del sismo de 1929 “Villa Atuel – Las Malvinas” y la de la falla Cerro La Cal probablemente relacionada con alguno de los terremotos locales de 1861; 1903 ó 1927, que produjeron daños de consideración en la parte norte de la zona urbana mendocina.

Dentro de los trabajos regionales más recientes que analizan el fallamiento cuaternario de la provincia, está la clasificación realizada por Velo (1989), quien considera el fallamiento neotectónico en regiones y sistemas de fracturación, aunque no detalla las características morfológicas de cada sistema de ni jerarquiza los desplazamientos producidos por cada falla.

4.1.3.3 Peligro sísmico y riesgo sísmico

El *peligro sísmico* se define como la probabilidad de ocurrencia de un potencial sismo destructivo, dentro de un período específico de tiempo en un área determinada, y el *riesgo sísmico* es el número de víctimas, daños a las construcciones e interrupción de la actividad económica, esperados a causa de un terremoto destructivo.

Para la determinación del peligro sísmico se emplea en numerosos países la siguiente metodología:

- **Investigación histórica:** se realiza con la recopilación de datos existentes que indiquen la actividad sísmica de la zona. Ello se obtiene a través de archivos históricos y comunicaciones verbales de los habitantes de la región cercana al área de estudio, registros sismográficos obtenidos en estaciones del país y del exterior.
- **Evidencias geológicas:** se investiga la asociación de los sismos o fallas geológicas, que se obtienen al realizar una cartografía detallada de las fallas del área, con las evidencias de su actividad reciente.

- **Microsismicidad:** para ello se instalan temporariamente sismógrafos en la zona que permitan detectar la ocurrencia de microsismos no perceptibles de otra manera.

Los trabajos realizados en la provincia de Mendoza se dirigieron primero a obtener un registro histórico de los sismos destructivos y luego mediante análisis de geomorfología tectónica, localizar las evidencias de fallamiento activo para tiempos cuaternarios. Se trató de asignar a cada fuente un sismo potencial basándose en parámetros morfológicos del frente de escarpa, pelosismología y registro histórico. Estas múltiples aproximaciones al sismo probable de ocurrir se completaron con una evaluación sismotectónica regional y con la ubicación de áreas que por sus características geológicas pueden ser fuentes de sismos relacionados con plegamiento.

Como aún no se puede efectuar la predicción de los terremotos, solo se puede decir que antes de que estos se produzcan hay variaciones en los niveles de agua en los pozos y alteración de la conducta animal. Resulta de vital importancia para lograr el desarrollo de una región, la determinación del *peligro y riesgo sísmico*, a fin de minimizar las pérdidas, no solo desde el punto de vista económico-financiero, sino también humano.

La evaluación del peligro sísmico y el estudio de los riesgos sísmicos en cuanto al ordenamiento del territorio y urbanismo, no solo se refiere a las normas y métodos de construcción (diseño sismorresistente), sino también a los problemas de ubicación de los asentamientos humanos y a la planificación adecuada del uso de la tierra, evitando aquellas áreas de mayor riesgo (zonas de fallas, deslizamientos o zonas de licuefacción). Los terremotos considerados necesarios para evaluar el peligro sísmico son aquellos cuya magnitud es mayor a 5 en la escala de Richter, ya que son los capaces de ocasionar daños en las construcciones.

En la faja de los 300 km al este del eje andino han ocurrido numerosos terremotos históricos, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas que directamente han influido en el desarrollo socioeconómico y potencialidad de las comunidades en crecimiento.

Una provincia que en su historia ha sido afectada repetidamente por eventos destructivos, debe contemplar la temática neotectónica en su planificación. Su desconocimiento puede ser causa de grandes pérdidas en el futuro, ellas pueden ser amortiguadas con el conocimiento real de la existencia de riesgo, el cual se puede cuantificar y evaluar estadísticamente con la aplicación de metodologías apropiadas.

Las ideas sobre la reducción del riesgo sísmico mediante estudios neotectónicos deben ser consideradas por los gobiernos locales y los organismos de planificación, generando conciencia de que la ocurrencia de un desastre es un proceso dinámico e incierto.

El oeste argentino por su ubicación tectónica, tiene que convivir con ese riesgo y por lo tanto la toma de decisiones sobre grandes obras de infraestructura y expansión de centros poblados, debe considerar ese parámetro de riesgo.

Las ciudades ubicadas en esta franja de actividad potencial no han tenido un crecimiento tan explosivo, como el ocurrido en otros sitios del mundo donde grandes urbanizaciones se han construido sobre fallas activas y las estrategias de prevención deben tomarse preferentemente para la asistencia post-desastre.

En nuestro caso la velocidad del desarrollo de ciudades como Mendoza, si bien es notable en los últimos 30 años, permite elaborar la formulación de planes para reducir el riesgo basándose en limitaciones en el uso de la tierra en áreas no desarrolladas y tomando precauciones para la construcción de obras de infraestructura.

En la **Figura 55** se puede observar el mapa de riesgo sísmico, elaborado por el Gobierno de la Provincia de Mendoza, en función de los estudios realizados.

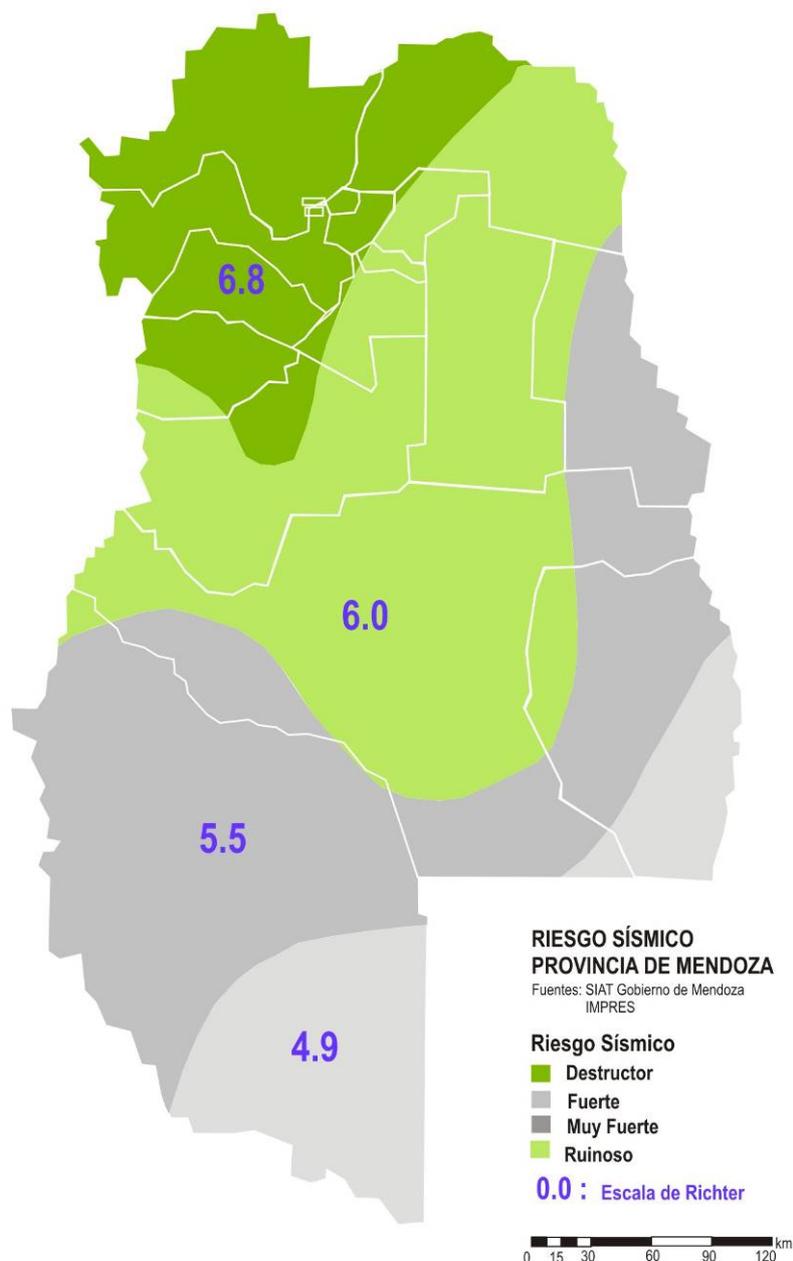


Figura 55: Riesgo Sísmico de la Provincia de Mendoza

4.1.3.4 Zonificación sísmica nacional y provincial

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación, y el Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC) del Sistema INTI, elaboraron el “Reglamento Argentino para Construcciones Sismoresistentes”, el cual tiene aplicación a nivel nacional.

Este reglamento establece los requerimientos y las previsiones mínimas para el diseño, construcción, reparación y refuerzo de construcciones que puedan estar sometidas a excitaciones sísmicas.

Las acciones sísmicas de diseño, procedimientos de análisis, requerimientos de resistencia y estabilidad, limitaciones de deformaciones, disposiciones constructivas y previsiones generales se establecen con los siguientes objetivos:

- Evitar pérdidas de vidas humanas y accidentes que pudieran originarse por la ocurrencia de cualquier evento sísmico, protegiendo los servicios y bienes de la población.
- Evitar daños en la estructura y en los componentes de la construcción, durante los sismos de frecuente ocurrencia.
- Reducir al mínimo los daños en los componentes no-estructurales y evitar perjuicios en la estructura, durante los sismos de mediana intensidad.
- Evitar que se originen colapsos y daños que puedan poner en peligro a las personas o que inutilicen totalmente las estructuras durante sismos muy severos de ocurrencia extraordinaria.
- Lograr que las construcciones esenciales destinadas a los servicios de emergencia continúen funcionando, aún ante sismos destructivos.

El Reglamento CIRSOC 103, Edición 1992, con posteriores modificaciones en ediciones posteriores hasta 2013 (actualmente vigente en la Provincia de Mendoza), en el Capítulo 3, establece la Zonificación Sísmica para la República Argentina. El territorio de la República Argentina se divide en 5 zonas, de acuerdo con el grado de peligrosidad sísmica. En la siguiente tabla se especifica la zonificación sísmica del territorio nacional en función del grado de peligrosidad sísmica.

Zona	Peligrosidad Sísmica
0	Muy reducida
1	Reducida
2	Moderada
3	Elevada
4	Muy elevada

FUENTE: CIRSOC 103

A continuación se agrega el Mapa publicado en el Reglamento CIRSOC 103-Ed. 1992, donde se puede visualizar al “Zona de Peligrosidad Sísmica” que corresponde al Área Metropolitana de la Provincia de Mendoza.

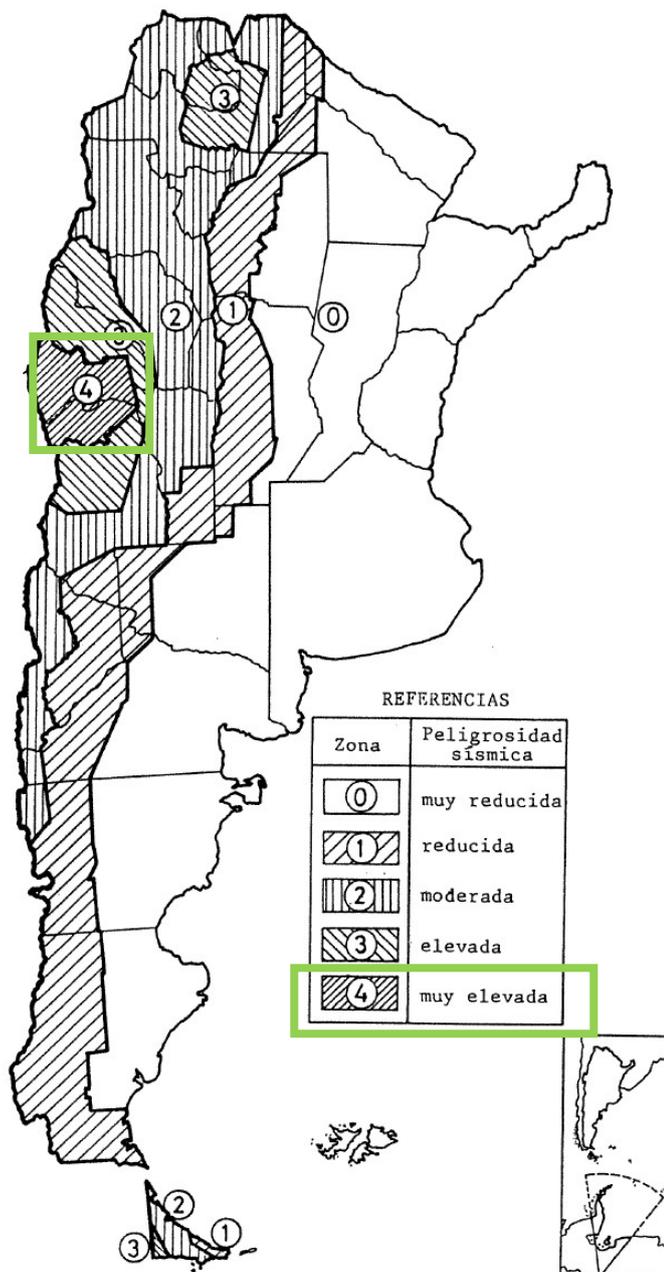


Figura 56: Zonificación Sísmica en la República Argentina

Los distintos Departamentos que conforman la Provincia, se encuentran en distintas Zonas de esta clasificación. En particular, los Departamentos de la Zona Metropolitana se ubican en la **ZONA 4**, que según el Reglamento está constituida por:

ZONA 4

PROVINCIA DE MENDOZA		PROVINCIA DE SAN JUAN	
1	Las Heras	4	Calingasta
2	Parte de Lavalle	5	Ullún
3	Capital	6	Albardón
4	Godoy Cruz	7	Angaco
5	Luján de Cuyo	8	Zonda
6	Guaymallén	9	Rivadavia
7	Maipú	10	Chimbás
8	San Martín	11	Capital
9	Junín	12	Santa Lucía
		13	San Martín
		14	Parte de Caucete
		15	Pocito
		16	Rawson
		17	9 de Julio
		18	Sarmiento
		19	25 de Mayo

Por lo tanto, y al quedar todos los Departamentos de la zona de estudio comprendidos dentro de la **Zona 4**, se deberán tener en cuenta los lineamientos previstos en el mencionado reglamento para la etapa de Diseño y Construcción, de las infraestructuras previstas en el presente proyecto. En la **Figura 57** Se puede observar el mapa de zonificación sísmica de la Provincia de Mendoza.

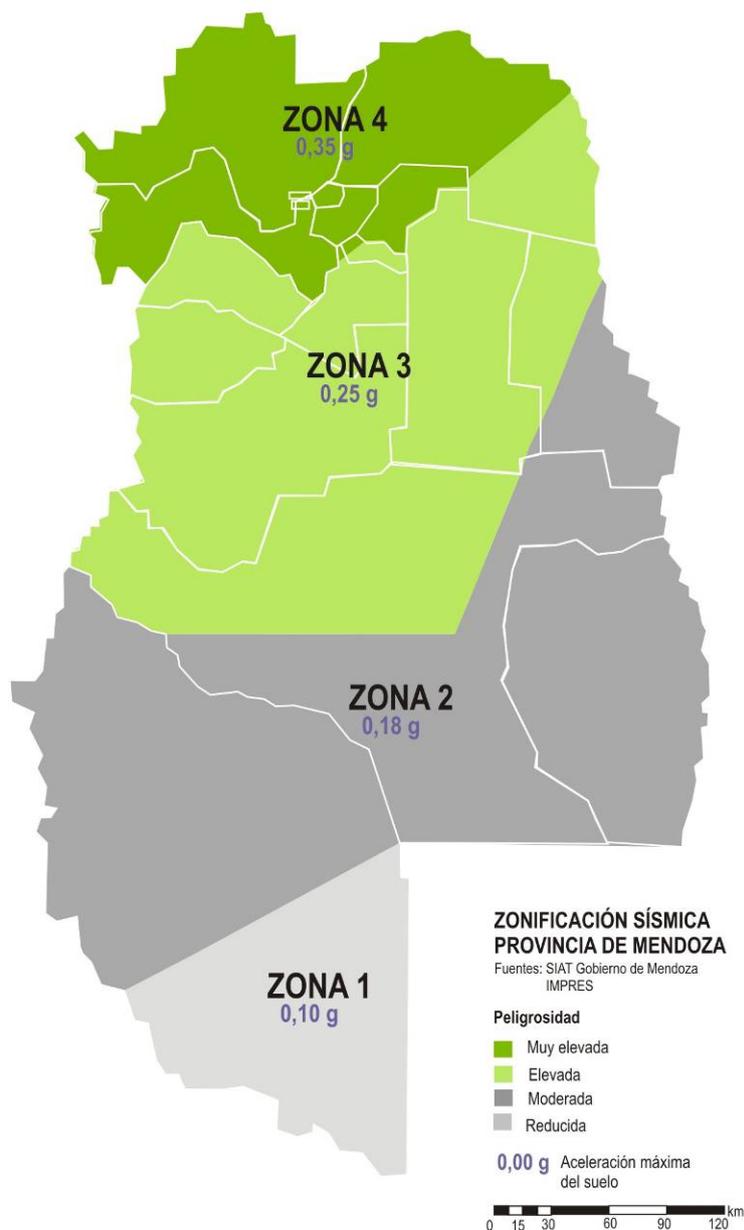


Figura 57: Zonificación Sísmica de la Provincia de Mendoza

4.1.3.5 Microzonificación sísmica del Gran Mendoza¹²

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), realizó las microzonificaciones de las ciudades más importantes de la extensa zona sísmica del país. Al presente, dos de estas microzonificaciones se han completado, las que corresponden a los conglomerados urbanos denominados Gran San Juan y Gran Mendoza. Estas dos ciudades han experimentado terremotos destructivos en

¹² "Microzonificación del Gran Mendoza" Ing. Juan Carlos Castaño (Director Nacional de INPRES – San Juan) y Nafa-Zamarbide Ingenieros Consultores SRL.

distintas oportunidades, en sus más de cuatrocientos años de historia. El terremoto del 20 de marzo de 1861, que destruyó la vieja ciudad de Mendoza, está considerado como el de mayor destructividad de los ocurridos en Argentina, ya que murieron 6.000 personas sobre una población total de 18.000 habitantes. Su epicentro fue localizado en el mismo lugar del terremoto del 26 de enero de 1985 Ms = 5,7, a 30 km del centro de la ciudad, sobre una falla activa denominada falla de Barrancas.

La ciudad de San Juan fue completamente destruida por el peor terremoto que afectó a la Argentina durante el presente siglo. Ocurrió el 15 de enero de 1944, Ms=7,4, dejando un saldo de 10.000 muertos sobre una población de 100.000 habitantes. Su epicentro se localizó a 20 Km de la ciudad, estando directamente relacionado con la falla activa de Nikizanga, de tipo inversa, que sufrió un desplazamiento vertical de 0,50 m.

La actividad sísmica de la región cuyana, está relacionada tectónicamente con la convergencia de las placas Sudamericana y de Nazca, como resultado de la cual, la placa de Nazca se subduce por debajo de la primera, la que es activamente deformada a lo largo de su amplio borde occidental, dando lugar a estructuras geológicas activas, alguna de las cuales constituyen fuentes de actividad sísmica.

Los fenómenos sísmicos en esta región se concentran en dos zonas principales, teniendo en cuenta las profundidades de los focos de los terremotos: *la superficial*, con hipocentros que no superan los 40 Km y la de *subducción* con los hipocentros entre los 100 y los 120 Km. En la **Tabla 100** Se presentan los parámetros principales de los terremotos más importantes que afectaron al Gran Mendoza, destacándose, como se manifestara previamente, el gran terremoto del 20 de marzo de 1861.

TABLA 100: Listado de sismos destructivos que afectaron al Gran Mendoza

Fecha			Coordenadas Hipocentrales			Magnitud	Imax
Día	Mes	Año	Lat (°S)	Long (°W)	H (km)	Ms	M.M.
22	05	1782	33,0	69,2	30	7.0	VIII
20	03	1861	32,9	68,9	30	7.0	IX
19	08	1880	---	---	---	---	VII
27	10	1894	29,0	69,0	30	7.5	IX
12	08	1903	32,1	69,1	70	6.0	VIII
27	07	1917	32,3	68,9	50	6.5	VII
17	12	1920	32,7	68,4	40	6.0	VIII
14	04	1927	32,5	69,5	110	7.1	VIII
15	01	1944	31,4	68,5	30	7.4	IX
25	04	1967	32,7	69,2	30	5.6	VI
23	11	1977	31,0	67,8	12	7.4	IX
26	01	1985	33,1	68,8	12	5.4	VIII

FUENTE: Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES

Fuentes Sísmicas Potenciales

El régimen de esfuerzos de esta región y, consecuentemente, su marco tectónico, está dominado por un sistema de compresión este - oeste que, generalmente, ha dado como resultado la formación de pliegues y de fallas inversas, con rumbo predominantemente norte-sur. Como consecuencia de estos grandes procesos dinámicos se han desarrollado importantes rasgos estructurales, destacándose sobre todos ellos la Cordillera de Los Andes.

La Precordillera, situada al este de la Cordillera principal y al oeste del Gran Mendoza, presenta un sistema actualmente activo que da lugar a numerosas fuentes sísmicas potenciales, alguna de las cuales atraviesan áreas urbanas densamente pobladas.

En la región analizada (Zona Metropolitana de Mendoza y Zona sur de San Juan), se localizaron y caracterizaron, mediante estudios integrales de paleosismicidad, quince fallas activas o sistemas de fallas, algunas de ellas directamente relacionadas con terremotos históricos destructivos, como puede observarse en la **Figura 58**. Se estimó, a partir de las evidencias geológicas, para cada una de ellas, el terremoto potencial máximo y el intervalo promedio de retorno, valores que se presentan en la misma figura.

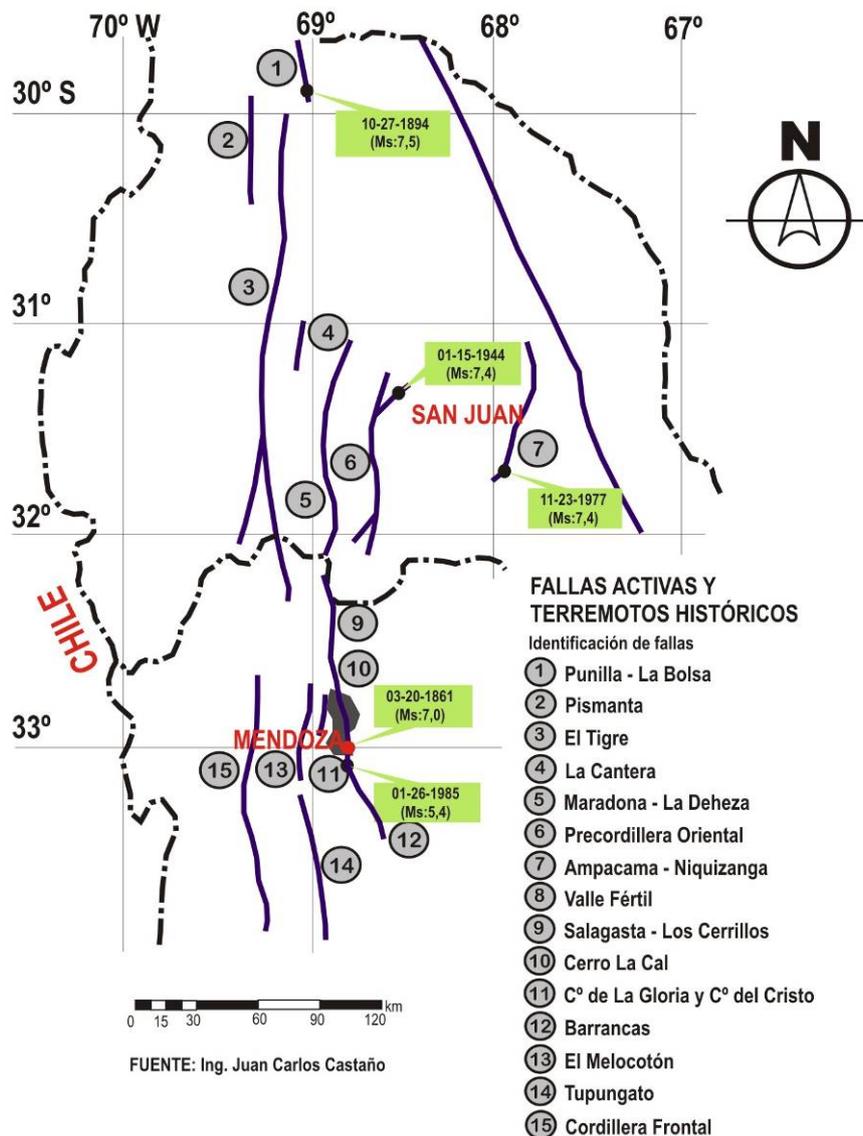


Figura 58: Fallas activas y terremotos históricos del norte de Mendoza

Relaciones de Atenuación

Si bien esta región corresponde a la de mayor actividad sísmica de la Argentina, no existen acelerogramas para terremotos de gran magnitud, con la sola excepción de un registro correspondiente al terremoto del 23 de noviembre de 1977, $M_s=7,4$. Los registros disponibles corresponden a sismos que no superan el grado 6 de magnitud.

Por tal motivo se han desarrollado relaciones de atenuación para valores máximos de aceleración, combinando los datos instrumentales disponibles con los correspondientes a intensidades sísmicas resultantes de terremotos históricos.

El estudio de microzonificación fue realizado con base en el análisis de la información referida a cuatro campos fundamentales de estudio: geotectónica, sísmológica, ingeniería de suelos y vulnerabilidad de las construcciones.

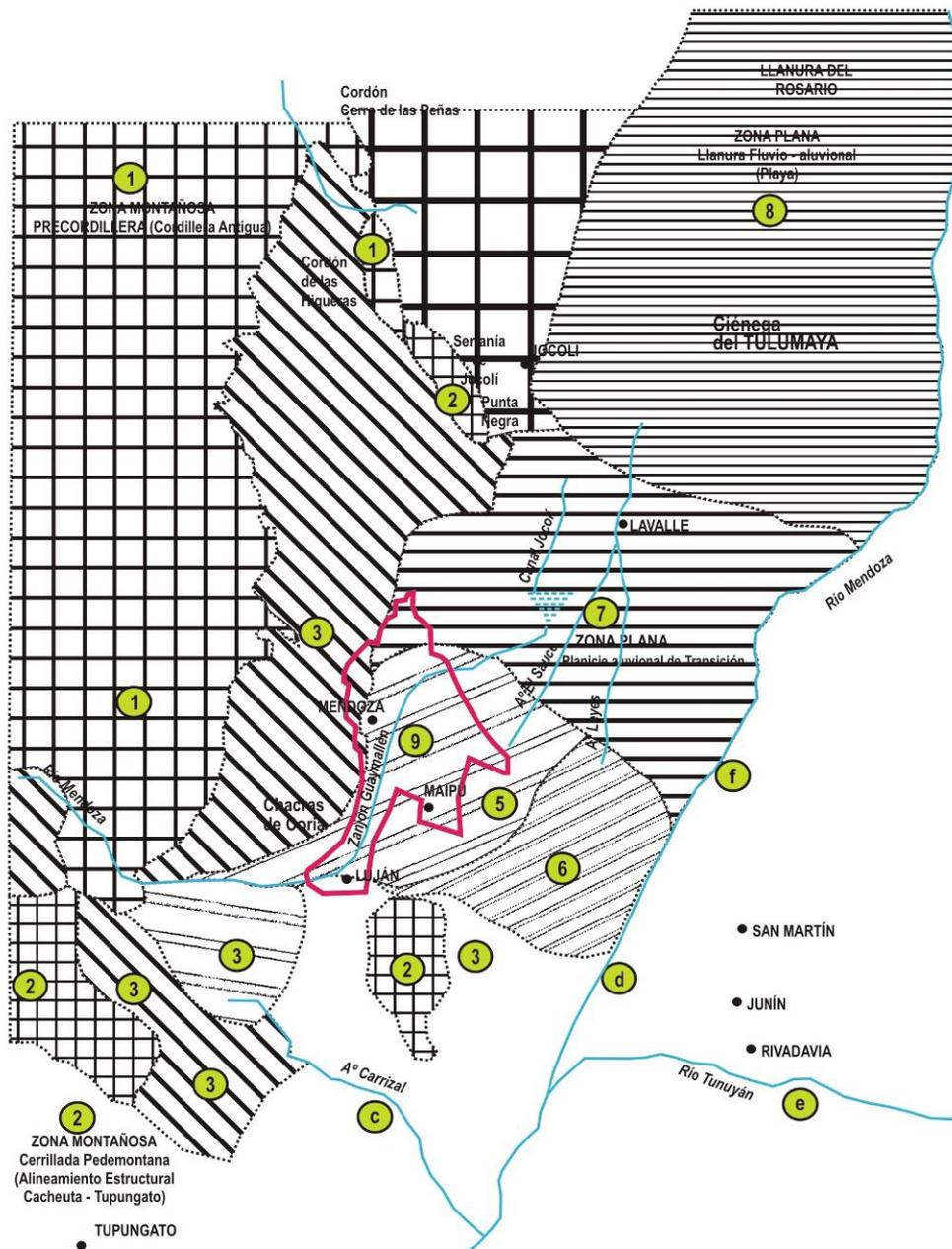
Es importante definir en este caso, que se denomina “Gran Mendoza” al conglomerado urbano, de lo que nosotros hemos denominado en este estudio como “Zona Metropolitana”. Al Gran Mendoza, también la designaremos como “área bajo estudio”, para referirnos a este sector, en el desarrollo de la siguiente recopilación de información presentada en este estudio.

Configuración Fisiográfica del Área Metropolitana de Mendoza

Como se aprecia en la **Figura 59**, el área bajo estudio, se extiende sobre tres unidades geológicas diferentes: el *Cono Aluvial de Maipú*, la *Planicie Aluvial de Transición* y el *Piedemonte Mendocino*.

El *Cono Aluvial* ha sido formado por el río Mendoza y se presenta muy interaccionado por sedimentos del piedemonte, los que con sus bajadas aluvionales, producto de las torrenciales lluvias veraniegas, lo penetran de oeste a este, mediante numerosos ríos secos.

De la **Figura 59** surge que todo el sector occidental se emplaza en el *piedemonte mendocino*, mientras que el *cono aluvial de Maipú* ocupa el sector sur y sureste, abarcando las zonas de Luján, Maipú, el sector este de Godoy Cruz y Guaymallén. Por último, la *planicie aluvial de transición* se desarrolla en el norte y noreste, comprendiendo a las zonas norte y noreste de Las Heras y norte de Guaymallén.



UNIDADES GEOMÓRFICAS

FUENTE: Microzonificación sísmica Gran Mendoza INPRES

0 5 10 20 km

- | | | | |
|---|---------------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 3 | Piedemonte mendocino | Área Metropolitana | |
| 4 | Cono aluvional de Agrelo | c | Antigo brazo del Río Mendoza |
| 5 | Cono aluvional de Maipú | d | Antigo curso del Río Tunuyán |
| 6 | Cono aluvional de Palmira | e | Actual curso del Río Tunuyán |
| 7 | Planicie de Transición (del Tulumaya) | f | Actual curso del Río Mendoza |
| 8 | Llanura aluvial (del Rosario) | g | Antigo brazo del Río Mendoza |

Figura 59: Grandes Unidades geomórficas del Gran Mendoza

Perfiles Geotectónicos

Para la determinación de la composición estratigráfica y características geotécnicas de la zona de estudio, se ha recurrido a la recopilación de antecedentes aportados por:

- Perforaciones para extracción de agua realizadas (Fuente: Departamento General de Irrigación).
- Estudios de Suelo (Fuentes: obras públicas y privadas).
- Exploración geotécnica (se investigaron 1.020 m de subsuelo, con distintos métodos de exploración según el tipo de suelo).

Distribución y Características de los sedimentos aluviales

Como resulta típico en los conos aluviales, el material transportado por el río o por los cauces eventuales, resulta ser menos grueso a medida que nos alejamos de sus vértices. De forma tal que encontramos gravas gruesas, bochas y bloques de gran tamaño a la salida del río Mendoza por la quebrada de Cacheuta y en Luján. Esta misma situación también se presenta en las bajadas aluvionales del piedemonte occidental mendocino.

A medida que avanzamos, alejándonos del vértice del cono del río Mendoza, o de los conos pedemontanos, los sedimentos se vuelven más finos y consisten en gravas, gravilla y arena, con una cubierta superficial de limos, arcillas y arenas finas, en espesores variables.

Al pie del cono aluvial del río Mendoza, en la zona noreste del área de estudio, aparece la planicie de transición hacia la llanura aluvial, donde comienzan a predominar sedimentos finos, limos, arcillas y arenas finas, sobre las gravas y gravillas. Esta zona de transición, como es lógico, no está bien definida y se ubica, aproximadamente como se indica en la **Figura 60**.

La zona noroeste de Luján, oeste de Godoy Cruz, Capital y Las Heras, correspondientes al área estudiada, presentan las interacciones de los sedimentos aluvionales pedemontanos del oeste, con los sedimentos del río Mendoza.

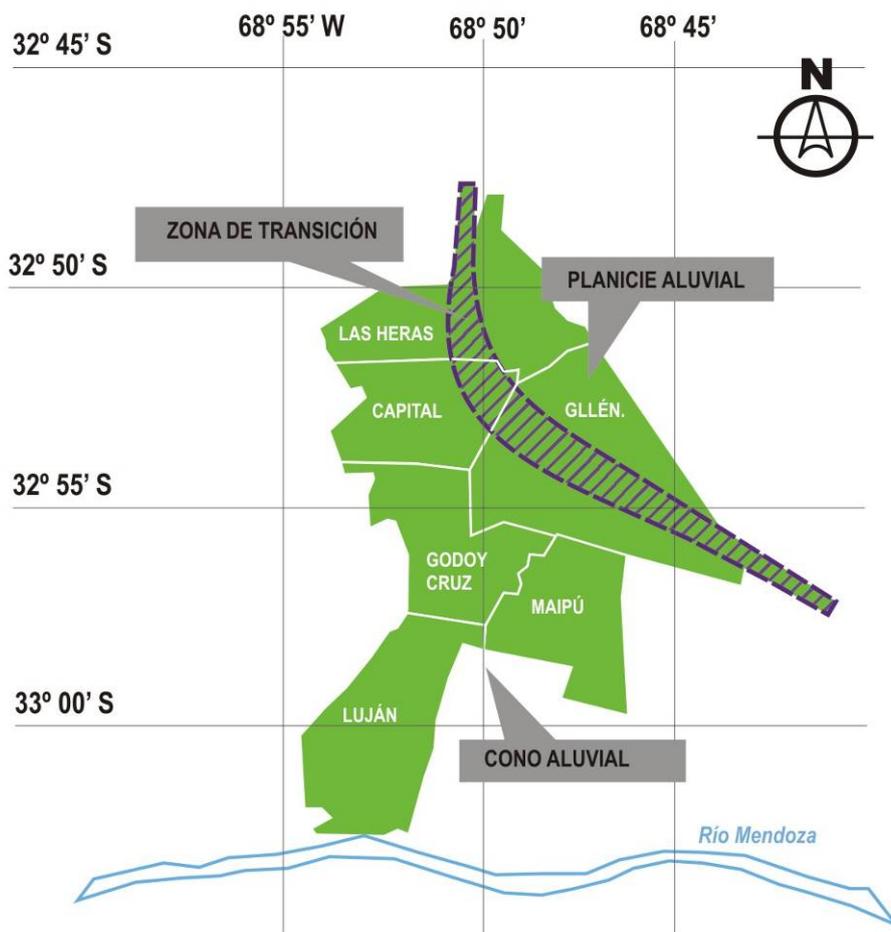


Figura 60: Distribución de las condiciones del subsuelo en el Área de Estudio

En general, los resultados de los ensayos de penetración normal (SPT) realizados, mostraron que la compacidad de los sedimentos aluviales existente en la zona, varía de suelta a densa, como se describe a continuación:

- Los sedimentos granulares gruesos del cono del río Mendoza, que aparecen superficialmente en Luján, Godoy Cruz, Maipú y Guaymallén, presentan compacidades medias en los primeros 2 a 3 metros de profundidad, a partir de donde se presentan densas a muy densas.
- Los sedimentos finos, limos, limos arenosos y limos arcillosos, que aparecen cubriendo a las bochas, gravas y arena del sedimento pedemontano o del cono del río Mendoza, en la zona de Capital, con espesores que alcanzan como máximo los 20 m de profundidad, se presentan con consistencias variables, desde muy blandas a medias.
- Los sedimentos finos, limos, limos arenosos, limos arcillosos y arenas limosas que aparecen en la planicie de transición, zonas norte y noreste de Las Heras y noroeste de Guaymallén, se presentan con compacidades

sueltas o medias o consistencias blandas a medias. Resulta muy frecuente que bajo los 5 m de profundidad, en promedio, las compacidades asciendan a densas y las consistencias de firmes a muy firmes, estando esto asociado a una cementación calcárea proveniente de la Cerrillada Pedemontana.

Como el comportamiento de las gravas, arenas y limos, ante las sollicitaciones dinámicas producidas por sismos fuertes, depende en gran medida del estado de compacidad relativa que presentan “in situ”, surge la importancia de su determinación, que en lo descripto hasta ahora ha sido inferida a partir de los ensayos de penetración normal.

Exploración Geofísica

Para la determinación de las velocidades de propagación de ondas elásticas longitudinales y transversales en el subsuelo, se realizó una campaña de exploración geosísmica, de manera de abarcar zonas del área bajo estudio que presentaran diferentes condiciones fisiográficas. Los puntos explorados fueron los siguientes:

- Municipalidad de Las Heras (planicie aluvial de transición).
- Hospital El Carmen – Godoy Cruz (sedimento pedemontano).
- Municipalidad de Maipú (cono aluvial del río Mendoza).
- Escuela Edmundo D’Amicis – Capital (sedimento pedemontano).
- Municipalidad de Godoy Cruz (interacción del cono aluvial con el sedimento pedemontano).
- Edificio AyEE – Avenida San Martín y Calle Peltier – Capital (zona de interacción del cono aluvial con el sedimento pedemontano).
- Villa Hipódromo – Calles Della Santa y Laprida – Godoy Cruz (zona de interacción del cono aluvial con el sedimento pedemontano).

Espesor de los sedimentos cuaternarios

En las áreas llanas y valles intermontanos de la zona estudiada, el relleno sedimentario cuaternario alcanza espesores a veces considerables (más de 1.000 metros). Los datos de subsuelo provienen de perforaciones y de trabajos geofísicos. La principal fuente de datos para determinar el espesor del relleno sedimentario cuaternario es la geoelectrónica. En la **Figura 61** se han representado las curvas de igual espesor de los sedimentos cuaternarios.

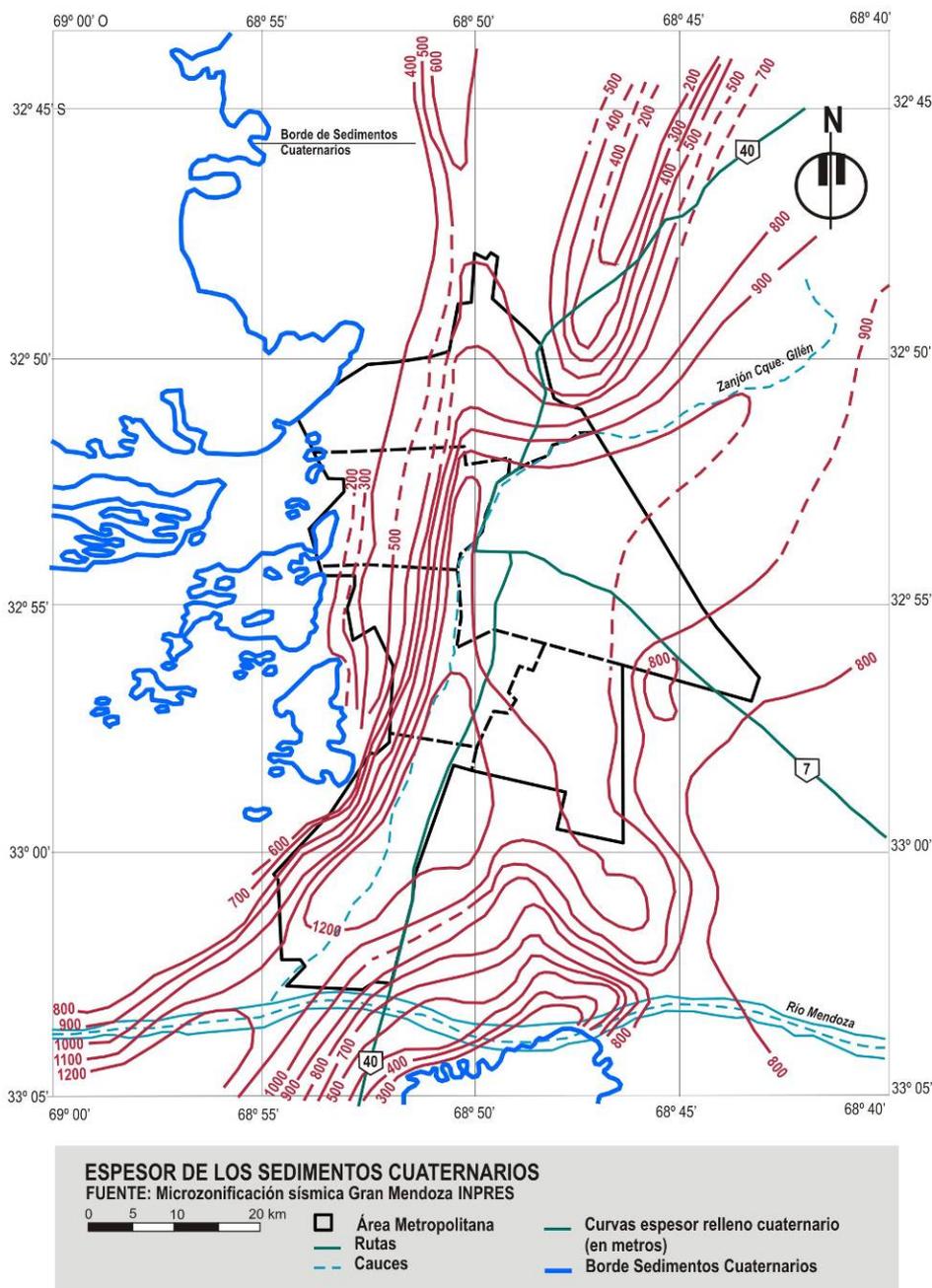


Figura 61: Espesor de los sedimentos cuaternarios en el Gran Mendoza

Perfiles estratigráficos característicos del subsuelo

Sobre la base de la información obtenida, tanto de los antecedentes recopilados como de la exploración geotécnica realizada, se prepararon diez (10) perfiles, cuya ubicación se muestra en la **Figura 62**.

Los perfiles **A, B, C, G y H** son aproximadamente secciones oeste-este, en tanto los perfiles **D, E, I y J** son secciones norte-sur. El Perfil **F** tiene dirección noroeste-sureste y se ubica en la planicie de transición con una sección paralela al límite noreste del área de estudio.

En el presente estudio, nos interesa la descripción del perfil **D**, que se inicia en el sur, en la ciudad de Maipú, cruzando en su trayectoria hacia el norte a San Francisco del Monte, Villa Nueva, Pedro Molina, El Plumerillo y culminando en Gral. Espejo. En la **Figura 63**, se puede ver un esquema de este perfil y en el **Anexo 15: Plano Perfil de Subsuelo Microzonificación Sísmica**, se acompaña una copia del plano original.

Desde la ciudad de Maipú hacia el Acceso Este, el perfil presenta una cubierta de *1 a 3 metros de espesor de suelos limosos*, seguidos en profundidad por *bochas, gravas y arenas* provenientes del cono aluvial del río Mendoza.

A partir del Acceso Este, el espesor de la cubierta superficial aumenta un poco y comienzan a aparecer en profundidad *capas de arcillas, que intercalan a las gravas arenosas*, denotando el inicio de la planicie de transición.

Y desde el Zanjón Cacique Guaymallén hacia el norte, predominan las *capas de arcillas sobre los estratos de gravas arenosas*.

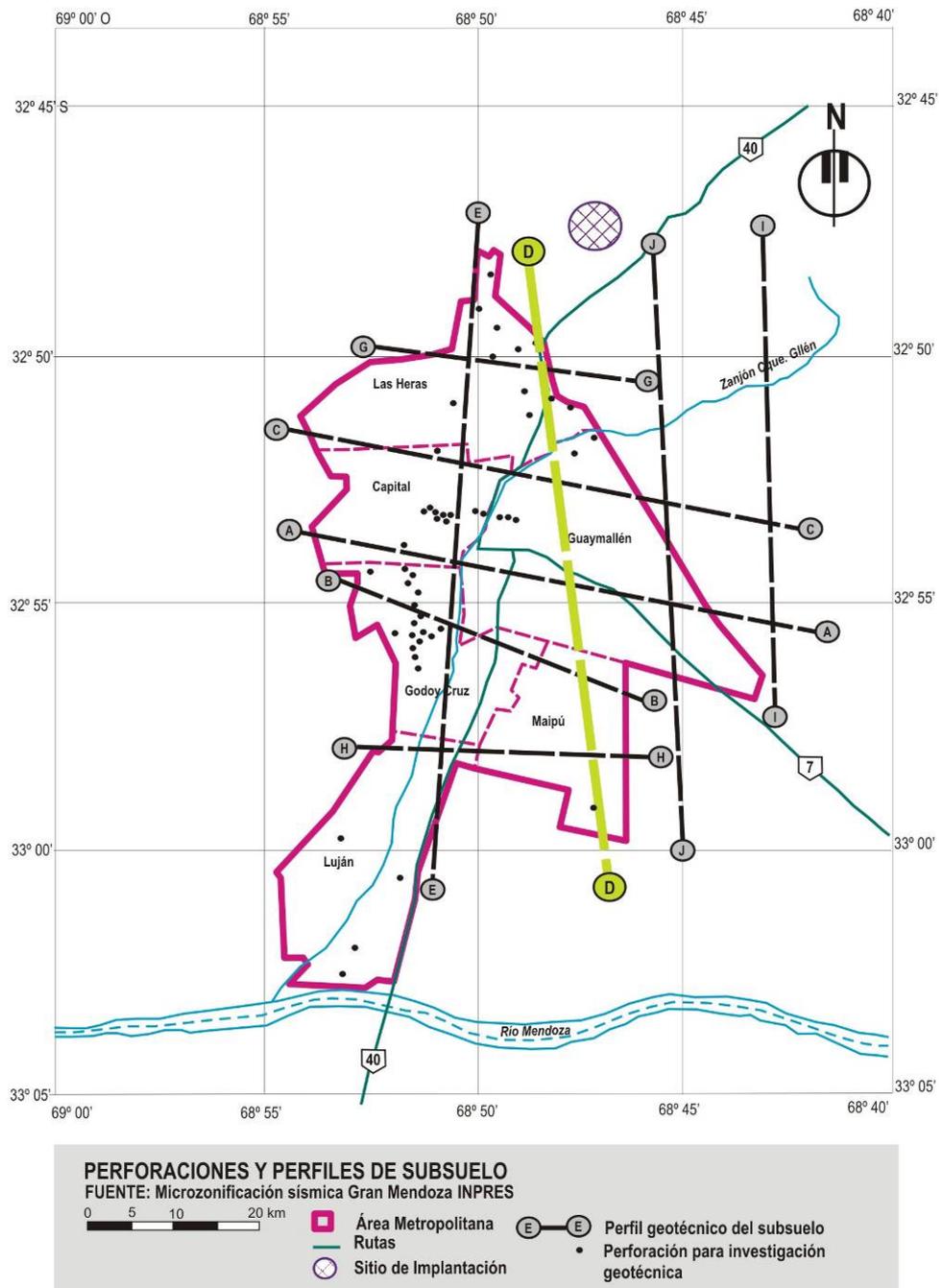


Figura 62: Ubicación de perfiles de suelo en el área bajo estudio

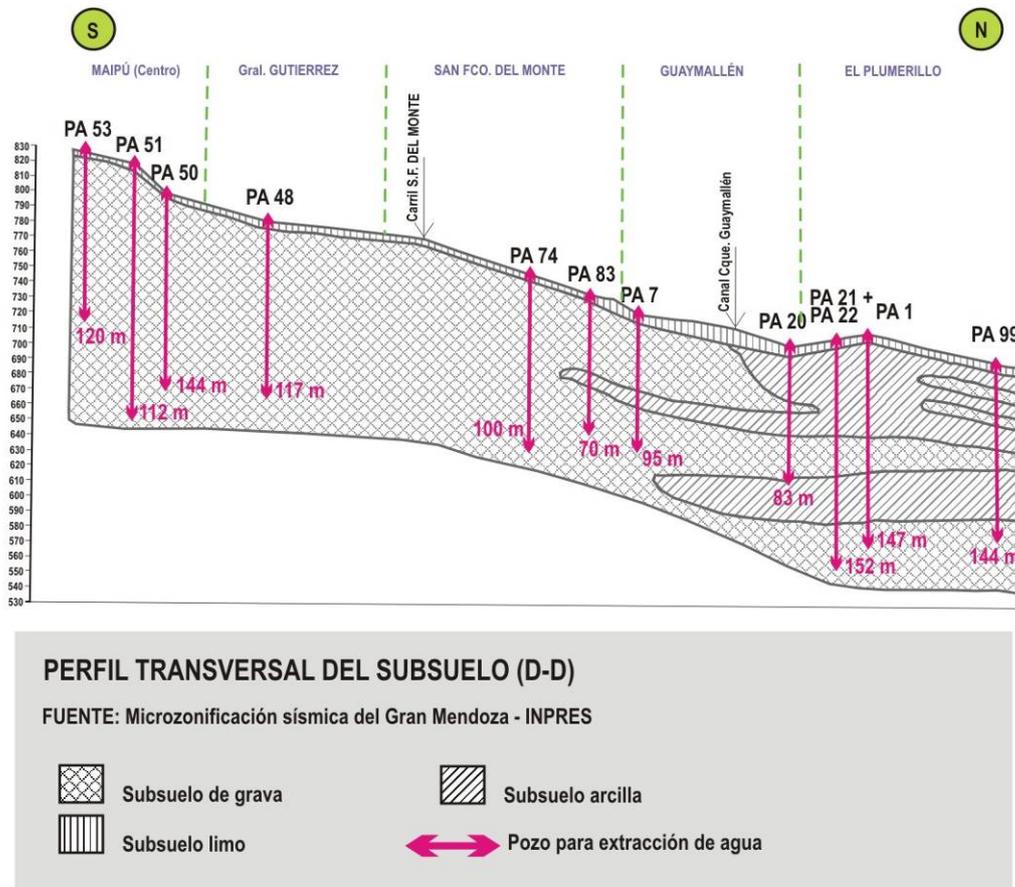


Figura 63: Perfil D – D de subsuelo

Agua Subterránea

Como base para determinar y delimitar las áreas del Gran Mendoza y aldeañas, donde pueden producirse fenómenos de licuación de suelos, se prepararon mapas de profundidades máximas y mínimas, utilizando datos provistos por el Centro Regional del Agua Subterránea (C.R.A.), que posee registros desde 1967 a la fecha, y por el Departamento General de Irrigación.

Con la información que contienen los mencionados mapas, se preparó la **Figura 64**, que resume parte de esa información que es de interés para el estudio del potencial de licuación en el área bajo estudio.

El origen del agua subterránea presente en la zona, se encuentra en la infiltración del agua del río Mendoza, especialmente en el trayecto oeste-este, en el Dpto. Luján y límite departamental Luján-Maipú. En el área de estudio, existen acuíferos libres y confinados. El acuífero libre se desarrolla en las zonas del cono aluvial del río Mendoza y del sedimento pedemontano, en tanto en la planicie aluvial de

transición comienzan a aparecer acuíferos confinados y *falsas freáticas* cerca de la superficie (aguas colgadas).

El inicio del acuífero confinado se produce en una banda, de algunos kilómetros de ancho y no en una línea, banda localizada ligeramente al sudoeste del límite del área bajo estudio, entre El Plumerillo y Rodeo de la Cruz.

Los mapas existentes no indican, en general, el nivel de la *falsa freática*, cuyo conocimiento es imprescindible para el análisis del potencial de licuación de suelos granulares finos durante sismos. Por ello se programó y realizó una densificación de las perforaciones en la zona de la planicie de transición, a los efectos de determinar, además de las características del subsuelo, las curvas de niveles freáticos, cuya distribución se puede observar en la **Figura 66**.

En general puede decirse que existe un acuífero libre profundo en la zona de cono aluvial y sedimentos pedemontanos, que ubica el agua subterránea a las siguientes profundidades medidas según la zona:

Zona	Profundidad (m)
Maipú	95
Godoy Cruz	90
Parque Gral. San Martín	110
Capital	80
San José (Guaymallén)	50
Las Heras	35

FUENTE: *Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES*

En la planicie de transición aparece la *falsa freática* (aguas colgadas) con niveles variables **entre 1 y 10 m de profundidad**.

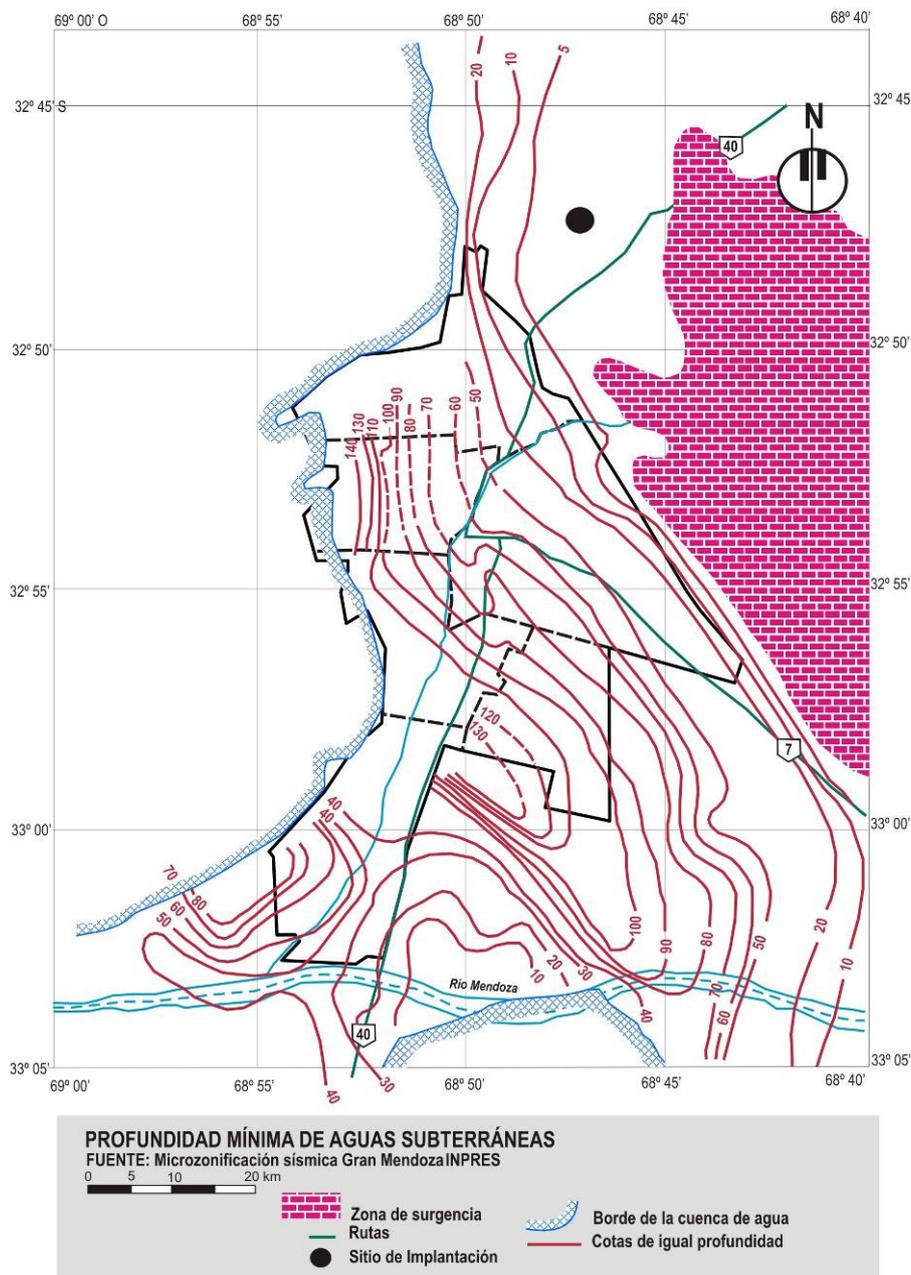


Figura 64: Curvas de profundidad mínima del agua subterránea en el Gran Mendoza

Conclusiones de los suelos del área de estudio

En función de lo expuesto anteriormente y concluyendo, podemos decir que desde el punto de vista geológico, hay dos unidades muy bien definidas en el área bajo estudio: los *depósitos del cono aluvial del Río Mendoza*, que cubren la zona sur y sudeste, y la *llanura aluvial*, consistente en sedimentos más finos, ubicada hacia el norte y noreste, y que la separación entre ambas zonas no está definida por una línea, sino que existe lo que denominamos una *zona de transición* donde los sedimentos van pasando gradualmente de gruesos a finos.

Con respecto a los materiales del subsuelo, se puede establecer que los espesores de los materiales limosos y arcillosos que sobreyacen en los depósitos aluviales del río, no superan los 3 metros en la zona sur, incrementándose gradualmente hacia las zonas central y norte, alcanzando más de 20 metros, como fue observado en los pozos exploratorios. El espesor típico de estos sedimentos finos en la zona de transición varía entre 5 y 20 metros.

De los resultados de las pruebas de penetración realizadas surge que, en general, los sedimentos aluviales varían en su compactación desde compactos a sueltos.

Por todo esto, se adoptó una clasificación de las condiciones del suelo, diferenciando dos categorías de acuerdo con el siguiente criterio: a) *Roca y Suelo Firme*: consiste en depósitos superficiales de limos y arenas finas con espesores variables entre 0 y 20 m, yacentes sobre roca o depósitos densos a muy densos de piedemonte o del río Mendoza y b) *Suelo Profundo*: consiste en limos, arenas finas y arcillas, que se extienden por más de 20 m debajo de la superficie, hasta alcanzar la roca o los depósitos aluviales del río. En la **Figura 65** se puede apreciar la localización de estas condiciones de subsuelo en el área bajo estudio.

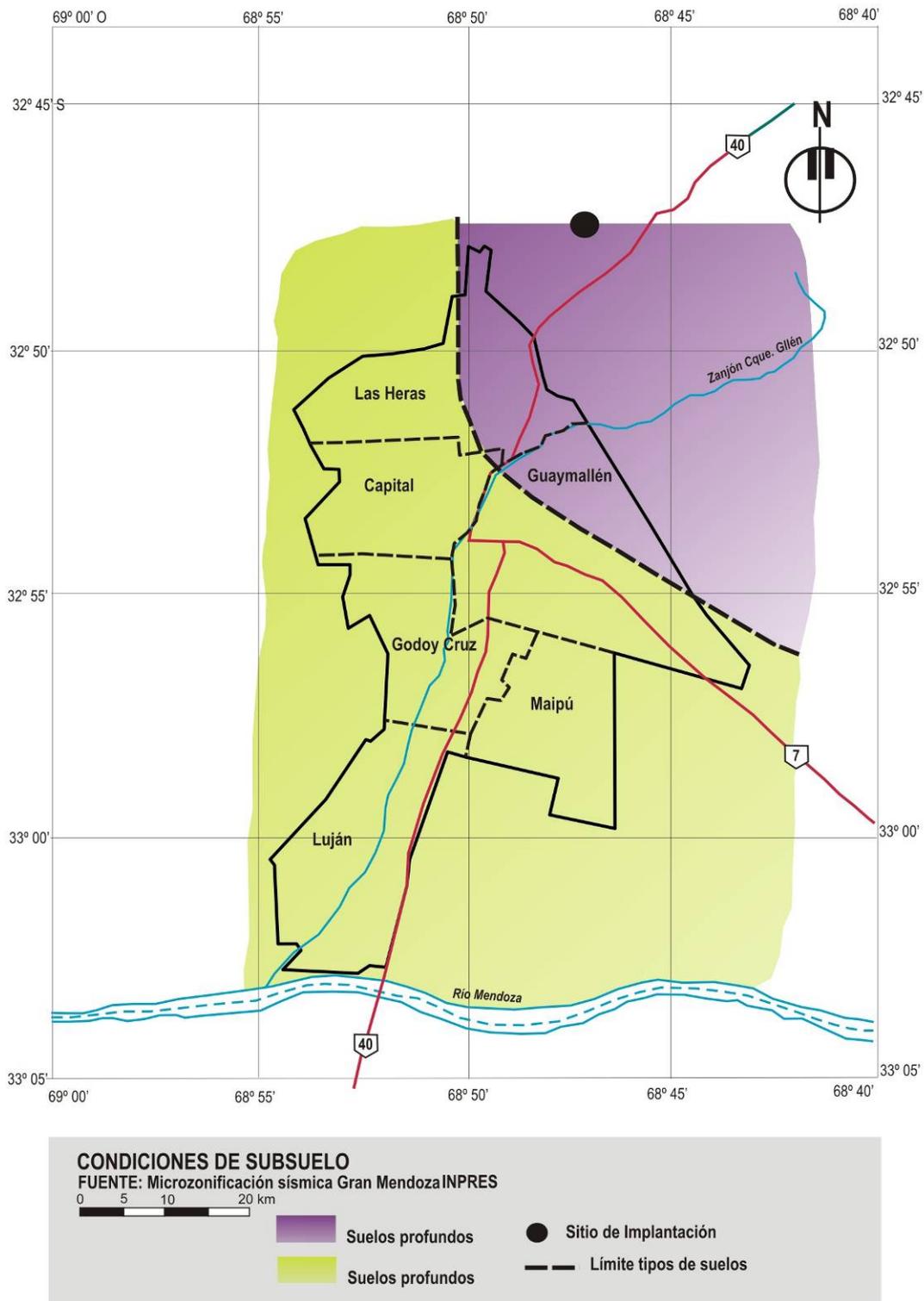


Figura 65: Localización de las condiciones del subsuelo en el Gran Mendoza

Licuación Histórica

Existen varias referencias históricas sobre la ocurrencia de licuación de suelos, durante terremotos pasados en la provincia de Mendoza. Según Francisco Morey, en su libro, “Los Temblores de Tierra, Mendoza Sísmica”, los terremotos durante los que se produjo licuación de suelos fueron: terremoto del 20 de marzo de 1861; terremoto del 17 de diciembre de 1903; terremoto del 26 de juli de 1917; terremoto del 17 de diciembre de 1920; terremoto del 14 de abril de 1927 y terremoto del 23 de mayo de 1929. Durante el terremoto de Mendoza del 26 de enero de 1985 no se registró la ocurrencia de licuación de suelos.

Esto muestra que han sido abundantes las manifestaciones del fenómeno de licuación de suelos en la provincia de Mendoza, en la zona de la planicie de transición y llanura aluvial, donde lógicamente se presentan los *suelos granulares finos más susceptibles de licuar* y las posiciones de agua freática, cercanas a la superficie.

En el área bajo estudio este fenómeno se ha producido en las localidades de El Resguardo, Panquehua, Capital y El Plumerillo en el Dpto. Las Heras; y Bermejo del Dpto. Guaymallén, como puede observarse en la **Figura 66**.

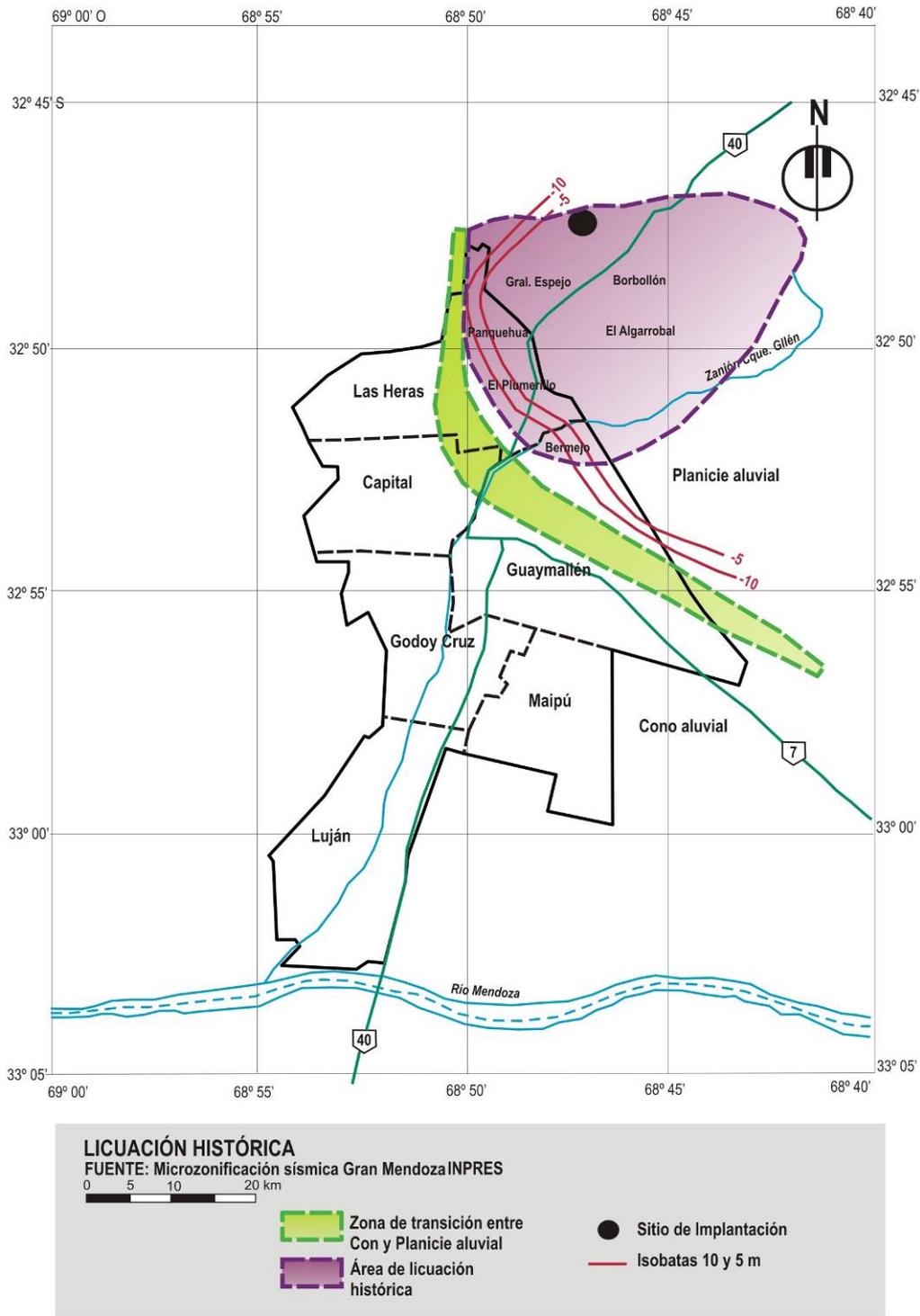


Figura 66: Licuación Histórica y nivel de freática mínima en el Gran Mendoza

Zonificación del peligro sísmico

Finalmente, en el documento de “Microzonificación del Gran Mendoza”, se realizaron recomendaciones para la zonificación de los distintos peligros sísmicos en el Gran Mendoza. Los referidos peligros son: *movimiento del terreno, licuación de suelos y rotura superficial del terreno* debido al movimiento de fallas. También se presentan recomendaciones para la zonificación con relación al diseño de estructuras, consistentes en un mapa de zonificación y los correspondientes espectros de diseño.

Movimiento del terreno

Se realizaron mapas de peligro de aceleraciones máximas para el área bajo estudio, las cuales multiplicadas por las formas espectrales correspondientes a la zona, dan como resultado los espectros de aceleración absoluta, para sitios específicos.

Combinando adecuadamente los datos obtenidos de: 1) la ubicación y geometría de cada fuente sísmica, 2) el período de retorno de cada sismo potencial máximo; y 3) las relaciones de atenuación, se obtuvieron mapas de peligro sísmico para diferentes niveles de probabilidad, correspondiendo a terremotos con 10% de probabilidad de excedencia para 10, 50 y 250 años. La **Figura 67**, muestra aquél a usarse en la determinación del daño.

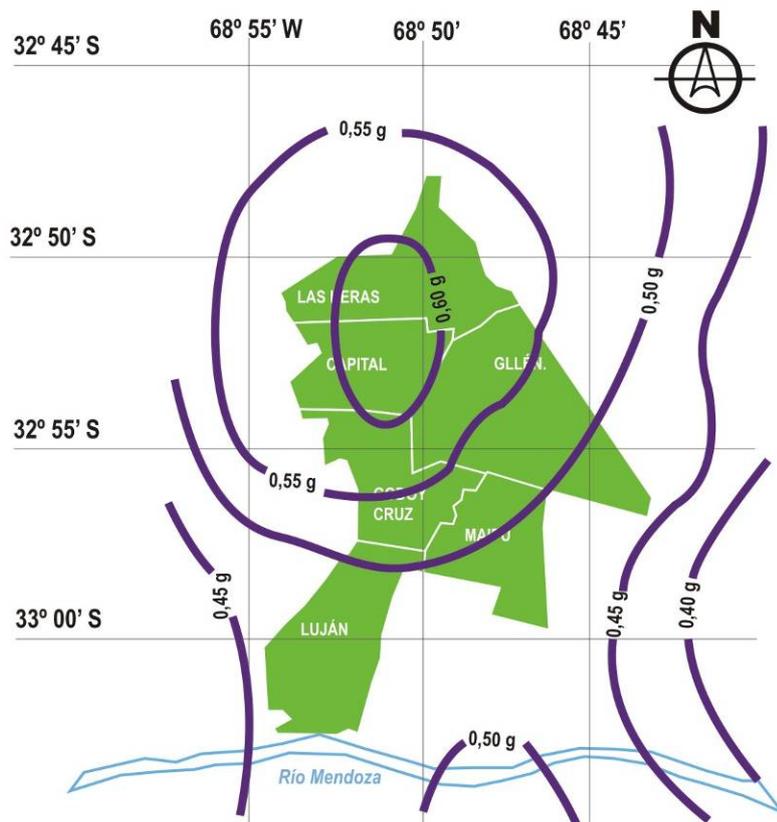


Figura 67: Aceleraciones máximas probables (10% en 50 años)

Peligro de licuación

El potencial para la ocurrencia de licuación en un cierto lugar, es función de la **susceptibilidad** y de la **oportunidad** de licuación del área.

La primera es una medida de la capacidad del movimiento sísmico del terreno para originar presiones de poro elevadas, y consecuentemente, fallas del terreno en los depósitos de suelos existentes en la zona. Es función de la edad, composición y densidad de los depósitos de suelos y de las condiciones del agua subterránea.

La segunda es una medida de la frecuencia de ocurrencia de los movimientos sísmicos capaces de originar licuación en suelos susceptibles.

Del análisis de los datos obtenidos durante la exploración geotécnica realizada para el área metropolitana de Mendoza surgió que la mayor parte de la zona urbanizada descansa sobre depósitos de espesor variable de suelo limoso, que a su vez cubren a los suelos granulares gruesos pertenecientes al cono aluvial del río Mendoza (el así llamado Cono de Maipú) y a los depósitos granulares más antiguos originarios del piedemonte mendocino. Los depósitos superficiales de suelos finos, adquieren mayor espesor hacia el norte y noreste de Las Heras y noroeste de Guaymallén, hacia Lavalle.

Por otro lado, el nivel de agua subterránea libre es bastante profundo en la mayor parte de la zona estudiada, oscilando entre 35 a 100 metros. De tal modo, la gran profundidad del nivel freático, da como resultado un muy bajo potencial de peligro de licuación para localidades como Maipú, Godoy Cruz, Capital y gran parte de Las Heras y Guaymallén.

Sin embargo, en la parte norte y noreste de la zona bajo estudio, se puede encontrar la napa denominada *falsa freática* o también *freática colgada*, a profundidades que varían entre 1 y 10 metros. En la **Figura 66**, se puede observar la zona con agua freática poco profunda. En esta zona es necesario considerar el potencial de licuación inducido por terremotos, debido a la presencia de sedimentos finos sueltos y saturados.

Además, gran parte de esta zona norte y noreste, experimentó licuación durante terremotos pasados.

La susceptibilidad de licuación de los suelos se mide en términos de las tensiones cíclicas requeridas para originar licuación. Utilizando las relaciones empíricas entre la resistencia a la penetración del terreno y el nivel de la relación de tensiones cíclicas, requerido para originar licuación (según Seed y otros, 1985), y realizando los cálculos pertinentes, se llegó a establecer que con una profundidad de la napa freática de 1 a 3 metros, se necesitan aceleraciones máximas de 0,1g a 0,15g para inducir una relación de tensiones cíclicas de 0,11 a una profundidad de 5 metros, y aceleraciones máximas de 0,09g a 0,16g para producir la misma relación de tensiones a una profundidad de 10 metros.

Los resultados de los análisis de peligro realizado, indican que esas aceleraciones son excedidas con una frecuencia de una vez cada 30 a 50 años. A esta frecuencia, la probabilidad de licuación en un período de 50 años, en cualquier punto de la zona antes mencionada, excede el 50%. La frecuencia de licuación observada en algunas partes de la zona es de aproximadamente una vez cada 20 años desde 1861.

Por lo tanto, las áreas con nivel freático poco profundo y con depósitos de suelos aluviales finos, que se muestran en la **Figura 66**, deben considerarse como zonas de *alto potencial de licuación*. Las otras áreas donde la napa es profunda y/o descansan directamente sobre los suelos granulares gruesos y densos, pueden ser consideradas como zonas de *muy bajo potencial de licuación*.

Peligro de rotura superficial

Para evaluar el peligro de rotura superficial durante terremotos se consideró: la identificación de zonas donde la ruptura superficial es potencialmente posible y la probabilidad de que ocurra ruptura superficial del área del Gran Mendoza.

Zonificación del peligro de rotura superficial

Los peligros sísmicos pueden dividirse en dos categorías generales: 1) aquellos que están asociados con el movimiento del terreno; y 2) aquellos que están asociados con la ruptura de la superficie del mismo a lo largo de fallas superficiales.

Debido a que las fallas presentan en general, diferentes grados de peligro potencial y a que los distintos tipos de construcciones presentan diferentes niveles de riesgo, se sugiere la adopción de una *matriz de planeamiento* para regular el uso del suelo en estos sectores críticos. Una matriz de planeamiento es tal que permite ciertos tipos de usos del suelo dentro de zonas con fallas conocidas o posibles, mientras excluyen o requieren investigaciones detalladas para otros tipos de usos.

En el área de estudio, la mayor parte de áreas de fallas activas, se ubican en zonas despobladas y sin ningún tipo de desarrollo urbano, como es el caso de las fallas del Melocotón, Barrancas, Cerro del Cristo y de la Gloria.

Sin embargo, para la falla Cerro de la Cal – Calle Perú, la situación es completamente diferente, ya que parte de la misma se ubica en la zona densamente urbanizada del Gran Mendoza.

Para zonificar el peligro de fallamiento superficial, se propuso una matriz de planeamiento que se presenta en la **Tabla 101**. En el caso de las áreas sin desarrollo, se recomienda realizar estudios geológicos detallados para aquellas construcciones que se indican en la misma tabla.

TABLA 101: Propuesta de Zonificación del Peligro de Rotura Superficial por Fallamiento – Matriz de Planeamiento

USOS	Fallas Activas Conocidas		Fallas Activas Dudosas; posibles zonas de fallamiento tipo listrico
	Ubicadas en zonas no desarrolladas (1)	Ubicadas en zonas urbanizadas (2)	
1. Hospitales; plantas de energía eléctrica, de agua potable y de bombeo; cuarteles de bomberos; droguerías; puentes elevados y edificios con más de ocho pisos, cuya altura es por lo menos 1,5 veces mayor que la dimensión de la planta mínima.	Excluir (3)	Excluir hasta tanto se realicen estudios especiales sobre la falla (para ubicar definitivamente su traza)	Necesita Estudio de falla local
1.A Servicios públicos subterráneos; principales líneas cloacales; conductos eléctricos; cañerías de agua potable y para incendio.	Diseño Especial	Diseño Especial	Necesita Estudio de falla local
2. Escuelas; grandes hoteles; iglesias; centros gubernamentales; museos; teatros; auditorios; depósitos de municiones.	Excluir (3)	Excluir hasta tanto se realicen estudios especiales sobre la falla.	Necesita Estudio de falla local
3. Barrios; pequeños departamentos multifamiliares; pequeños hoteles; edificios de oficinas; edificios comerciales (estructuras menores de tres pisos).	Excluir (3)	Excluir hasta tanto se realicen estudios especiales sobre la falla.	Necesita Estudio de falla local
4. Mercados abiertos; casas familiares; edificios industriales; edificios para estacionamiento; negocios de reparaciones; depósitos habitados.	Excluir (3)	Excluir hasta tanto se realicen estudios especiales sobre la falla.	Diseño de acuerdo al código de construcciones
5. Depósitos no habitados; establos; garajes; estacionamientos abiertos; casas de madera; construcciones especiales de techo liviano, no permanentes; estructuras livianas para terminales de ómnibus	Diseño de acuerdo al código de construcciones	Diseño de acuerdo al código de construcciones	Diseño de acuerdo al código de construcciones

FUENTE: Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES

(1) Fallas tales como: Barrancas, Melocotón, Cerro de la Cal, Cerro del Cristo y Cerro de la Gloria.

(2) Falle de la Calle Perú.

(3) Implica no construir en un área de por lo menos 100 metros a cada lado de la traza de la falla.

Se planteó también que los requerimientos propuestos en los mapas y matrices de planeamiento deberían ser articulados periódicamente, a medida que se disponga de nueva información respecto a fallas, códigos de edificación y usos del suelo. En la **Figura 68** se presenta el mapa de zonificación para diseño estructural propuesto.

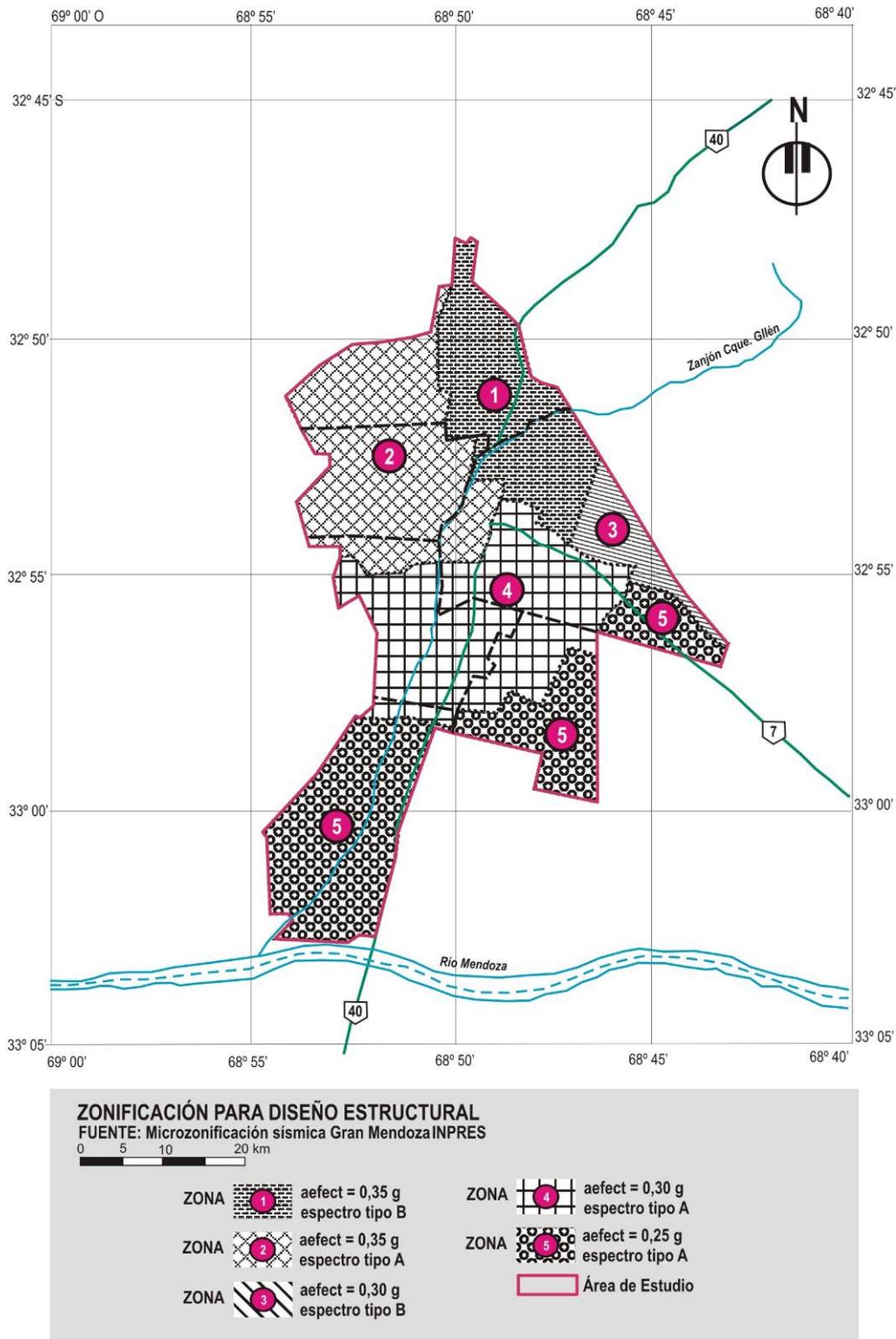


Figura 68: Propuesta de zonificación para diseño estructural – Gran Mendoza

Como se observa en la **Figura 68**, se dividió el área bajo estudio en 5 zonas. La delimitación de esas zonas se ha realizado tomando como referencia elementos

perfectamente identificables, tales como rutas, calles, canales, vías del ferrocarril, etc., a los fines de su aplicación práctica y para evitar dudas acerca de la ubicación de la posible obra con respecto a la línea límite.

Con respecto a la falla del terreno debido a licuación, la zona con alta probabilidad de sufrir licuación se ubica al noreste del área bajo estudio, que es la zona donde se ubica el terreno de implantación del proyecto. Al respecto, se recomienda tomar precauciones especiales tales como realizar un conveniente diseño de las fundaciones y/o el mejoramiento de las condiciones del subsuelo mediante procedimientos adecuados. En tal sentido resulta necesario realizar estudios en detalle del subsuelo en el sitio de implantación de la futura obra.

Situación específica en el sitio de implantación del proyecto

En función de lo expuesto precedentemente, resulta necesario evaluar la situación específica del sitio de implantación del proyecto, a los efectos de la determinación de la influencia tectónica del entorno, en la **Figura 69** se puede observar la localización del terreno dentro del mapa de condiciones del subsuelo.

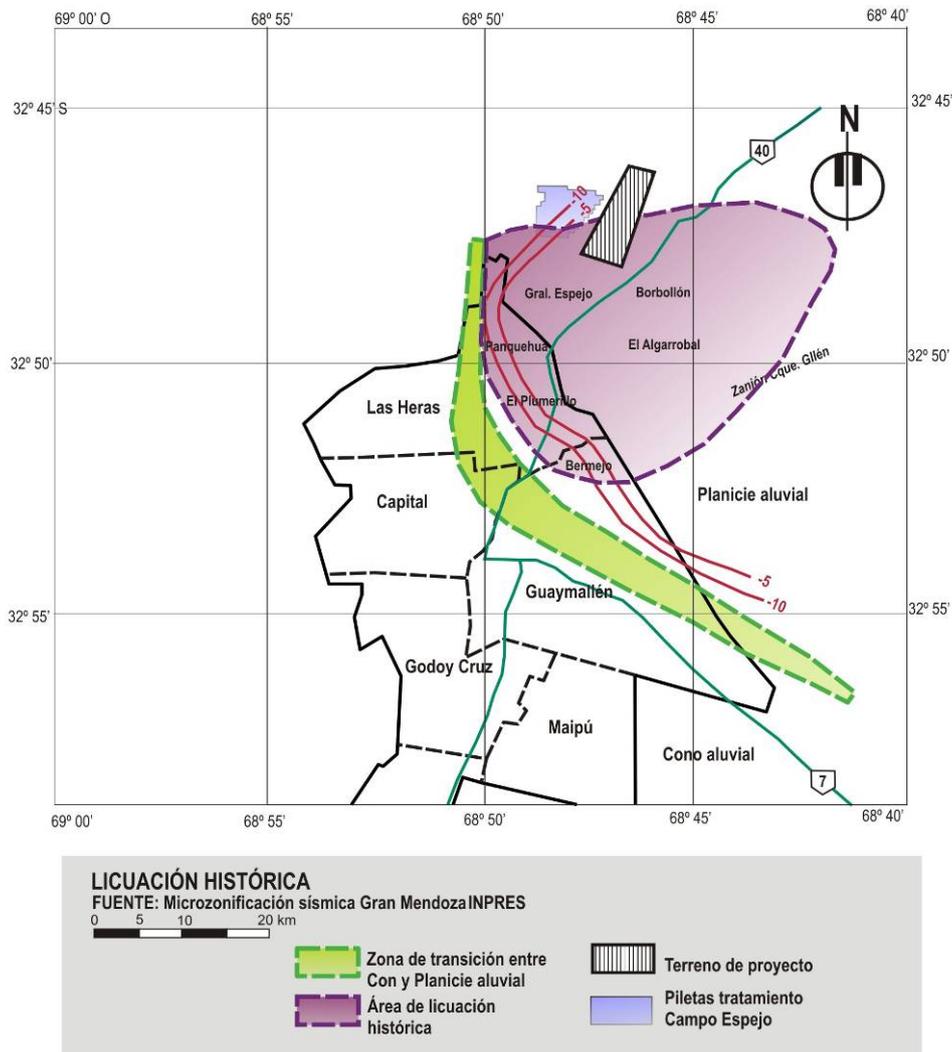


Figura 69: Ubicación del terreno de implantación sobre condiciones de subsuelo

En tanto en la **Figura 70** se presenta la posición relativa del terreno destinado a la construcción del Centro Ambiental El Borbollón, con relación a la falla activa Cerro La Cal, que se ubica hacia el oeste del mencionado terreno.

La zona de falla La Cal se localiza en las proximidades del extremo sur del segmento de subducción subhorizontal de los Andes Centrales, en pleno ambiente de Precordillera, y se extiende por unos 30,7 Km desde el río temporario Las Higuieritas hasta aproximadamente el límite departamental urbano Capital-Godoy Cruz, pasando por el borde oriental del Cerro La Cal. El rumbo general de esta zona de falla es meridiano a submeridiano, presentando importantes variaciones locales en los sectores norte y centro, que van en promedio de N 10°E a N7°W respectivamente (Mingorance 2004).

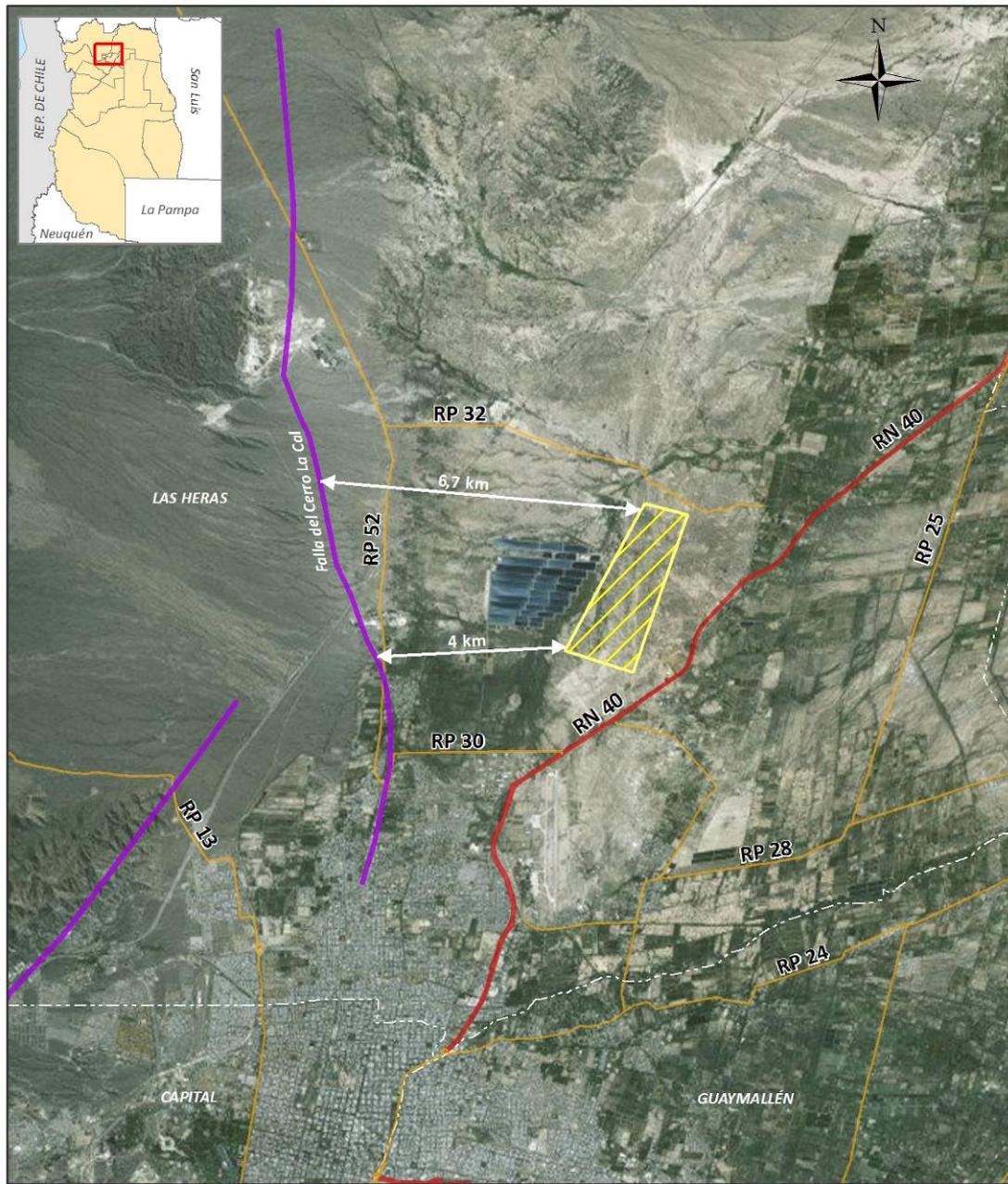
Según lo que se puede observar en la **Figura 69**, resulta que el terreno destinado a la construcción del Centro Ambiental, se encuentra en una Zona Cercana a la Falla

(Near-Fault), que es la zona comprendida dentro de una franja de aproximadamente 15 km a cada lado del fallamiento activo.

Esto, sumado al tipo de suelo (suelo profundo), y la presencia de la falsa freática a una profundidad de 10 a 15 metros existente en el sector, ha determinado que como se mencionó anteriormente, el sitio presente *alto riesgo de licuación de suelos*.

Por tal motivo, se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar el diseño estructural de los edificios a implantarse basándose en lo establecido en el Reglamento INPRES-CIRSO 103, teniendo en cuenta fundamentalmente los “Comentarios a la Parte I: Construcciones en General”, Edición 2013.
- Tener en cuenta esta situación en el diseño y construcción de la impermeabilización del Módulo de disposición final de residuos, a los efectos de prevenir posibles roturas y filtraciones provocadas por los efectos analizados en el presente apartado.
- Respetar lo establecido en el Plan de Contingencias con relación a las previsiones de contingencias por sismo y también por rotura de celda.



-  Falla sismogénica
-  Centro Ambiental
- Ruta**
-  Nacional
-  Provincial

Fuente: LANIGLA (CCT)
Elaboración SLAT



Ministerio de
**Mendoza TIERRAS, AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES**
Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial

Figura 70: Ubicación del terreno con relación a la falla activa Cerro La Cal

4.1.4 Edafología

Los relevamientos edafológicos de la Provincia de Mendoza, cubren con muy diferente grado de detalle, sólo el 16% del territorio provincial. Se han realizado en el sector Carmensa – Provincia de La Pampa (E.S.S.O., 1970), en las Lagunas de Guanacache y desierto de Lavalle (Gaviola de Heras, 1981), en el alto del valle del río las Tunas (Gaviola de Heras, 1982), alrededores de San Rafael (C.F.I. – INTA, 1982), zona El Manzano (Moyano de Imazio et al, 1985), sector La Juna – Agua Nueva (Masotta et al, 1986), Meseta del Guadal y Huayquerías de San Carlos (Masotta y Berra, 1987), El Sosneado y bañados del Atuel (Masotta y Berra, 1989) y piedemonte sur de la Precordillera (Regairaz y Gaviola de Heras, 1993). La mayor parte de los trabajos previamente citados han utilizado el sistema de *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 1975, 1992) y solo en el trabajo de Masotta y Berra, 1989 se ha usado otro sistema de clasificación (FAO-UNESCO, 1971).

Debido a la importancia de la irrigación en esta provincia predominantemente árida, muchos trabajos de relevamiento (Romanella, 1954, 1957; Braun, 1963; Braun y Loos, 1968 a-b; Loos, 1969; IATASA y Latino Consult, 1970; Braun, 1971; Harza, 1971; I.N.C.Y.T.H y otros, 1975; D.G.I., 1987; Regairaz, 1994) solo han incluido la clasificación con fines de riego.

Teniendo en cuenta los trabajos citados en el primer párrafo y algunas reinterpretaciones posteriores (Ferrer y Regairaz, 1993; Regairaz y Gaviola de Heras, 1993) los taxones encontrados en Mendoza y que se mencionan a continuación exceden los reconocidos en el estudio regional (INTA, 1990):

- 1) **ENTISOLES** o suelos de escaso desarrollo: Están representados por **Torrripsamientos** y **Ustipsamientos** (suelos predominantemente arenosos); **Torrifluventes** y **Ustifluventes** (desarrollados sobre sedimentos recientes depositados por ríos), **Torriortentes** y **Ustortentes** (otros Entisoles). Los que tienen el prefijo “torri” son de climas áridos – semiáridos y los de prefijo “usti” de climas semiáridos – subhúmedos. Dentro de los Entisoles con drenaje pobre o régimen de humedad “ácuico” (Soil Survey Staff, 1975) se han encontrado **Fluvacuentes** (la influencia fluvial se evidencia en un decrecimiento irregular de la materia orgánica con la profundidad), **Psamacuentes** (con sedimentos arenosos predominantes) y **Haplacuentes**.
- 2) **INCEPTISOLES** o suelos de escaso desarrollo, algo más desarrollados que los Entisoles: se han encontrado **Eutrocreptes** y algunos **Inceptisoles** con régimen ácuico: **Humacueptes** (con horizonte superficial “mólico”, “úmbrico” o “hístico”) y **Haplacueptes** (otros Inceptisoles mal drenados).
- 3) **ARIDISOLES** o suelos de climas áridos (la evapotranspiración potencial excede ampliamente las precipitaciones en la mayoría de los años): se han reconocido: **Calciortides** (con horizonte “cálcico” o de acumulación de carbono de calcio y a veces con algo de carbonato de magnesio), **Paleortides** (con horizonte

“petrocálcico” o capa fuertemente cementada, constituida predominantemente por carbonato de calcio), **Gipsiortides** (con horizonte “gípsico” o de yeso), **Salortides** (suelos con horizonte subsuperficial “sálico” o con muy elevado contenido salino: 2% o mayor de sales más solubles que el yeso), **Cambortides** (con horizonte “cámbrico” o de alteración) y **Haplargides** (otros Aridisoles).

- 4) **MOLISOLES** o suelos con horizonte superficial “mólico”, rico en materia orgánica humificada (altamente descompuesta e íntimamente unida a la fracción mineral de suelo) y con saturación de bases elevadas (fértil): se han identificado **Haplustoles** y **Calciustoles** (Molisoles de climas subhúmedos secos o semiáridos); **Hapludoles** (de climas subhúmedos húmedos a húmedos) y con drenaje pobre o régimen de humedad ácuico, **Calciacuoles** (con horizonte “cálcico” o “gípsico”) y **Haplacuoles**.
- 5) **HISTOSOLES** o suelos orgánicos: se reconocieron Fibristes (predominan materiales “fíbricos” o poco alterados).

Las especificaciones completas de los requerimientos taxonómicos (contenidos, espesor, etc.) de los horizontes minerales y materiales orgánicos previamente mencionados pueden consultarse en el Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975, 1992).

Con relación al clima del suelo o edafoclima definido por el *Soil Taxonomy*, en Mendoza se han encontrado los siguientes:

- **Régimen de humedad:** Existen casi todos los regímenes: **arídico** (hay marcado déficit de humedad en el suelo durante la mayor parte del año), **ústico** (hay déficit moderado y las precipitaciones son monzónicas), **xérico** (déficit moderado y las precipitaciones son invernales, es decir un clima de tipo Mediterráneo), **údico** (no hay déficit sino un excedente moderado de agua en el perfil del suelo) y suelos con drenaje pobre o régimen ácuico (el suelo está saturado con agua).

En trabajos de escala regional (Van Wambeke y Scoppa, 1975, 1989) solo fue reconocido el régimen **arídico**, que afecta la mayor parte del territorio provincial. En estudios más detallados se identifican el **ústico** en gran parte del piedemonte de la Cordillera Frontal (Schneider et al, 1976; Nijensohn et al, 1979; Gaviola de Heras, 1982) y en el sector apical y medio del piedemonte de la Precordillera (Regairaz y Gaviola de Heras, 1993); el **xérico** en el sector sur de Mendoza (Regairaz en preparación); el **údico** (Regairaz, 1992; Ferrer y Regairaz, 1993) en valles intermontanos y sector apical del piedemonte de la Cordillera Frontal y el **ácuico** (Moyano e Imazio et al, 1985) que es de carácter dominante en el valle del río Grande o aparece con inclusiones en otros paisajes.

Hacia el oeste se produce un gradiente de mayor humedad (arídico – ústico – údico), debido al efecto orográfico de los cordones montañosos que producen un aumento en el valor de las isohietas y una disminución de las isothermas. Esta mayor disponibilidad de agua hacia el sector occidental, es claramente observable por la variación de la cobertura vegetal en imágenes satelitales y se corrobora por la variación de las propiedades edáficas, por ejemplo: hacia el oeste se evidencia aumento en el contenido de materia orgánica, disminución o lixiviación de carbonato de calcio y otras sales más solubles, aumento de las propiedades ándicas, etc. Por otro lado, es interesante mencionar que por Mendoza pasa la diagonal que separa en Argentina las provincias con precipitaciones estivales (régimen ústico) y las invernales (xérico).

- **Régimen de temperatura:** En régimen **térmico**, temperatura media anual del suelo (T.M.A.S.: 15 a 22°C) en la mayor parte del territorio provincial y el único reconocido a escala regional (Van Wambeke y Scoppa, 1975, 1980). Hacia los cordones montañosos del oeste disminuye la temperatura y aparece el **mésico** (T.M.A.S.: 8 A 15°C), fundamentalmente en la parte superior de los piedemontes de Cordillera Frontal y Precordillera. En Cordillera Frontal y Principal se presumen regímenes **criíco** (T.M.A.S.: 0 a 8°C), y **pergéllico** (T.M.A.S.: inferior a 0°C) debido a la altitud y la presencia de diversos procesos criopedológicos activos y/o fósiles, identificados por diferentes autores.

En Mendoza las llanuras eólicas están constituidas fundamentalmente por depósitos arenosos, a diferencia de otras provincias argentinas, por ejemplo Buenos Aires, donde predomina el loess. Debido a que gran parte de estos materiales parentales arenosos se ubican en el sector oriental con clima árido – megatermal (Clasificación de Thornthwaite), conocido como la Llanura de la Travesía, la edafización es escasa y predominan los **Torrripsamientos típicos**. Otros depósitos eólicos se localizan hacia el sector occidental: en clima semiárido – mesotermal encontramos **Ustipsamientos** en la Pampa del Blanquillal, con sedimentos arenosos y **Ustifluventes** y **Ustortentes** en el Graben de Tunuyán, ocupado con depósitos loésicos. Estos suelos solo se mencionan a nivel del Gran Grupo, porque fueron tentativamente reclasificados (Ferrer y Regairaz, 1993) teniendo en cuenta fundamentalmente datos analíticos de los trabajos originales (Gaviola de Heras, 1981, 1982) y algunas evidencias de campo:

- **Los Psamientos** del sector NE de Mendoza, que constituyen el desierto de Lavalle, son ligera a fuertemente salinos (C.E. del extracto de pasta saturada: 1.55-29,14 dS/m), a veces sódicos (R.A.S.: hasta 26,7) y generalmente con presencia de carbonato de calcio y yeso desde la superficie. La vegetación es un bosque xerófito de la Formación del Algarrobal (*Prosopis flexuosa* o algarrobo dulce).

- **Los Psamentes** del sector O, localizados en el sector distal del cono del río Las Tunas, no son salinos (C.E.: 0,24-0,32 dS/m) ni sódicos y evidencian una mayor remoción de sales solubles ya que no se encuentran carbonatos ni yeso aún a profundidad de 1,50 m. La vegetación regionalmente corresponde a la Formación del Jarillal (*Larrea spp.* o jarilla) y en las inmediaciones *Larrea divaricata* que es indicadora de ambientes más húmedos.

También ocupan una importante superficie los **Torrifluventes** y **Torriortentes** típicos y se encuentran en los lugares donde el agua ha sido el principal agente de depositación de los materiales parentales del suelo, por ejemplo, en las planicies lacustres de Guanacache (sector NE), son dominantes los **Torrifluventes típicos**, en la ciénaga de Tulumaya (N) predominan los **Torriortentes típicos**, en los alrededores de la Laguna de Llanquanelo (S) los **Torrifluventes típicos** ocupan la mitad de la unidad de mapeo y el 50% restante son **Torriortentes acuicodurortídicos**. En las planicies aluviales de diversos ríos los **Torrifluventes típicos** ocupan la mayor parte del paisaje y están mezclados en proporciones variables con **Torrripsamentes típicos** desarrollados en médanos que han sepultado geformas aluviales, por ejemplo: en el río Mendoza predominan los primeros, pero en los ríos Diamante y Atuel coexisten prácticamente en proporciones iguales.

También son dominante los **Torriortentes** en relieves volcánicos y en tierras malas (*bad lands*) o “huayquerías” (huayco: cauces secos) elaboradas por erosión hídrica sobre afloramientos friables, por ejemplo: en las huayquerías de San Carlos, que rodean la meseta (peneplanicie) del Guadal, predominan en general los **Torriortentes típicos**; en las mesetas volcánicas y huayquerías del río Colorado, predominan los suelos someros sobre roca o **Torriortentes líticos**. En cambio, los Entisoles de origen aluvial y drenaje pobre ocupan poca extensión areal en la provincia, solamente en un sector del río Grande son dominantes los **Fluvacuentes típicos**. Los Aridisoles también ocupan importantes superficies, especialmente en la Payunia, sector austral ocupado por mesetas lávicas parcialmente sepultadas por sedimentos arenosos. Se han identificado **Haplargides típicos** como componentes dominantes en las huayquerías moderadamente disectadas de las cerrilladas pedemontanas de Lunlunta – Barrancas y **Paleortides típicos** en las pendientes orientales del macizo de San Rafael.

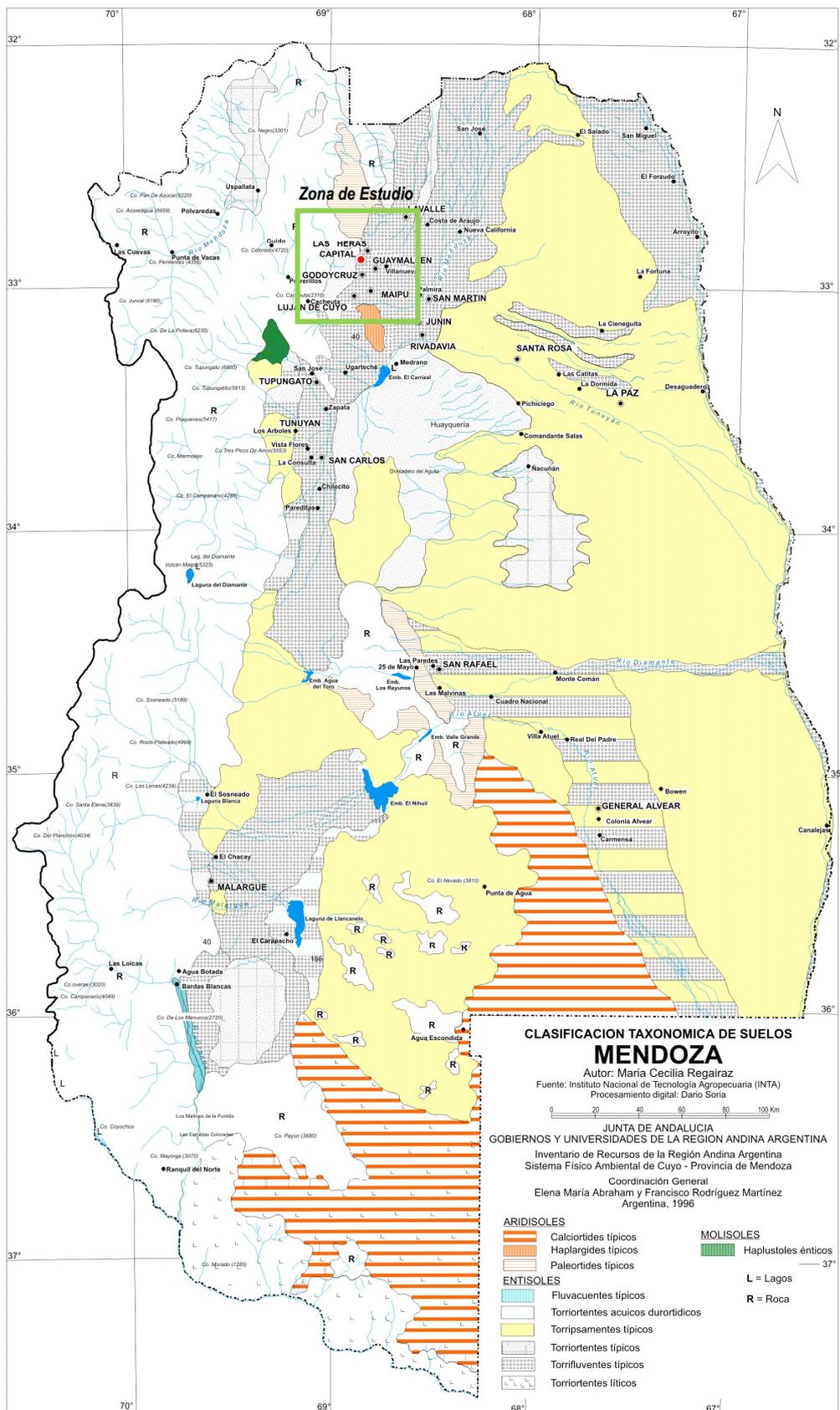


Figura 71: Clasificación Taxonómica de Suelos de la Provincia de Mendoza

En la **Figura 72**, representativa de la taxonomía de suelos a nivel provincial, se ha identificado la Zona de Estudio, la cual se amplía en la **Figura 70**



Figura 72: Taxonomía de suelos Zona Metropolitana

De la ubicación del sitio de implantación del proyecto sobre el mapa de **Figura 73** surge que el sitio de implantación del proyecto se localiza sobre un suelo del grupo **Entisoles**, subgrupo **torrifuventes típicos**, es decir desarrollados sobre sedimentos recientes depositados por ríos, con un régimen de humedad en suelos **ústico**, es decir que hay déficit moderado y las precipitaciones son monzónicas, y con régimen de temperaturas **térmico**, es decir que la temperatura media anual del suelo (T.M.A.S.) varía entre 15 a 22°C, como en la mayor parte del territorio provincial.

El perfil estratigráfico específico del sitio a implantación del Centro Ambiental, se puede observar en el **Anexo 8: Estudios de Suelo del sitio de implantación**

4.1.5 Aptitud de uso del suelo

Del “Proyecto de Fortalecimiento Institucional para el diseño del Plan Estratégico de Desarrollo para la Provincia de Mendoza, Componente 7: Escenarios futuro y estrategias, Producto 9: Informe y cartografía de uso de suelos actuales y aptitud de usos – zonificación” de octubre de 2010, se tomaron las evaluaciones hechas para el Departamento de Las Heras, en donde en el sector sudeste del mismo se ubica el sitio destinado a la implantación del Centro Ambiental El Borbollón.

En el estudio mencionado, en primer lugar se evaluaron los usos actuales del suelo por Departamento de la Provincia, seleccionándose aquellos usos con mayor vocación en el ámbito provincial, estos fueron: Ganadería, Agricultura, Urbano, Industrial, Turismo, Recreativo, Minería e Hidrocarburos.

Luego se analizó la oferta, considerando a la aptitud actual, como aquella clasificación de la aptitud de las tierras, basada en la adaptabilidad para un uso específico, en sus condiciones actuales y sin mejoramiento. Y para el conocimiento de la demanda, se procedió a la selección de variables e indicadores específicos, a los efectos de determinar la demanda de los usos ensayados.

Posteriormente se realizó la confrontación oferta-demanda para comparar requerimientos y limitaciones, de donde surgió un sistema de Clasificación de Aptitudes en: Usos Aptos y Usos No Aptos. Se agrega el detalle de esta clasificación:

Usos Aptos

- **Clase A1 (Altamente Apto):** Unidades territoriales que no tienen limitaciones para la aplicación sostenida de un uso determinado, o sólo con limitaciones de menor cuantía que no reducirán significativamente la producción o los beneficios.
- **Clase A2 (Moderadamente Aptos):** Unidades territoriales con limitaciones que en conjunto son moderadamente aptas para la aplicación de un uso determinado, las limitaciones pueden reducir la productividad y los beneficios.
- **Clase A3 (Marginalmente Apto):** Unidades territoriales con limitaciones que en conjunto son limitadas para la aplicación sostenida de un uso determinado y reducirán la productividad o los beneficios.

Usos No Aptos

- **Clase N1 (No apta actualmente):** Unidades territoriales con limitaciones que pueden ser vencidas con el tiempo, pero que no pueden corregirse con los conocimientos existentes a un costo anualmente aceptable, las limitaciones son tan graves que impiden un uso sostenido y satisfactorio de la tierra en un modo determinado.

En la **Tabla 102**, se pueden observar los resultados obtenidos en la evaluación de aptitud de usos, para el Departamento de Las Heras:

TABLA 102: Aptitud de usos del suelo para el Departamento de Las Heras

Tipo de Uso	Aptitud del Departamento de Las Heras
Uso ganadero bovino extensivo	Moderadamente apto (A2)
Uso agrícola	Marginalmente apto (A3)
Uso urbano e industrial	Moderadamente apto (A2), con recomendación para promoción industrial.
Uso turístico y recreativo	Altamente Apto (A1)
Uso minero y extracción de hidrocarburos	Altamente Apto (A1)

FUENTE: Plan Estratégico de la Provincia de Mendoza 2010

El Departamento de Las Heras, presenta una aptitud del suelo *moderadamente apta* para la ganadería, debido a la gran extensión de este Departamento, aclarando que algunos de los Departamentos que integran la región (como Capital, Godoy Cruz o Guaymallén), al ser predominantemente urbanos, no se considera este uso como compatible.

Las unidades administrativas con aptitud marginal para uso agrícola corresponden a los departamentos de Guaymallén y Las Heras, afectados por procesos degradatorios de uso de la tierra como revenición de suelos, extracción de tierra para ladrilleras, crecimiento urbano sobre zonas irrigadas e inseguridad; que han llevado a una disminución sostenida de las superficies de riego de ambos departamentos a menos de la mitad en los últimos 20 años.

Con relación al uso urbano e industrial se considera que el Departamento de Las Heras posee una calificación de *moderadamente apto* por la influencia del área metropolitana y la oferta de la aglomeración. La aptitud turística de Las Heras, con calificación *altamente apta*, se debe a que este departamento posee fuertes atractivos tradicionales, fundamentalmente naturales y de alta montaña como el Cerro Aconcagua. Y finalmente posee una alta calificación para la *aptitud minera e hidrocarburífera* por su fuerte tradición en estos aprovechamientos.

De la evaluación precedente se puede concluir que el Departamento de Las Heras tiene una importante aptitud para usos industriales (se recomienda para promoción industrial), explotación minera e hidrocarburífera y turismo y recreación.

Específicamente, el terreno destinado a la implantación del proyecto, se encuentra dentro de una zona industrial, esto se debe fundamentalmente a que no se trata de suelos aptos para explotación agrícola o ganadera y a su ubicación estratégica sobre Ruta Nacional N°40 y ubicación en la periferia urbana. Por tal motivo, el proyecto del Centro Ambiental El Borbollón coincide totalmente con el destino actual de los terrenos del entorno.