

# ETAPA 2

---

## Inventario

---



Foto del Campo El Abasto en 2.014

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	4
ABREVIATURAS .....	5
2.1. INTRODUCCIÓN .....	6
2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	6
2.3. ASPECTOS BIOFÍSICOS.....	7
2.3.1. PRECIPITACIÓN .....	7
2.3.2. HELIOFANÍA .....	8
2.3.3. TEMPERATURA .....	8
2.3.4. HELADAS .....	9
2.3.5. VIENTO .....	9
2.3.6. GEOLOGÍA .....	9
2.3.7. SUELOS .....	12
2.3.8. RELIEVE Y TOPOGRAFÍA .....	14
2.3.9. HIDROGEOLOGÍA.....	16
2.3.10. HIDROGRAFÍA.....	18
2.3.11. RIESGOS POR FENÓMENOS NATURALES .....	22
2.3.12. ANÁLISIS DE LAS IMPLICANCIAS DE LOS ASPECTO BIOFÍSICOS SOBRE LA GESTIÓN DE RSU .....	25
2.4. RELEVAMIENTO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS .....	26
2.4.1. FLUJO DE CIRCULACIÓN DE LOS RESIDUOS .....	27
2.4.2. COMPOSICIÓN DE LA GENERACIÓN .....	28
2.4.3. LISTADO DE GRANDES GENERADORES.....	29
2.4.4. FASES DE LA GIRSU QUE SE REALIZA .....	29
2.4.5. PRINCIPALES RECLAMOS PRESENTADOS POR LOS USUARIOS DE LOS SERVICIOS .....	30
2.4.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL GIRSU, EQUIPOS DE TRABAJO QUE LA INTEGRAN, INTERRELACIONES E INTERDEPENDENCIAS EXISTENTES .....	30
2.5. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO Y PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RSU .....	31
2.5.1. POBLACIÓN ACTUAL .....	31
2.5.2. PROYECCIÓN A FUTURO DE LA POBLACIÓN.....	31
2.5.3. POBLACIÓN FLOTANTE, POBLACIÓN TURÍSTICA Y TENDENCIA ESTACIONAL .....	33
2.5.4. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RSU .....	33
2.6. ESTUDIO GEOTÉCNICO EN CAMPO “EL ABASTO” .....	37
2.6.1. ENSAYOS EN CAMPO.....	37
2.6.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	37
2.6.3. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DEL SUBSUELO HALLADO .....	37
2.6.4. ENSAYOS TRIAXIALES .....	38
2.6.5. PERMEABILIDAD .....	39

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

2.6.6. FOTOS.....	42
<b>2.7. ASPECTOS TOPOGRÁFICOS .....</b>	<b>42</b>
<b>2.8. ASPECTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>45</b>
2.8.1. PROBLEMAS DERIVADOS DE LOS BASURALES A CIELO ABIERTO .....	45
2.8.2. IMPORTANCIA DE LOS RELLENOS SANITARIOS .....	45
<b>2.9. ASPECTOS ECONÓMICOS .....</b>	<b>47</b>
2.9.1. ESTIMACIÓN DEL GASTO ANUAL DEL GIRSU .....	47
2.9.2. ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL SERVICIO ACTUAL. TASAS VIGENTES Y COBERTURA DE COSTOS .....	48
2.9.3. PROPORCIÓN DE GENERADORES MOROSOS.....	49
2.9.4. FINANCIAMIENTO DEL GASTO TOTAL ANUAL EN MATERIA DE RSU.....	49
2.9.5. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE SEPARACIÓN .....	49
<b>2.10. SELECCIÓN DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>49</b>
2.10.1. CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN .....	49
2.10.2. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) .....	50
2.10.3. LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL RELLENO SANITARIO.....	52
2.10.4. CONCLUSIÓN DE LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL RELLENO SANITARIO .....	60
<b>2.11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO A: CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA PARA CONCORDIA.....</b>	<b>62</b>

# “Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN DEL CAMPO EL ABASTO.....	6
FIGURA 2: PRECIPITACIONES EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS.....	7
FIGURA 3: PROMEDIOS MENSUALES DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL DIARIA CORRESPONDIENTES A JUNIO Y DICIEMBRE .....	8
FIGURA 4: VIENTOS PREDOMINANTES PARA CONCORDIA PERIODO 2.001-2.010 EN KM/H.....	9
FIGURA 5: PERFIL GEOLÓGICO .....	12
FIGURA 6: MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS.....	12
FIGURA 7: GEOMORFOLOGÍA DE ENTRE RÍOS .....	14
FIGURA 8: ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO.....	16
FIGURA 9: ACUÍFERO GUARANÍ .....	17
FIGURA 10: CUENCAS HÍDRICA DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS.....	18
FIGURA 11: RED DE AVENAMIENTO .....	19
FIGURA 12: PRINCIPALES LOCALIDADES.....	20
FIGURA 13: SUBCUENCAS DE LA CUENCA DE APORTES MENORES AL URUGUAY .....	21
FIGURA 14: SUBCUENCA URUGUAY SUPERIOR I.....	22
FIGURA 15: LOCALIDADES DE ENTRE RÍOS CON RIESGOS DE INUNDACIÓN.....	23
FIGURA 16: ZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA REPÚBLICA ARGENTINA .....	24
FIGURA 17: COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS .....	28
FIGURA 18: CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE CONCORDIA PERIODO 1.914-2.010.....	31
FIGURA 19: COMPARATIVA DE MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN .....	32
FIGURA 20: CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS.....	39
FIGURA 21: PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO N°1 .....	40
FIGURA 22: PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO N°2 .....	41
FIGURA 23: MUESTRAS CON FRACCIONES ARCILLOSAS Y GRAVAS.....	42
FIGURA 24: EJECUCIÓN ENSAYO TRIAXIAL .....	42
FIGURA 25: CURVAS DE NIVEL DEL CAMPO “EL ABASTO” .....	43
FIGURA 26: CURVAS DE NIVEL DE LA POSIBLE UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO .....	44
FIGURA 27: CARTA TOPOGRÁFICA.....	44
FIGURA 28: SELECCIÓN DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO .....	50
FIGURA 29: BASURERO ACTUAL .....	52
FIGURA 30: RED DE DRENAJE .....	52
FIGURA 31: ALTIMETRÍA.....	53
FIGURA 32: LAGUNAS.....	53
FIGURA 33: PENDIENTES .....	54
FIGURA 34: GEOLOGÍA .....	54
FIGURA 35: GEOMORFOLOGÍA.....	55
FIGURA 36: PROFUNDIDAD DE LA CAPA FREÁTICA .....	55
FIGURA 37: SUELO.....	56
FIGURA 38: PERMEABILIDAD.....	56
FIGURA 39: GEOTECNIA .....	57
FIGURA 40: APTITUD A LA EXPANSIÓN URBANA .....	57
FIGURA 41: VULNERABILIDAD A LAS INUNDACIONES .....	58
FIGURA 42: MINERALES EN USO.....	58
FIGURA 43: APTITUD A LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS.....	59
FIGURA 44: USO DEL SUELO .....	59

# “Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

FIGURA 45: LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO .....	60
---	----

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DURANTE LA DÉCADA 2.001-2.010 PARA CONCORDIA.....	7
TABLA 2: HELIOFANÍA EFECTIVA (EN HORAS) PERÍODO 2.001 – 2.012 .....	8
TABLA 3: TEMPERATURA (EN °C) PERÍODO 2.001 – 2.012 .....	8
TABLA 4: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA CORRESPONDIENTE A LA ZONA DE CONCORDIA .....	10
TABLA 5: FICHA TÉCNICA DEL MUNICIPIO DE CONCORDIA.....	26
TABLA 6: COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS.....	28
TABLA 7: LISTADO DE GRANDES GENERADORES.....	29
TABLA 8: ESTADO DE LA GIRSU ACTUAL EN CONCORDIA.....	29
TABLA 9: CRITERIOS DE PONDERACIÓN.....	30
TABLA 10: RESULTADOS DE NIVEL TÉCNICO-OPERATIVO DE LAS FASES DE GIRSU.....	30
TABLA 11: POBLACIÓN TOTAL DE CONCORDIA PERIODO 1.914 – 2.010 .....	31
TABLA 12: COMPARATIVA DE MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN.....	32
TABLA 13: TURISTAS PERIODO 2.008 – 2.012 PARA LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS.....	33
TABLA 14: VISITANTES AL COMPLEJO TERMAL “VERTIENTE DE LA CONCORDIA” PERIODO 2.013-2.017 .....	33
TABLA 15: PROYECCIÓN FUTURA DE POBLACIÓN TURISTA .....	34
TABLA 16: PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RSU (HIPÓTESIS 1).....	35
TABLA 17: PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RSU (HIPÓTESIS 2).....	36
TABLA 18: RESULTADOS DE ENSAYOS TRIAXIALES .....	38
TABLA 19: BASURAL A CIELO ABIERTO VS. RELLENO SANITARIO .....	46
TABLA 20: COSTO GESTIÓN GIRSU POR FASE (AÑO 2.012).....	47
TABLA 21: COSTOS POR CATEGORÍAS (AÑO 2.012).....	47
TABLA 22: COSTOS POR PROGRAMAS (AÑO 2.012) .....	48
TABLA 23: RELACIÓN DE INGRESOS Y GASTOS GIRSU .....	48
TABLA 24: COMPOSICIÓN DE LOS COSTOS DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES (AÑO 2.012) .....	49
TABLA 25: CARGA DIARIA A DISPONER MAYOR A 50 TONELADAS.....	50
TABLA 26: TASAS MEDIAS ANUALES DE VARIACIÓN POBLACIONAL.....	62
TABLA 27: PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	63
TABLA 28: PROYECCIÓN PARA CONCORDIA CON MÉTODO DE LA TASA GEOMÉTRICA DECRECIENTE .....	63
TABLA 29: COEFICIENTES DE PONDERACIÓN .....	64
TABLA 30: PROYECCIÓN POBLACIÓN DE ENTRE RÍOS.....	65
TABLA 31: PROYECCIÓN PARA CONCORDIA CON MÉTODO RELACIÓN - TENDENCIA .....	66
TABLA 32: PROYECCIÓN PARA CONCORDIA CON MÉTODO CURVA LOGÍSTICA O MÉTODO DE SATURACIÓN .....	67

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

**ABREVIATURAS**

CEAMSE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado

CIRSOC: Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles

GIRSU: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

IGN: Instituto geográfico nacional

INPRES: Instituto nacional de prevención sísmica

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

MC: Material de cobertura

RN: Ruta nacional

RP: Ruta provincial

RS: Residuo sólido

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

S/D: Sin datos

SMN: Servicio meteorológico nacional

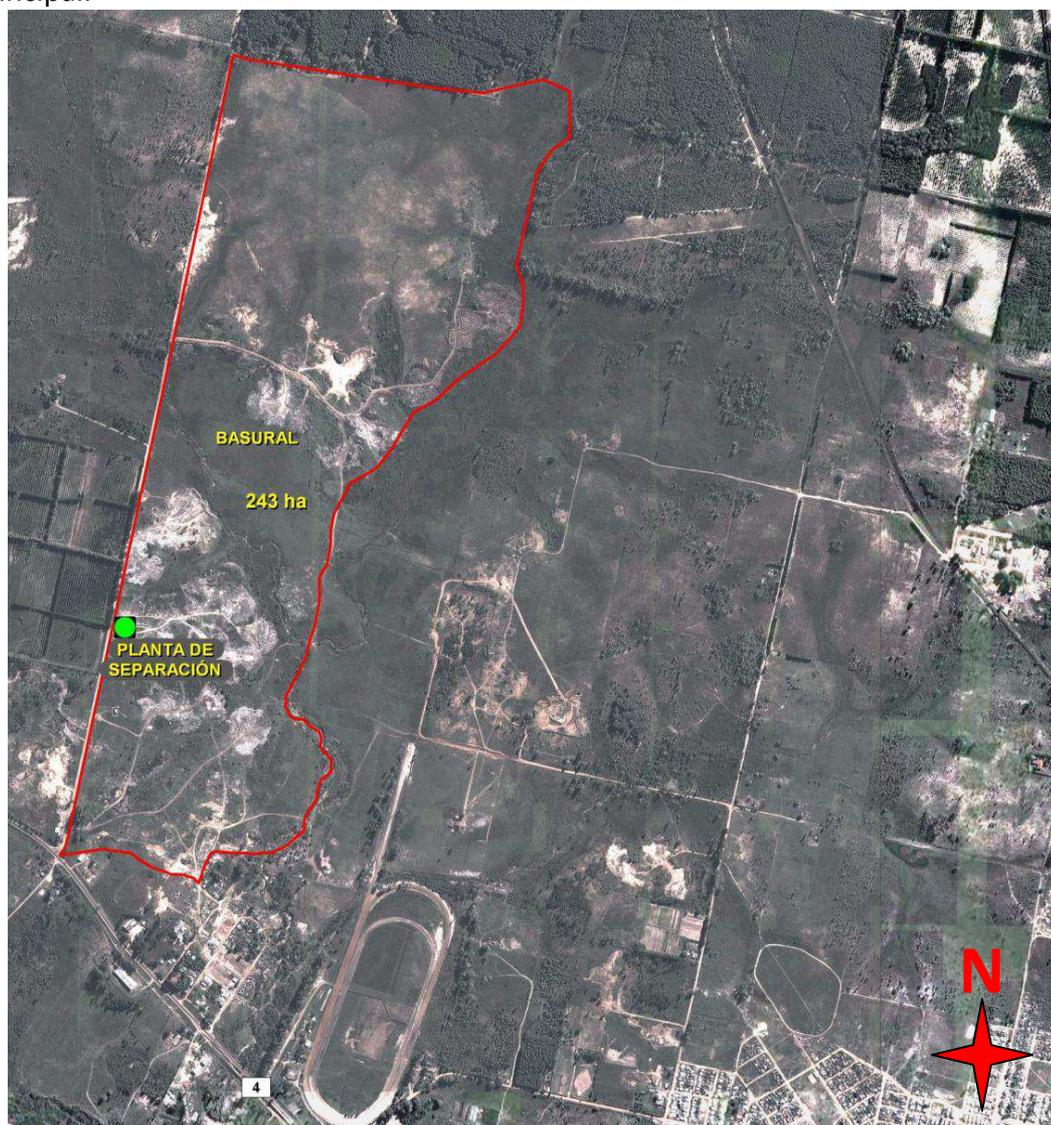
TGI: Tasa general de inmuebles

## 2.1. INTRODUCCIÓN

La presente etapa trata sobre la definición del lugar de emplazamiento del proyecto del relleno sanitario para el departamento de Concordia. Para esto se estudian los aspectos más relevantes tales como: biofísicos, demográficos, geotécnicos, topográficos y económicos del área de estudio. Se profundizan los temas descritos en la etapa anterior con la detección de aspectos ambientales críticos.

## 2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El departamento de Concordia ha dispuesto en las últimas décadas los residuos sólidos generados, en un terreno municipal de 243 ha, denominado Campo El Abasto, ubicándose en la zona noroeste de la ciudad sobre RP 4 y ubicado a 12 km de la plaza principal.



**Figura 1: Ubicación del Campo El Abasto**

Beckmann, Carolina Silvia

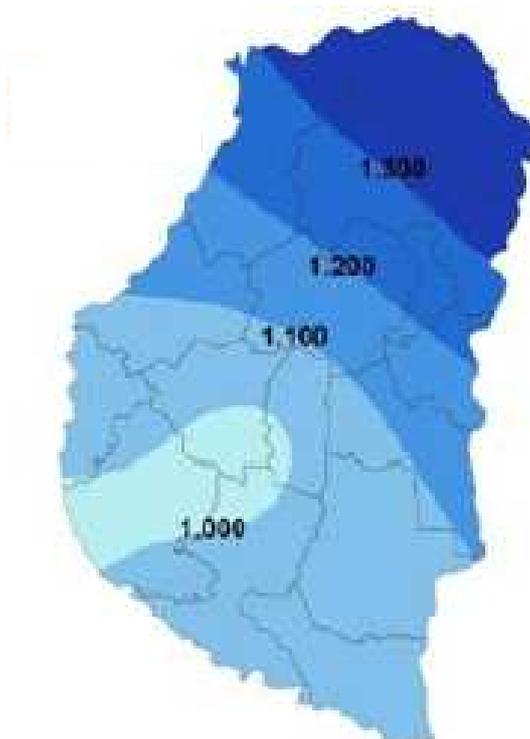
---

## 2.3. ASPECTOS BIOFÍSICOS

### 2.3.1. Precipitación

La época lluviosa va de octubre a abril, con el 73% del total anual, mientras que en el período mayo a setiembre se registra el 27%.

Las precipitaciones anuales en Entre Ríos disminuyen en forma gradual de NE a SO desde los 1.400 mm a 1.000 mm.



**Figura 2: Precipitaciones en la provincia de Entre Ríos**

Tabla 1: Precipitación media mensual durante la década 2.001-2.010 para Concordia

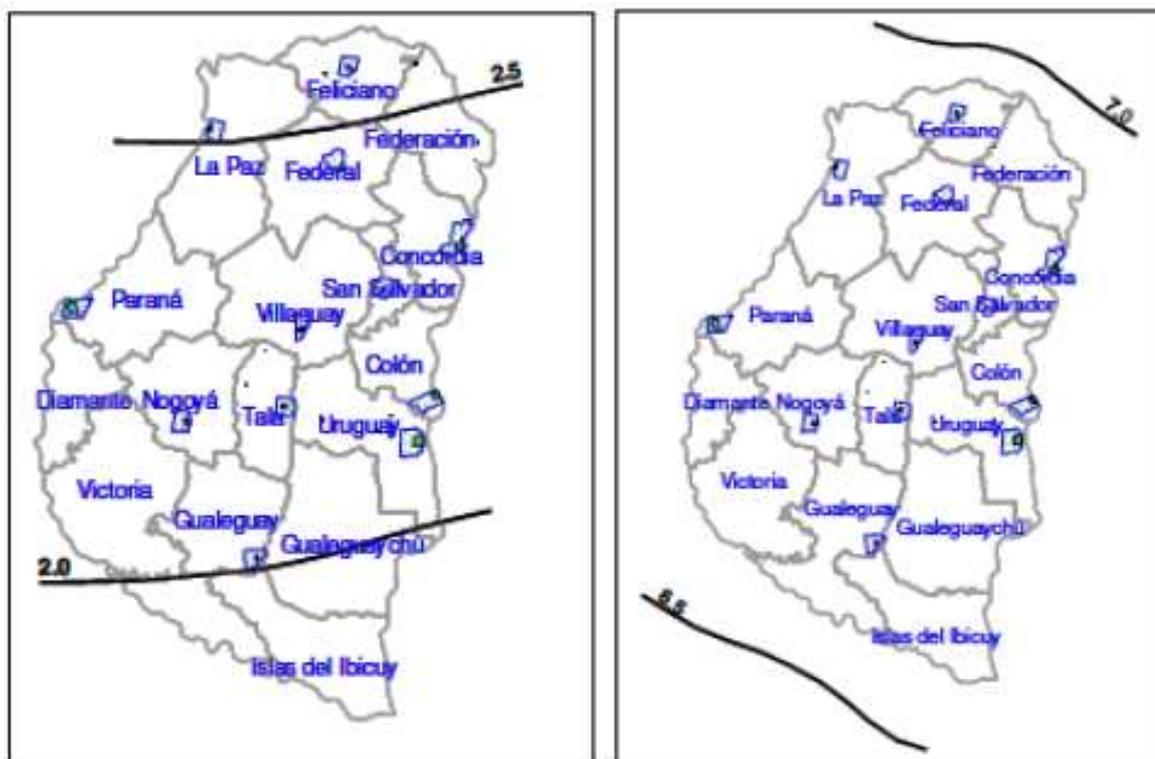
Enero	130,9 mm
Febrero	161,8 mm
Marzo	164,3 mm
Abril	167,6 mm
Mayo	91,2 mm
Junio	99,2 mm
Julio	38,9 mm
Agosto	62,6 mm
Septiembre	99,8 mm
Octubre	175,9 mm
Noviembre	163,0 mm
Diciembre	119,5 mm
ANUAL	1.474,7 mm

Beckmann, Carolina Silvia

### 2.3.2. Heliofanía

La duración del día, sin considerar los crepúsculos, para Concordia el 21 de marzo es de 9 horas 57 minutos y el 21 de diciembre es de 14 horas 3 minutos.

Los valores obtenidos de los promedios mensuales de radiación solar global diaria para Concordia correspondientes a junio y diciembre son 2,4 y 6,8 respectivamente expresados en kWh/m<sup>2</sup>día.



**Figura 3: Promedios mensuales de radiación solar global diaria correspondientes a junio y diciembre**

La heliofanía efectiva se refiere al tiempo en que se recibe luz solar directa, su valor se relaciona con la latitud y época del año, que determinan la diferente duración del día y está sensiblemente modificado por el relieve del lugar.

Tabla 2: Heliofanía efectiva (en horas) período 2.001 – 2.012

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
7,9	7,6	6,4	5,6	4,5	3,3	4,3	5,1	5,0	6,8	7,6	7,1	5,9

### 2.3.3. Temperatura

Tabla 3: Temperatura (en °C) período 2.001 – 2.012

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
Máx.	32,3	30,5	28,8	24,8	20,5	18,2	18,2	20	22	25,2	27,9	30,2	24,9
Mín.	19,5	18,9	17,8	13,7	10,2	8,6	7,5	8,4	10,1	13,4	15,5	17,6	13,4

Beckmann, Carolina Silvia

---

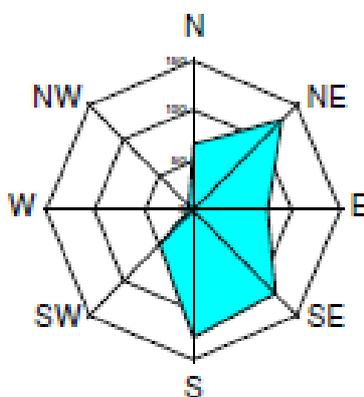
### **2.3.4. Heladas**

Las heladas son una de las principales adversidades climáticas de la agricultura, sin embargo en un sitio de disposición final de RSU regulan la población de los vectores como los insectos. Se trata de un fenómeno ocasional que tiene una expresión altamente microclimática, donde la ocurrencia, la intensidad y la duración son afectadas por los cursos de agua y el relieve ondulado.

La incidencia de las heladas (de acuerdo a los datos del SMN) se da entre los meses de mayo a septiembre, el mes con mayor ocurrencia es de julio. El valor máximo de número medio de días con heladas en julio para la localidad de Concordia es de 2,9 días y el valor anual de 2,9 días.

### **2.3.5. Viento**

Entre Ríos se halla bajo la influencia de vientos regulares que a lo largo del año provienen con mayor frecuencia del NE y del SE, son importantes también los del N y S con frecuencias algo inferiores. Las componentes O, NO y SO presentan, en general, frecuencias bajas mientras que las del E son más altas en primavera y verano que en las otras dos estaciones. En invierno aumenta la frecuencia de los vientos S y SE, en primavera y verano se incrementan las frecuencias de los vientos del E. La velocidad del viento es mayor en los meses de agosto, septiembre y octubre, los valores menores se producen en verano.



**Figura 4: Vientos predominantes para Concordia periodo 2.001-2.010 en km/h.**

### **2.3.6. Geología**

La geología de los terrenos aflorantes en la provincia de Entre Ríos difiere según se considere el borde Oriental (río Uruguay) o el borde Occidental (río Paraná).

La geología de Entre Ríos es el resultado de una serie de acontecimientos tanto de tipo estructural (fallamiento del basamento cristalino) como sedimentario (relleno de los terrenos bajos con sedimentos de origen marino, fluvial y/o eólico).

En general los niveles más antiguos reconocidos en la provincia corresponden a la Fm Serra Geral de edad Cretácico medio (= Lavas de Arapey, Meláfiro de Serra Geral, etc.).

Beckmann, Carolina Silvia

---

Tabla 4: Columna estratigráfica correspondiente a la zona de Concordia

<b>Borde Oriental (Río Uruguay)</b>
Fm Serra Geral (Cretácico Medio a Sup.)
Fm Yeruá (Cretácico Sup.)
Fm Fray Bentos (Oligoceno)
Fm Salto Chico (Plioceno Sup. – Pleistoceno Inf.)
Fm El Palmar (Pleistoceno Sup.)
Fm La Picada (Holoceno)
Fm Serra Geral (Cretácico Medio a Sup.)
Fm Yeruá (Cretácico Sup.)
Fm Fray Bentos (Oligoceno)
Fm Salto Chico (Plioceno Sup. – Pleistoceno Inf.)
Fm El Palmar (Pleistoceno Sup.)
Fm La Picada (Holoceno)

**Descripción de las unidades formacionales:**

**2.3.6.1. Formación Serra Geral (= Lavas de Arapey, Meláfiro de Serra Geral, Fm Curuzú Cuatía)**

Es la efusión basáltica de mayor extensión mundial, cubriendo alrededor de 1 millón de km<sup>2</sup> en territorio brasileño, paraguayo, uruguayo y argentino.

Desde el punto de vista petrográfico son basaltos de tipo toleítico, de grano fino, de textura afanítica, de colores pardos rojizos hasta gris oscuro y negro.

**2.3.6.2. Formación Yeruá (= Fm Puerto Yeruá, Conglomerado brechoso)**

Esta unidad se apoya sobre los basaltos de Serra Geral en forma discordante. Son sedimentitas entre las que predominan areniscas gruesas y medianas, cementadas con sílice y óxidos de hierro que le otorgan alto grado de tenacidad.

En Entre Ríos aflora en la margen izquierda del Arroyo Yeruá (Departamento Concordia) y a lo largo de la costa del río Uruguay en forma discontinua.

**2.3.6.3. Formación Fray Bentos (= Calcáreo brechoso, = Serie de Fray Bentos)**

Si bien los afloramientos no son frecuentes, su extensión de área es importante ya que ha sido reconocida en varios puntos del NE y E de la provincia de Entre Ríos, en la vecina provincia de Corrientes y en la República Oriental del Uruguay.

Para Entre Ríos, Herbst asigna a esta formación las areniscas muy finas con cemento arcilloso o calcáreo de color pardo rosado expuestos en lugares como Cueva del Tigre (Chajarí), El Brete (Concordia), Puerto Salduna (Sur de Concordia) y diversos sitios a lo largo de la costa del río Uruguay.

Esta formación ha sido atribuida al Oligoceno (Bertolini, J.C.; Kraglievich, L.) y al Mioceno (Herbst).

Beckmann, Carolina Silvia

---

#### **2.3.6.4. Formación Salto Chico (= Fm Salto)**

Si bien se extiende por Corrientes, Entre Ríos y la República Oriental del Uruguay, los afloramientos más importantes son a lo largo del río Uruguay en Entre Ríos hasta la altura de la ciudad de Gualeguaychú. Está constituida por capas de textura variable desde areniscas hasta conglomerados de color predominantemente rojizo intercalándose entre ellas cuerpos lenticulares arcillosos o limo arcillosos de color verde. Esta formación también constituye un nivel acuífero importantísimo para la provincia ya que sobre la existencia del mismo se ha generado un área de cultivo de arroz.

#### **2.3.6.5. Formación El Palmar**

Conformando una faja de ancho variable en el borde oriental de la provincia, se extiende desde el Sudeste de Corrientes hasta Concepción del Uruguay. La litología está representada por cantos rodados y gravas dispuestas en forma de lentes de varios metros de largo y espesor variable entre 4 y 10 metros en una masa arenosa de grano medio y color rojizo y amarillento. Su origen es fluvial, el río Uruguay dio origen a estos depósitos en condiciones semejantes a las actuales con un perfil de equilibrio determinado por cotas más altas (Iriondo, M.). A esta unidad se le asigna edad Pleistoceno Superior debido a su posición respecto a la Fm Salto Chico.

#### **2.3.6.6. Formación La Picada**

Constituye los depósitos sedimentarios aluviales de los ríos y arroyos que actualmente surcan la provincia. Estos depósitos dan lugar a una terraza bien desarrollada en los afluentes de importancia tanto del río Paraná como del río Uruguay. Debido a su amplia distribución la litología de esta unidad es variable de un cauce a otro encontrándose sedimentos gruesos hacia la base llegando a limosos en los sectores cuspidales.

#### **2.3.6.7. Formación Ituzaingó (= Mesopotamiense + Rionegrense fluvial, = Fm Puelches, etc.)**

Litológicamente son arenas de grano mediano a fino no siendo extraño encontrar niveles de grava. El color predominante es amarillo ocre desde rojizas a blanquecinas y pueden encontrarse niveles limo- arcillosos. Aflora principalmente en las barrancas de margen izquierda del río Paraná y en aquellos puntos donde el relieve alcanza cotas inferiores a los 40 metros sobre el nivel del mar. Esta unidad se constituye en la principal fuente de abastecimiento de agua con características físico-químicas que la hacen apta para consumo humano y, por los caudales que eroga, también para riego complementario. Se extiende por el subsuelo de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires, con espesores diversos.

“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

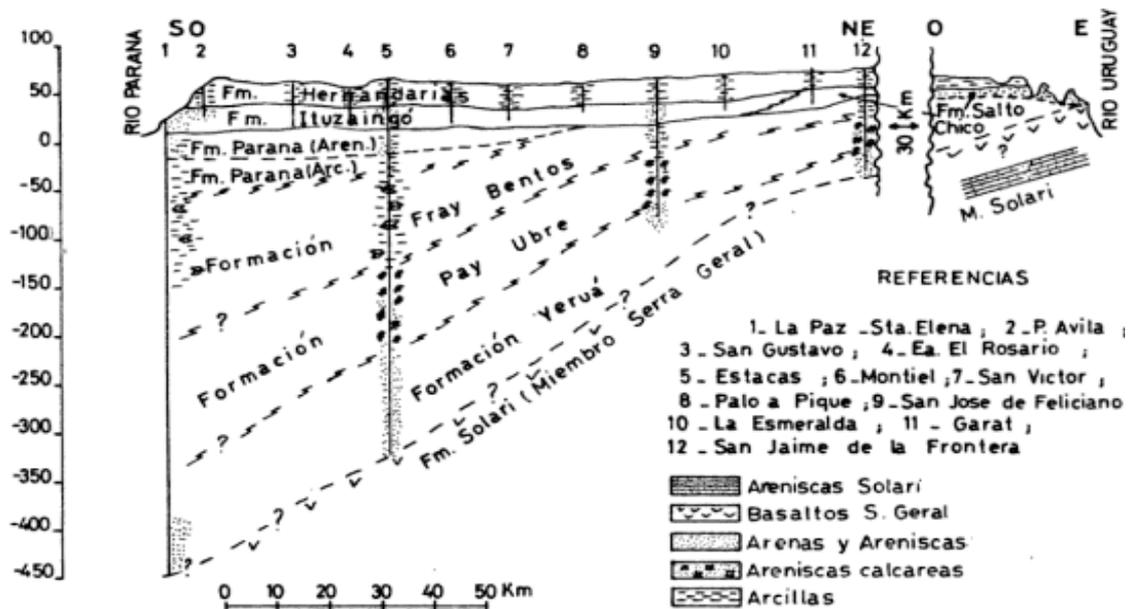


Figura 5: Perfil geológico

2.3.7. Suelos

En la provincia de Entre Ríos existen cinco órdenes distribuidos en diferentes áreas del territorio geográfico. Según la clasificación del INTA:

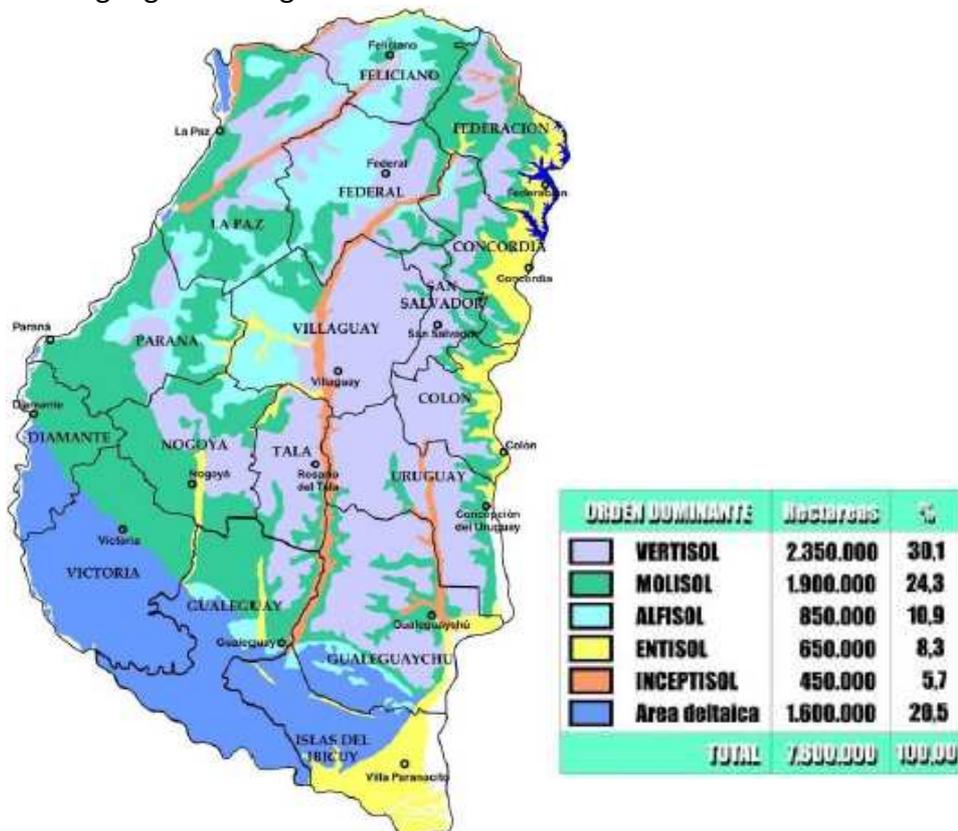


Figura 6: Mapa de suelos de la provincia de Entre Ríos

Beckmann, Carolina Silvia

---

El orden predominante corresponde a los suelos Vertisoles que ocupa el 30,13 % de la superficie provincial (2.350.000 ha), seguido por el orden Molisol, abarcando el 24,36 % (1.900.000 ha). En menor proporción se encuentran los suelos del orden Alfisol 10,9 %, los suelos de orden Entisoles están presentes en un 8,33 %, y por último, el orden Inceptisol que ocupa el 5,77 %.

#### **2.3.7.1. Molisoles**

Están ubicados en una franja paralela al río Paraná. Son de color pardo livianos permeables y fáciles de manejar.

A nivel de Subgrupo de suelos, se deben distinguir dos, Argiudol es típicos (Brunizems) y Argiudoles vérticos (Brunizems vertisólicos), estos últimos se presentan hacia el este de la provincia, donde el loess se va mezclando con limos calcáreos. En su parte superficial son los similares a los Argiudoles típicos pero en los horizontes profundos presentan características de Vertisoles. Las tierras que presentan este tipo de suelo son aptas para uso agrícola siendo su limitante la gran susceptibilidad a la erosión.

#### **2.3.7.2. Vertisoles**

Abarcan la mayor parte de la provincia. Son suelos negros muy oscuros difíciles de trabajar tienen un elevado porcentaje de arcilla expansiva. La capa fértil es muy delgada por la erosión natural y por el mal uso lo que hace aparecer arcilla.

Como está en una región de relieve ondulado, en lugares sin árboles, el agua de lluvia cae sobre la cima de la lomada y desciende en busca de cursos de agua arrastrando con fuerza los sedimentos. Por eso se consideran mejores campos aquellos que lindan con arroyos o ríos porque se acumula la tierra fértil de las zonas altas.

Entre Ríos y Corrientes son prácticamente los únicos lugares del país en donde se encuentran suelos Vertisoles.

#### **2.3.7.3. Alfisoles**

Se ubican en las áreas altas planas o muy suavemente onduladas en el centro y centro-norte de la provincia. A nivel de subgrupo se distinguen dos tipos, Ocracualfes típicos (Planosoles), son suelos que muestran muy restringida aptitud para los cultivos ya que los rendimientos son bajos y hay mucho riesgo de fracaso total o parcial de las cosechas. No tienen problemas de erosión pero el drenaje deficiente y las condiciones físicas adversas constituyen una limitación muy severa. Y Ocracualfes vérticos (Planosólicos) que se encuentran en áreas con pendientes muy suaves. Cuando el gradiente supera el 1% su susceptibilidad a la erosión constituye una gran limitante. Si bien su aptitud para uso agrícola es algo mejor que la de los anteriores, el mismo debe ser esporádico por el riesgo de erosión.

Son suelos oscuros, arcillosos impermeables y las raíces encuentran dificultades para penetrarlos.

Beckmann, Carolina Silvia

---

#### **2.3.7.4. Entisoles**

Se localizan sobre una franja irregular en la costa del río Uruguay de ancho variable entre 2 y 30 km. Se distinguen dos tipos o casos, suelos arenosos rojizos profundos, siendo los más aptos para forestación y plantaciones de citrus. Sus limitaciones principales son la baja fertilidad y la baja capacidad de retención de agua, lo que los hace prácticamente ineptos para uso agrícola. Y suelos arenosos pardos, son arenosos, con material arcilloso de profundidad variable. Su aptitud para uso agrícola es mayor que los anteriores porque tanto su fertilidad como su capacidad de retención de agua, también son mayores.

#### **2.3.7.5. Delta**

Son suelos ubicados en ambientes con exceso de humedad. Distinguimos dos variedades:

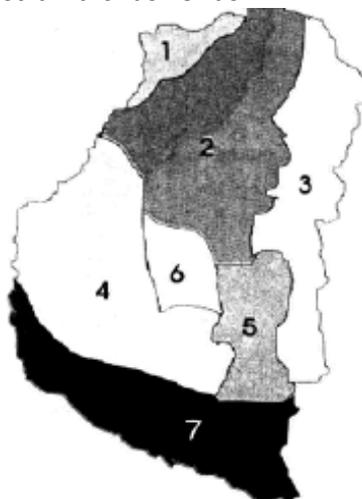
- a) aquellos que se encuentran prácticamente todo el año bajo agua por lo que tienen una importante capa de materia orgánica sin descomponer.
- b) aquellos en los que se han instalado obras de drenaje lo que permite la forestación y algunos cultivos.

#### **2.3.8. Relieve y Topografía**

En el trabajo “Geomorfología de Entre Ríos” del INTA se distinguen siete regiones:

- Región 1 - Depósitos antiguos del río Paraná
- Región 2 - Superficie Feliciano-Federal
- Región 3 - Faja arenosa del río Uruguay
- Región 4 - Lomadas loésicas de Crespo
- Región 5 - Colinas de Gualeguaychú
- Región 6 - Área de Rosario del Tala
- Región 7 - Complejo deltaico

En el siguiente gráfico se muestran dichas zonas:



**Figura 7: Geomorfología de Entre Ríos**

Beckmann, Carolina Silvia

---

### **Depósitos Antiguos del Río Paraná (Región 1)**

En esta región se manifiestan geofomas típicamente fluviales como por ejemplo terrazas, con otras de típica génesis eólica (dunas del Arroyo Yacaré).

Los terrenos son bajos e inundables y mal drenados.

### **Superficie Feliciano-Federal (Región 2)**

Unidad erodada o bastante erodada que se trata de un suelo bien desarrollado y lixiviado que ocupa una “meseta” muy plana con morfología eólica. Son rasgos destacables los “bañados de altura”, áreas de avenamiento difícil de la alta cuenca del río Gualeguay y del arroyo Feliciano y las pequeñas lagunas con afluentes poco ramificados de algunos cientos metros de largo que en planta presentan aspecto semejante a neuronas. Se trata entonces de un suelo policíclico desarrollado sobre una superficie originada en clima seco que posteriormente experimentó una fase húmeda que permitió su lixiviación.

La zona es casi plana suavemente ondulada, estas ondulaciones alcanzan alturas absolutas de 80 metros sobre el nivel del mar.

### **Faja Arenosa del Río Uruguay (Región 3)**

Se desarrolla como una faja discontinua de pocos kilómetros de ancho en el borde oriental de Entre Ríos desde el límite con Corrientes hasta la latitud de Gualeguaychú.

En los sectores donde presenta mayor desarrollo de área y espesor es de morfología suavemente ondulada, de carácter eólico, llegando a constituir campos de dunas de hasta dos metros, es como por ejemplo al Norte de Federación.

Esta zona está representada como una franja arenosa paralela al margen derecho del río Uruguay de un ancho variable de 20 a 45 km. Son tierras aptas para la forestación y la agricultura.

### **Lomadas Loésicas De Crespo (Región 4)**

Esta área es una planicie ondulada a suavemente ondulada, con pendientes cortas y compuestas de 3 - 5% de inclinación. El material de origen eólico (loess) presenta moderado espesor adelgazándose hacia el Este-Sureste con el consiguiente afloramiento de los materiales más antiguos subyacentes, arcillosos. Es característica del área la erosión fluvial en épocas de grandes lluvias. En esta región se registran las mayores alturas topográficas del territorio.

### **Colinas de Gualeguaychú (Región 5)**

Ambiente semejante al descripto para la región 4, con lomadas más suaves y desniveles menos abruptos, a tal punto que las alturas máximas no sobrepasan los 65-70 m.s.n.m. El loess presente en esa área presenta mayor proporción de carbonato de calcio.

### **Área de Rosario del Tala (Región 6)**

Representa una transición entre las lomadas loésicas de Crespo y las colinas de Gualeguaychú. Lo que se evidencia en las cotas de superficie. Presenta la característica de actuar como “domo” ya que los cauces escurren en todas direcciones, así el arroyo Durazno y otros menores lo hacen hacia el Norte, el arroyo Cle hacia el sur y hacia Este y Oeste cauces menores afluentes del arroyo Nogoyá y el río Gualeguay respectivamente.

Es un área baja y deprimida con cursos de agua que presentan forma irregular.

Beckmann, Carolina Silvia

### Complejo Deltaico (Región 7)

Está constituida por varias unidades geológicas que pertenecen a cuatro fases bien definidas de su evolución a saber: Fluvial, marina, estuárica y fluvio deltaica.

#### 2.3.9. Hidrogeología

##### 2.3.9.1. Aguas superficiales en el Departamento de Concordia

El principal cuerpo de agua superficial es el río Uruguay. Su derrame anual medio es del orden de los 150.000 hm<sup>3</sup>. A la altura de Concordia se encuentra el embalse generado por la construcción de la represa Salto Grande. Otros cuerpos de agua de menor relevancia que desembocan sobre la margen derecha del río Uruguay son los Arroyos Yeruá, Ayuí, Yuquerí Grande.

##### 2.3.9.2. Aguas subterráneas en el Departamento de Concordia

Se evidencia la presencia de niveles acuíferos en rocas cretácicas (Basaltos de Serra Geral aflorantes o próximos a la superficie) en una estrecha franja paralela al río Uruguay y la presencia de acuíferos en formación Salto Chico en todo el ámbito del departamento de Concordia. También se encuentra el acuífero termal en niveles de formación Botucatu (Acuífero Guaraní).

La presencia de este acuífero es de gran importancia desde el punto de vista terapéutico – recreativo. En general, las aguas alumbradas en el departamento, cualquiera sea su origen, son de buena calidad.

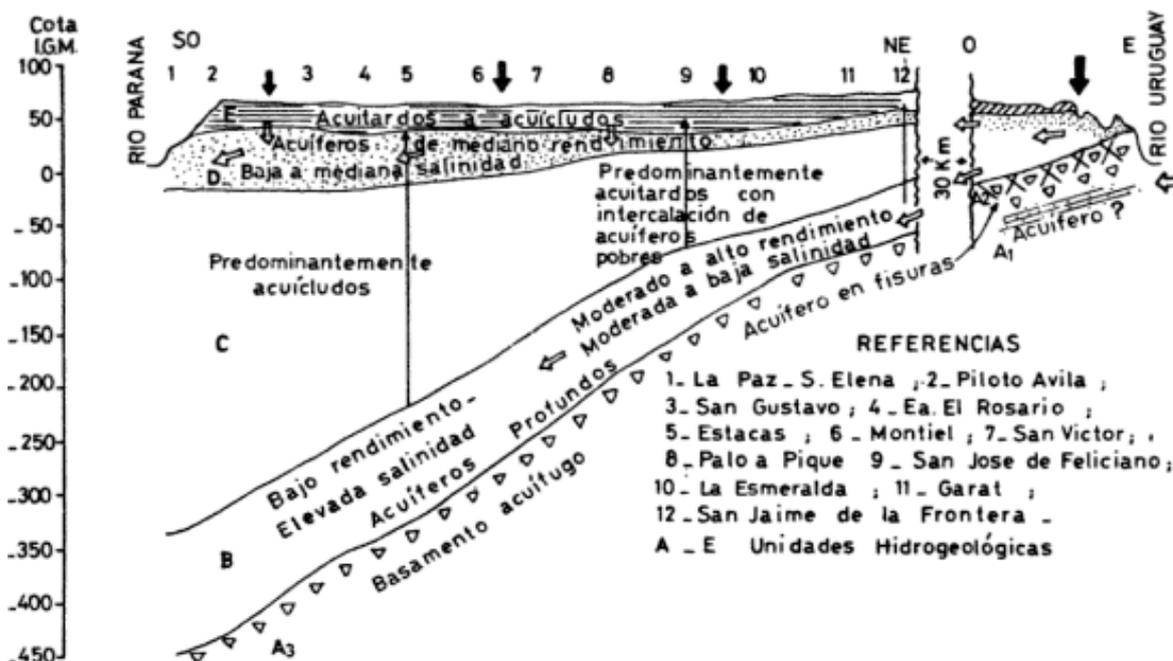


Figura 8: Esquema hidrogeológico

“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

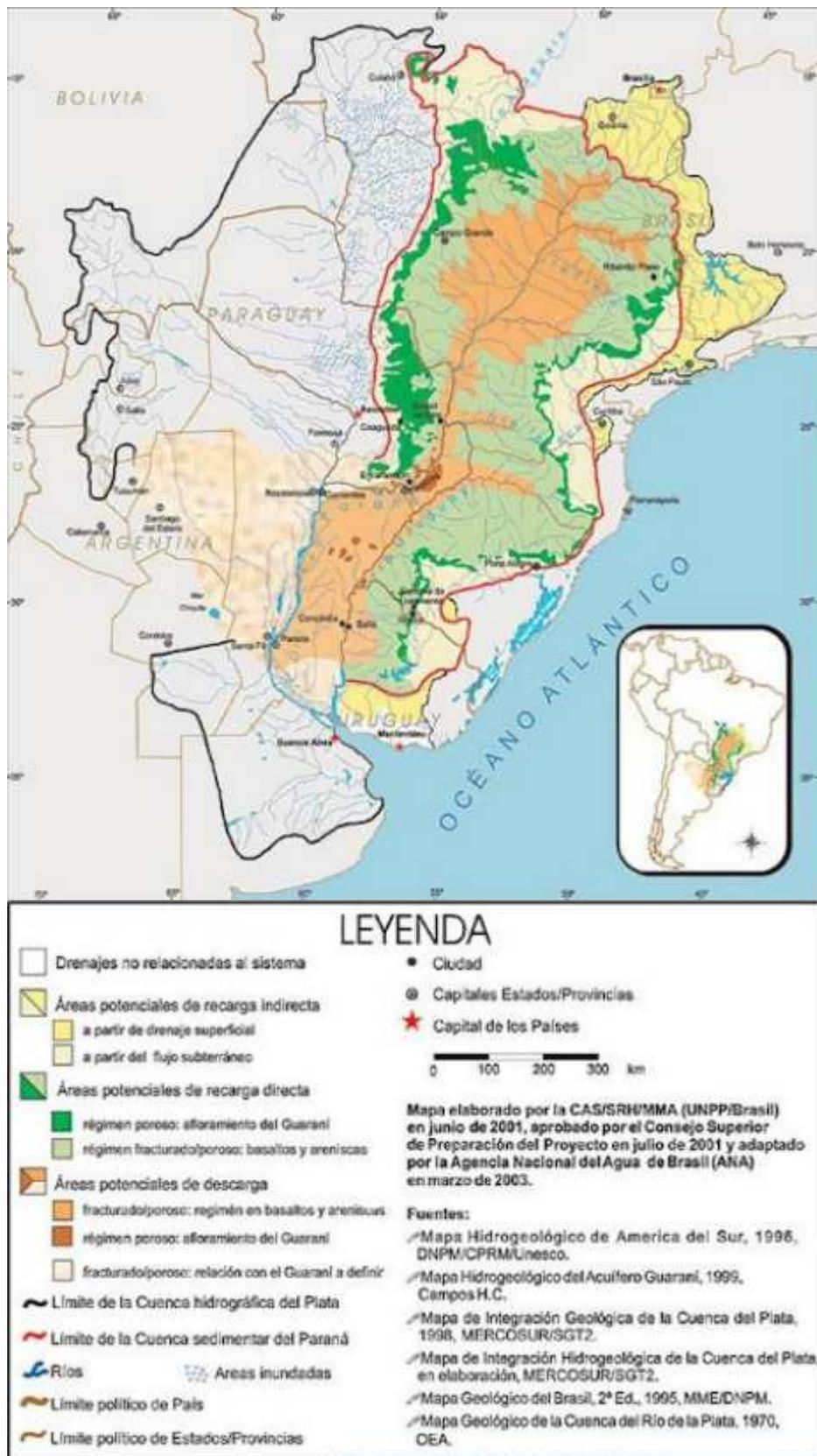


Figura 9: Acuífero Guarani

Beckmann, Carolina Silvia

### 2.3.10. Hidrografía

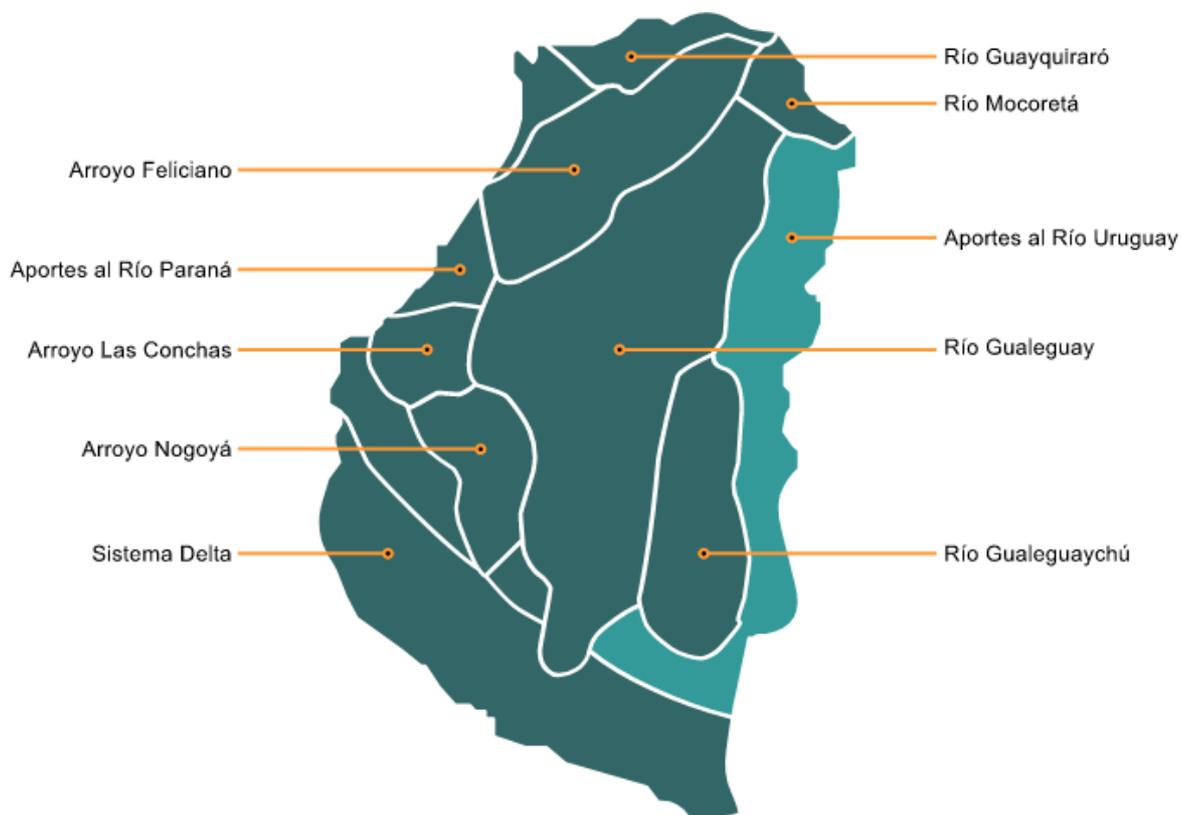


Figura 10: Cuencas hídricas de la provincia de Entre Ríos

#### 2.3.10.1. Características generales de la Cuenca de Aportes Menores al Uruguay

El tramo entrerriano del Uruguay se extiende desde la confluencia del Mocoretá hasta su unión con el Paraná Guazú, frente al Carmelo de la República Oriental del Uruguay. Se trata de un río de régimen muy irregular con crecidas invernales y estiajes de verano. Se alimenta de lluvias subtropicales entre abril y septiembre, que se hacen más abundantes a principios de otoño y fines de invierno. Crece en Junio y Octubre y su estiaje se produce de Enero a Marzo.

La ribera entrerriana es baja e inundable; en tanto la margen derecha (República Oriental del Uruguay) es más alta (20m) cubierta de vegetación.

Vertiente: Sus aguas tienen orientación N-S y desaguan en el Río de la Plata.

Superficie de la cuenca: 10.080 km<sup>2</sup>

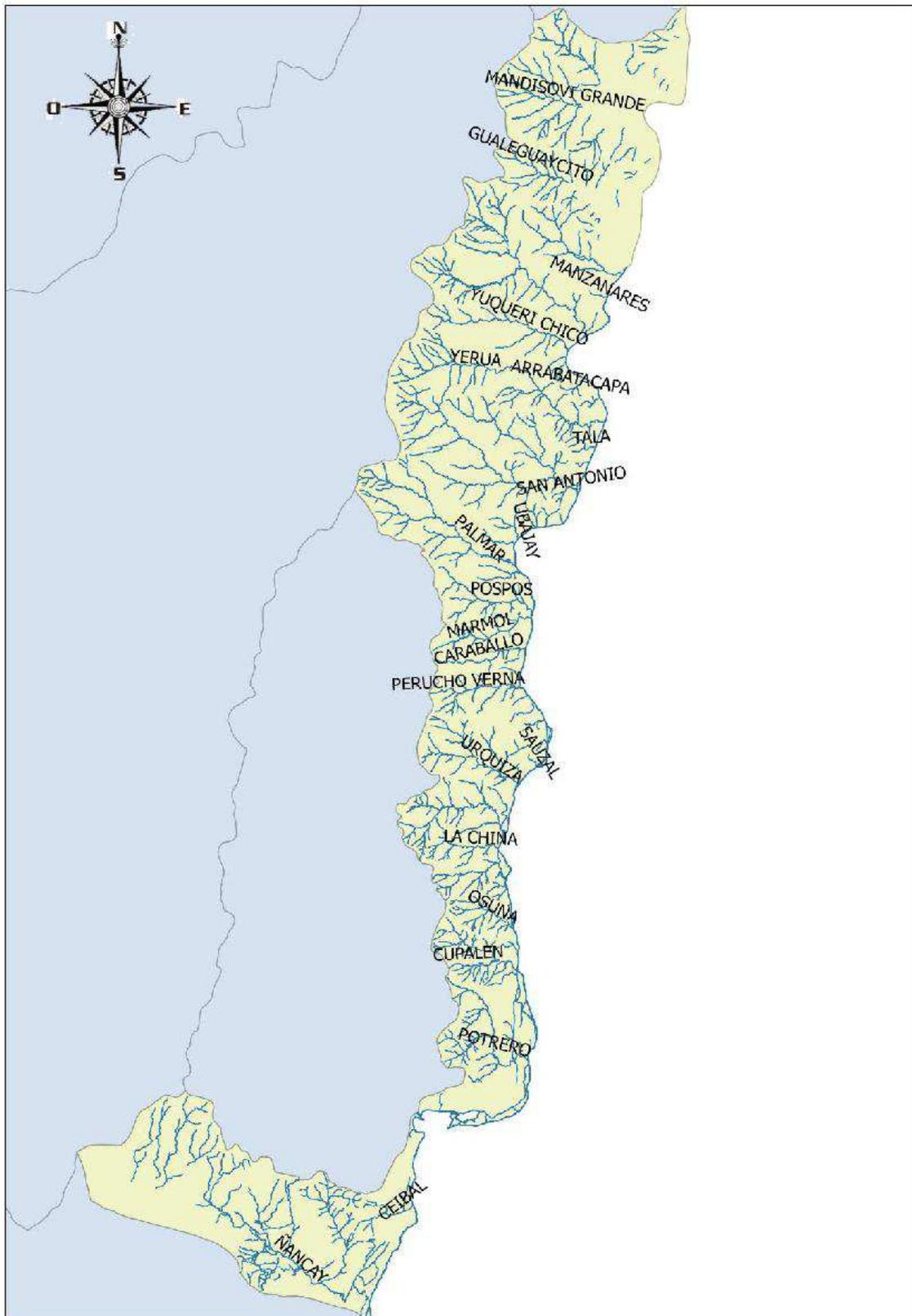
Perímetro de la cuenca: 1.038 km

Longitud del curso principal (Tramo del río Uruguay en Entre Ríos): 430 km

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



**Figura 11: Red de avenamiento**

“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

Cota máxima dentro de la cuenca: 90

Cota mínima dentro de la cuenca: 0

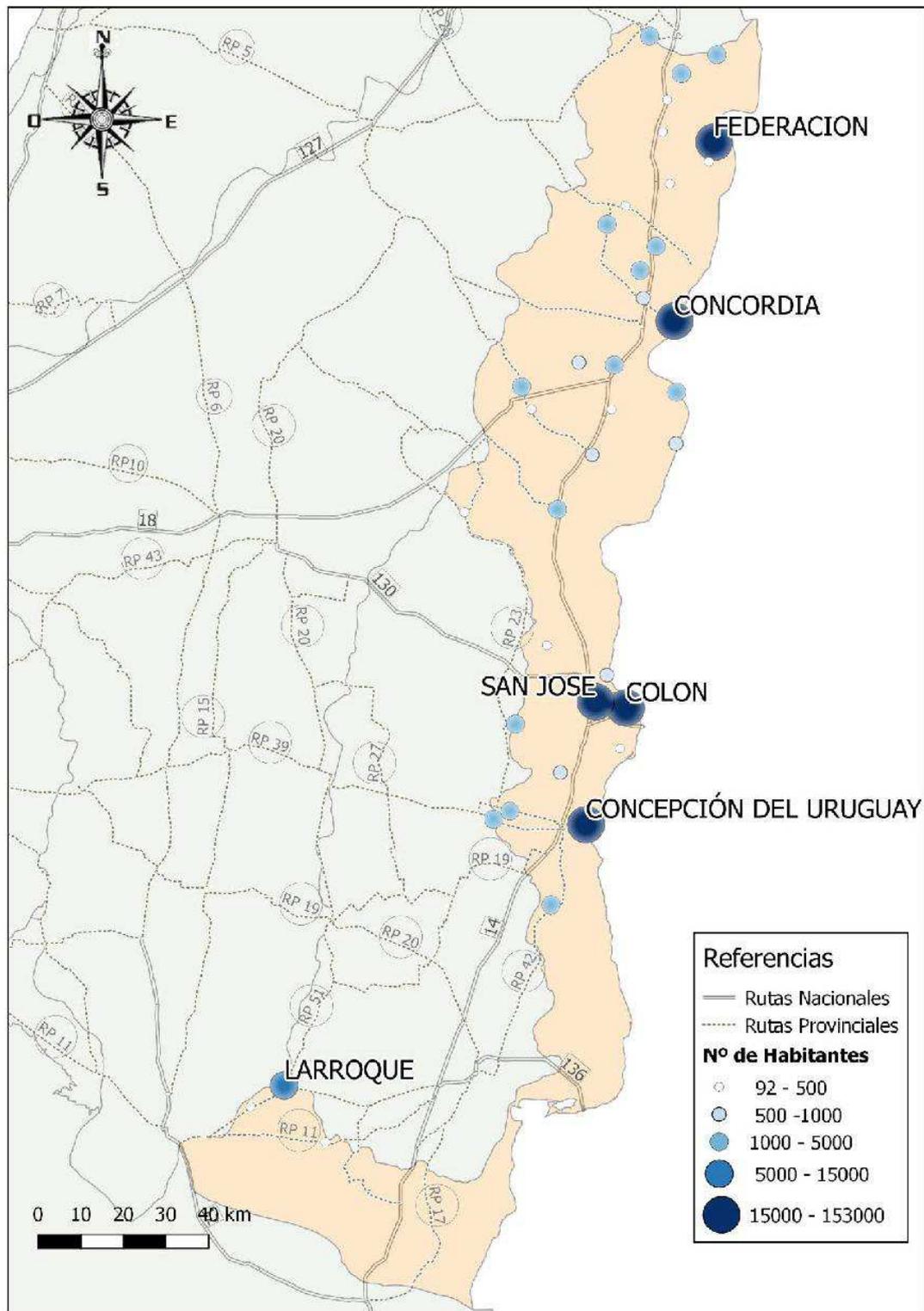


Figura 12: Principales localidades

Beckmann, Carolina Silvia

---

### 2.3.10.2. Características de la red de drenaje

Longitud total de cursos: 4.316,5 km

Pendiente del curso principal: 0,02 m/km

Densidad de drenaje: Cuantifica el grado de desarrollo de una red hidrográfica. Se define como el cociente entre la longitud total de los cursos de agua en una cuenca dada de Lt y su área Au.

$$Dd = Lt/Au = 0,43 \text{ km/km}^2$$

### 2.3.10.3. Subcuencas

La Cuenca de Aportes Menores al Uruguay se divide en 5 subcuencas según la Dirección Hidráulica de Entre Ríos que aportan al río principal: Uruguay inferior, Uruguay medio I, Uruguay medio II, Uruguay superior I y Uruguay superior II.

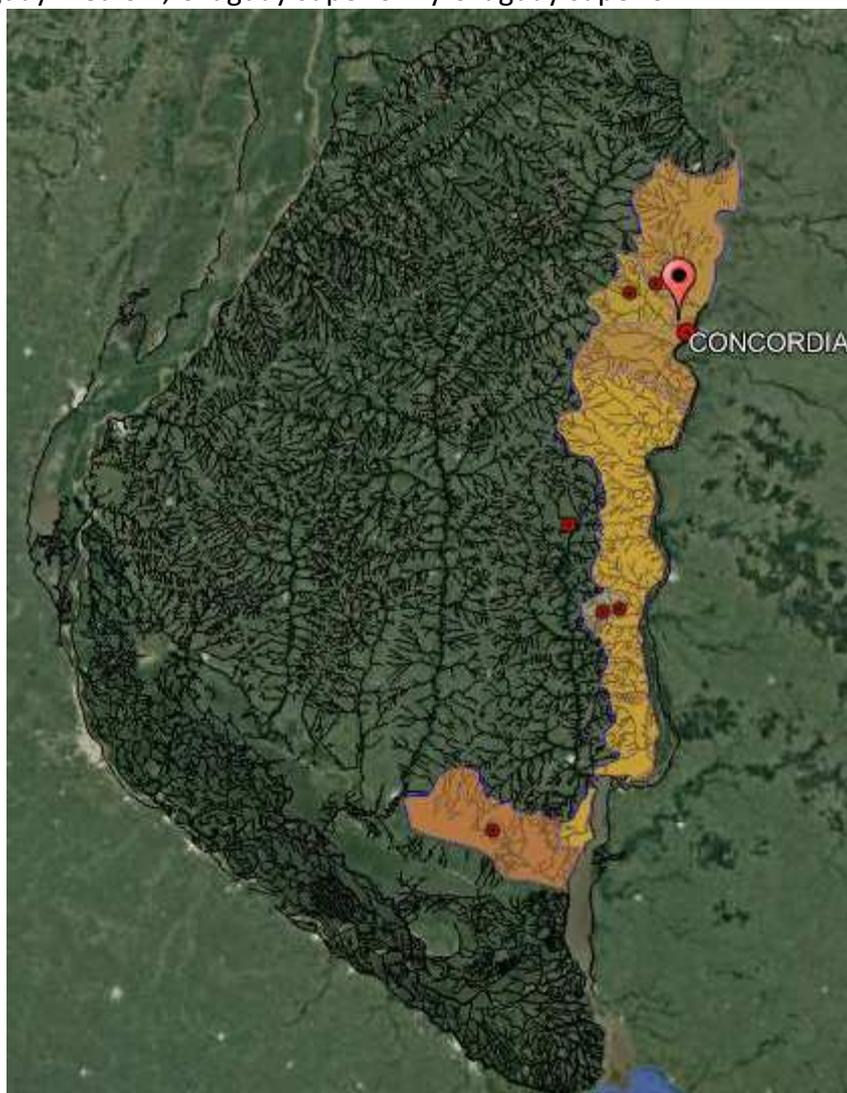


Figura 13: Subcuencas de la Cuenca de aportes menores al Uruguay

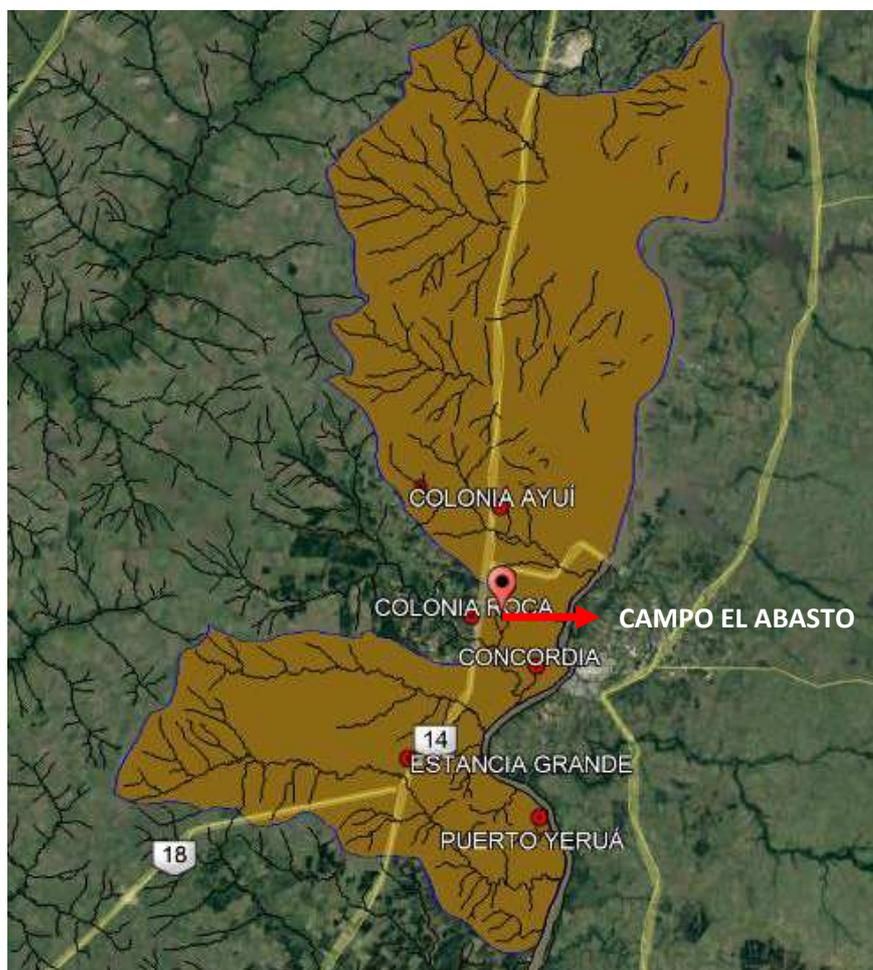


Figura 14: Subcuenca Uruguay superior I

### 2.3.11. Riesgos por fenómenos naturales

Las principales amenazas localizadas en la región tienen que ver con fenómenos hidrometeorológicos, inundaciones por precipitaciones y/o inundaciones por crecientes de cursos hídricos, procesos de erosión hídrica de suelos causada por sus características naturales y por sobreexplotación de suelos o diferentes procesos de degradación ambiental.

También se incluyen entre los procesos de deterioro de recursos naturales a distintos fenómenos de contaminación atmosférica y del agua superficial y subterránea a partir de actividades industriales, agrícolas y por residuos sólidos urbanos, además de una sobreexplotación de los acuíferos por la actividad arrocera, procesos de erosión por el continuo laboreo de las tierras agrícolas y la deforestación por avance de la frontera agropecuaria.

#### 2.3.11.1. Inundabilidad

Las inundaciones urbanas se generan a partir de fuertes alteraciones del ambiente rural con fines agrícolas, como también por el desarrollo de la infraestructura vial

Beckmann, Carolina Silvia

principal y secundaria. Este tipo de inundaciones afectan a centros urbanos de mediano y pequeño porte y son típicas de la región agrícola central del país.

Sobre la cuenca del río Uruguay está el riesgo de inundación para aquellas localidades que están cerca de la represa Salto Grande.

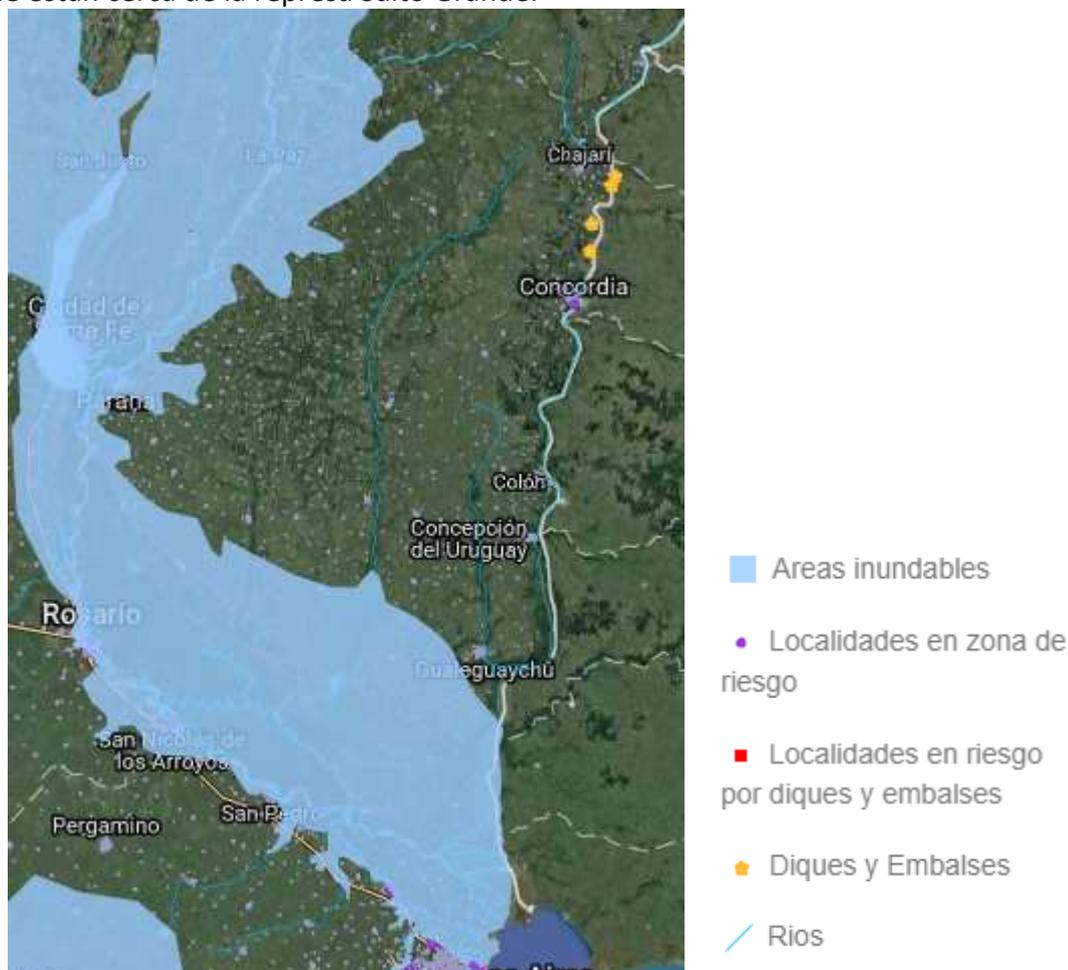


Figura 15: Localidades de Entre Ríos con riesgos de inundación

### 2.3.11.2. Sismicidad

El peligro sísmico, que es la probabilidad de que ocurra una determinada amplitud de movimiento del suelo en un intervalo de tiempo fijado, depende del nivel de sismicidad de cada zona. Los mapas de zonificación sísmica individualizan zonas con diferentes niveles de peligro sísmico. En el mapa de zonificación sísmica del reglamento INPRES-CIRSOC 103, se encuentran identificadas 5 zonas. Un valor que permite comparar la actividad sísmica en cada una de ellas es la máxima aceleración del terreno para el sismo de diseño antes definido. Esta aceleración se expresa en unidades de "g", siendo "g", la aceleración de la gravedad.

La provincia de Entre Ríos en su totalidad corresponde la Zonificación "0" de peligrosidad sísmica muy reducida, según el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). Obsérvese el mapa de riesgo sísmico para la República Argentina del INPRES

“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

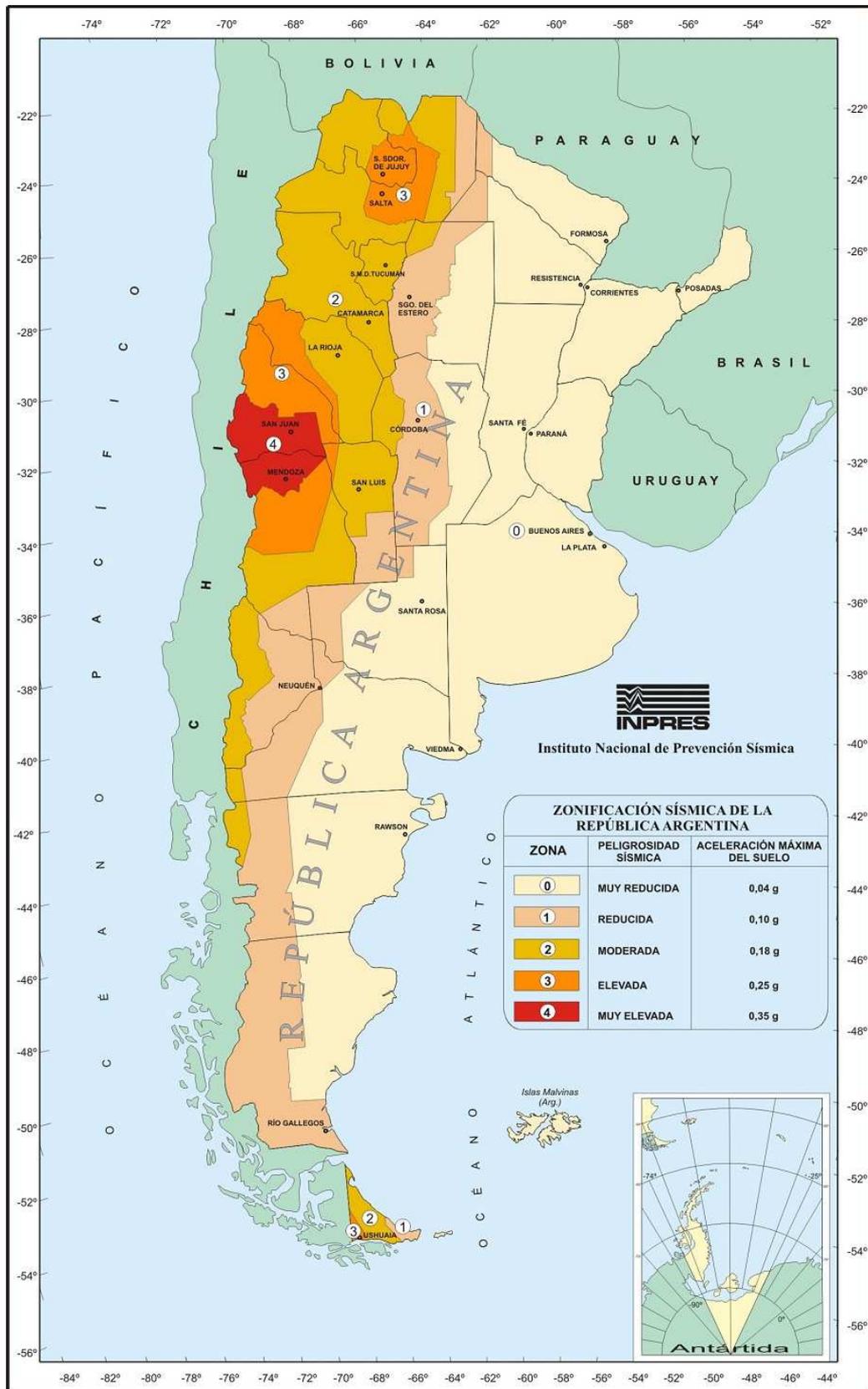


Figura 16: Zonificación sísmica para la República Argentina

Beckmann, Carolina Silvia

---

### **2.3.12. Análisis de las implicancias de los aspecto biofísicos sobre la gestión de RSU**

La disposición de los residuos sólidos a cielo abierto así como en los rellenos sanitarios involucra los tres medios físicos (aire, agua y suelo) por tanto es vital estudiar las características específicas de la zona de estudio a través de búsqueda de información bibliográfica, mapas topográficos, geológicos e hidrológicos así como el relevamiento del campo para tener una evaluación más objetiva del terreno y que sea técnicamente aceptable.

De lo expuesto anteriormente, se puede concluir que Concordia y a nivel provincial tiene características muy particulares ya que posee una red hídrica importante que también forma parte de sus límites políticos, el 40% del territorio provincial presenta una degradación de suelos importante por la erosión hídrica, la intensidad de las lluvias y la actividad agrícola-ganadera.

De acuerdo a los datos obtenidos por el SMN, los vientos predominantes son de NE y SE y con menor frecuencia N y S; se deben tener en cuenta, porque su dirección y frecuencia pueden generar quejas en la población por malos olores que generan los residuos sólidos dispuestos a cielo abierto. Característica que se tendrá en cuenta ante la selección del sitio para el futuro relleno sanitario.

En cuanto a la geología, al disponer los residuos sobre o enterrarlos en el suelo sin ninguna impermeabilización, los líquidos lixiviados generados por la degradación de éstos pueden penetrar el suelo y contaminarlo como también está la posibilidad de contaminar el acuífero en zonas bajas o aledañas a los ríos y arroyos que irrigan la ciudad y estos últimos actúan como vehículos de los contaminantes que migran hacia otras zonas.

Los suelos con características arcillosas son las más recomendables ya que son suelos poco permeables y suficientemente manejables como para realizar excavaciones, cortes y usarlo como material de cubierta. La provincia de Buenos Aires en su resolución N°1.143/02 indica que una barrera natural efectiva para evitar la contaminación de suelos y acuíferos debe poseer permeabilidad vertical (Kf) igual o menor a  $1 \times 10^{-7}$  cm/seg, con un espesor mayor o igual a 0,60 m (para carga diaria mayor a 50 tn). En el caso que no se cumpla con las condiciones indicadas, puede completarse en forma de barrera artificial.

Los terrenos más aptos son aquellos sin uso o abandonados y con bajo valor de conservación. Le siguen los terrenos que hayan sufrido alteraciones tales como cavas y canteras siempre que se demuestren aptos para el resto de las variables como viento. Los demás usos (no restrictivos) reflejan valores menores de aptitud dado que indicarían conflictos en el uso del suelo.

Parte de los problemas causados por la disposición de los RSU a cielo abierto es la contaminación tanto de los acuíferos como de los cuerpos de agua superficiales a raíz del líquido lixiviado como el arrastre de basura con la consiguiente contaminación o afectación de la fauna acuática. Sobre todo Concordia que utiliza acuíferos como el Guaraní y Salto Chico como fuente de agua potable y también para el desarrollo termal que es una fuente de ingreso importante.

De acuerdo a la legislación bonaerense, la ubicación de los basurales y de un relleno sanitario deberá estar a una distancia mayor de 500 m de las zonas de inundación de los cuerpos de agua y áreas donde se localicen drenajes naturales.

## “Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

Las reservas son consideradas variables restrictivas, debido a que existe legislación que establece impedimentos de uso de estos sitios.

La provincia cuenta con una biodiversidad vegetal y animal importante y especies que se encuentra datadas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Para aquellas zonas con vegetación se debe tener en cuenta su valor de conservación, definido en función de listas de especies amenazadas y a partir de la consideración, en el marco regional y provincial, de la importancia de conservar las áreas y reservas ya sea por su alta diversidad específica o por ser un relicto de flora autóctona.

En cuanto a la fauna específicamente cobra importancia en el caso de las especies endémicas que estén incluidas en las listas de especies amenazadas y no existan hábitats alternativos en las inmediaciones. También es importante remarcar que hay muchas aves y estas son atraídas por las descargas de residuos, generando problemas de asfixia y muerte por ingesta de plásticos, así como introduciendo riesgos potenciales para la aeronavegación a baja altura, en el caso de encontrarse algún aeropuerto o aeródromo cercano al sitios de disposición final de residuos sólidos.

### 2.4. RELEVAMIENTO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Ficha técnica realizada al municipio de Concordia por CEAMSE en Diciembre de 2.013:  
Tabla 5: Ficha técnica del municipio de Concordia

Población actual	170.033 habitantes (INDEC 2.010)
Entrevista y relevamiento	Dra. Belén Esteves (Directora de política ambiental), Joaquín Truffa (Asesor técnico)
Generación y separación en origen	Separación en origen de un 5% Generación de RSU por habitante: 0,80 kg/hab.día Residuos recolectados: 120 a 140 tn/día
Recolección	El servicio abarca al 100% de la población, atiende a 155.000 viviendas. Recolección selectiva en escuelas y clubes, que abarca un 40% de las mismas, en Colonias y pequeños barrios también se realiza una recolección selectiva que comprende un 10% del tonelaje diario recolectado. Camiones compactadores: 9 Camiones volcadores: 1 Tractores: 2 La recolección de escombros y de restos de poda también es municipal, estos residuos se depositan dentro del Campo el Abasto. Los residuos patológicos son trasladados a planta de tratamiento.
Planta de separación y tratamientos	Una planta de separación dentro del predio Campo el Abasto con un encargado y 10 personas. Se trabaja en un turno de 6 horas por la mañana. Se recuperan 7 tn/día. La planta posee cinta elevadora, cinta transportadora de clasificación

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

	final, carros volcadores y prensa enfardadora. Realizan la separación manual. Se separan principalmente materiales como papel, cartón, vidrio y botellas plásticas.
Disposición final	Basural municipal. Se encuentra a 12 km del ejido, con una superficie de 243 ha. No realizan cobertura diaria, se produce en ocasiones la quema de residuos (provocado por personas ajenas al personal del predio). El terreno es municipal. Dentro del predio pasa el Arroyo Yuquerí. En el predio también depositan sus residuos las localidades cercanas de Colonia Roca, Colonia Ayuí, Estancia Grande, Puerto Yeruá y La Criolla.
Aspecto social	Hay separación informal en el basural. La cantidad de personas que operan en el predio son aproximadamente 50 individuos que se encuentran censados.
Aspecto económico	-Costo total anual GIRSU \$ 39.903.044,00 -Costo GIRSU por tonelada generada \$683,27 -Costo GIRSU por habitante \$234,72 -Participación de la GIRSU en el gasto total municipal 11,88% -Ingresos por tasas específicas de RSU/Ingresos totales municipales 5,84% -Sustentabilidad GIRSU (ingresos por tasas específicas RSU/Costo GIRSU) 20,19%
Aspecto legal, institucional	Ordenanzas municipales en relación a microbasurales, separación en oficinas públicas, anteproyecto de bolsas plásticas, anteproyecto AVU y anteproyecto de GIRSU.
Necesidades concretas	Celda para la disposición final de los RSU. Equipos para el manejo de los residuos en el sitio de disposición final.

**2.4.1. Flujo de circulación de los residuos**



Beckmann, Carolina Silvia

---

- Recolección de los RSU

Recolección convencional (90%)

Recolección diferenciada (10%)

- Separación y Tratamiento de los RSU

Con planta de tratamiento y separación de los RSU (en el Campo El Abasto)

- Disposición final y Tratamiento de los residuos patológicos

Entrega de residuos patológicos en plantas de tratamiento (en Horizonte gases SRL)

- Disposición final de los RSU

En Basural (en el Campo El Abasto)

Se considera “Basural” al predio que en general tiene las siguientes características:

- Disposición de residuos a cielo abierto sin un orden específico
- Sin control de acceso
- Sin cobertura de los residuos
- Sin barrera forestal
- Sin cerco perimetral
- Distintos sectores de disposición en el predio
- Quema habitual de residuos

#### **2.4.2. Composición de la generación**

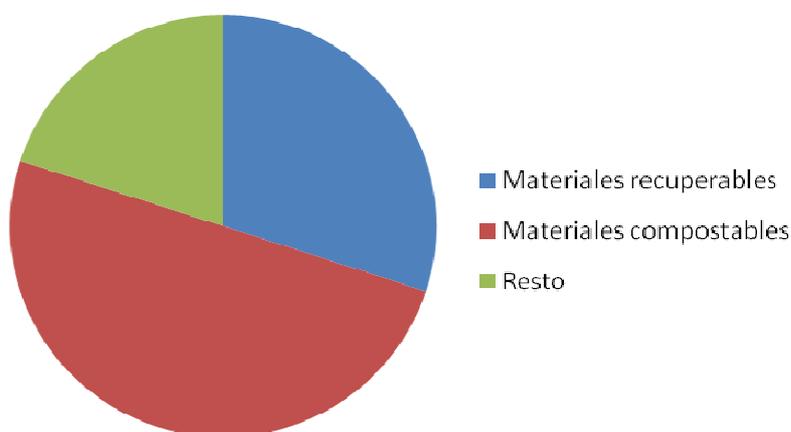
La generación de los RSU fue relevada por el equipo consultor, destacando que no posee balanza para la pesada de residuos ni cuenta un sistema estadístico con el cual obtener toneladas diarias generadas de residuos sólidos urbanos.

Sin embargo de acuerdo a los volúmenes y cantidad de camiones diarios que ingresan al predio ha indicado un valor de toneladas generadas.

Para el Municipio de Concordia se generan 130 toneladas de residuos por día.

Tabla 6: Composición de los residuos

<b>Composición de los residuos</b>	<b>%</b>
Materiales recuperables	30
Materiales compostables	50
Resto	20



**Figura 17: Composición de los residuos**

Beckmann, Carolina Silvia

---

### 2.4.3. Listado de grandes generadores

El método de recolección de este tipo de generadores en gran parte de ellos la recolección se realiza de forma conjunta con los residuos domiciliarios y en menor medida se efectúa de manera diferenciada.

Tabla 7: Listado de grandes generadores

Grandes generadores	tn/día
Comercios	6
Hoteles	2
Restaurantes y bares	2
Industrias	13

### 2.4.4. Fases de la GIRSU que se realiza

#### 2.4.4.1. Características del servicio

El análisis que se puede realizar parte de identificar las diferencias observadas de los principales parámetros de las etapas GIRSU y sus componentes, las etapas incluyen la disposición inicial, separación en origen, recolección convencional, diferenciada o en contenedores, plantas de tratamiento y/o separación de los RSU y la disposición final de los RSU. El estado de situación puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 8: Estado de la GIRSU actual en Concordia

Municipio	Separación en origen con recolección diferenciada		Planta de separación de RSU		Sistema de disposición final	Equipamiento exclusivo para el sitio de disposición final		Personal disponible en el sitio de disposición final	
	SI	NO	SI	NO		SI	NO	SI	NO
Concordia		x	x		Basural	x		x	

#### 2.4.4.2. Fases de la GIRSU que se realizan tercerizadas, controles efectuados

La mayor parte de las fases desarrolladas en relación a la GIRSU son gestionadas de forma directa por el municipio, pero se presentan servicios tercerizados:

Concordia mantiene una porción de sus equipos de recolección contratados con dos empresas privadas (Ermicid y Cooperativa J.J. Valle), al contratarse solo los equipos y no el personal, solo se mantiene un control de los equipos por parte de los choferes de cada unidad, que verifican su adecuado funcionamiento.

#### 2.4.4.3. Información técnico-operativa de los servicios prestados

Se presentan diferentes estados de desarrollo a nivel técnico – operativo dentro de las fases de la GIRSU en el Municipio. A nivel de análisis se describe a continuación el estado de las principales fases GIRSU ponderadas bajo los siguientes criterios:

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

Tabla 9: Criterios de ponderación

Aspectos / Criterios	deficiente	regular	bueno	muy bueno
Disposición Inicial	No hay	puntos verdes o escuelas o clubes	baja cobertura	mas de 50%
Recolección	menor 80%	80 a 89%	90%	hasta 100%
Planta de Separación	No hay	Galpón manual	Con equipos básicos	Bien instalada
Disposición Final	Basural	Vertedero contr.	Celda Impermeabilizada	Relleno

Con respecto a la disposición inicial existen 40 puntos verdes distribuidos dentro del ejido municipal en los cuales la recolección se realiza los días martes, miércoles y jueves. Además se está implementando la recolección diferenciada en 47 escuelas, en todos los edificios municipales y algunos comercios. La misma se realiza tres veces por semana.

El servicio de recolección abarca al 100% de la población, atendiendo a 155.000 viviendas.

El estado de operación y mantenimiento de la planta de separación fue evaluado teniendo en cuenta su capacidad instalada, residuos procesados, equipos disponibles, personal disponible, estado del galpón de operaciones en cuanto a infraestructura, limpieza, medidas de seguridad e higiene, etc.

Tabla 10: Resultados de nivel técnico-operativo de las fases de GIRSU

Disposición inicial	Regular
Recolección	Muy bueno
Planta de separación	Regular
Disposición final	Deficiente

#### 2.4.5. Principales reclamos presentados por los usuarios de los servicios

Durante los relevamientos efectuados se consultó sobre la existencia de reclamos sobre las actividades desarrolladas en las fases del sistema de la GIRSU implementado, se constataron los siguientes reclamos puntuales:

Se registran quejas por los microbasurales presentes en el Barrio Subeldía y reclamos al servicio de recolección en el Barrio Duarte.

#### 2.4.6. Estructura organizacional GIRSU, equipos de trabajo que la integran, interrelaciones e interdependencias existentes

Según ORDENANZA N° 35.596, en su ítem 11 del artículo 13 se designa a la “Secretaría de obras y servicios públicos” en la prestación de servicios de recolección domiciliaria de residuos, su tratamiento y la disposición final de los mismos. Y la dirección o área que gestiona los RSU es la “Subsecretaría de higiene urbana, cementerio y terminales de transporte”. Se puede apreciar que no posee una dependencia que se ocupe exclusivamente de los residuos.

Beckmann, Carolina Silvia

## 2.5. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO Y PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RSU

### 2.5.1. POBLACIÓN ACTUAL

Según el censo realizado en 2.010 por el INDEC en Concordia:

Población total: 170.033 habitantes

Distribución espacial sobre el total de la provincia: 13,8%

Población masculina: 83.829 habitantes (49,30%)

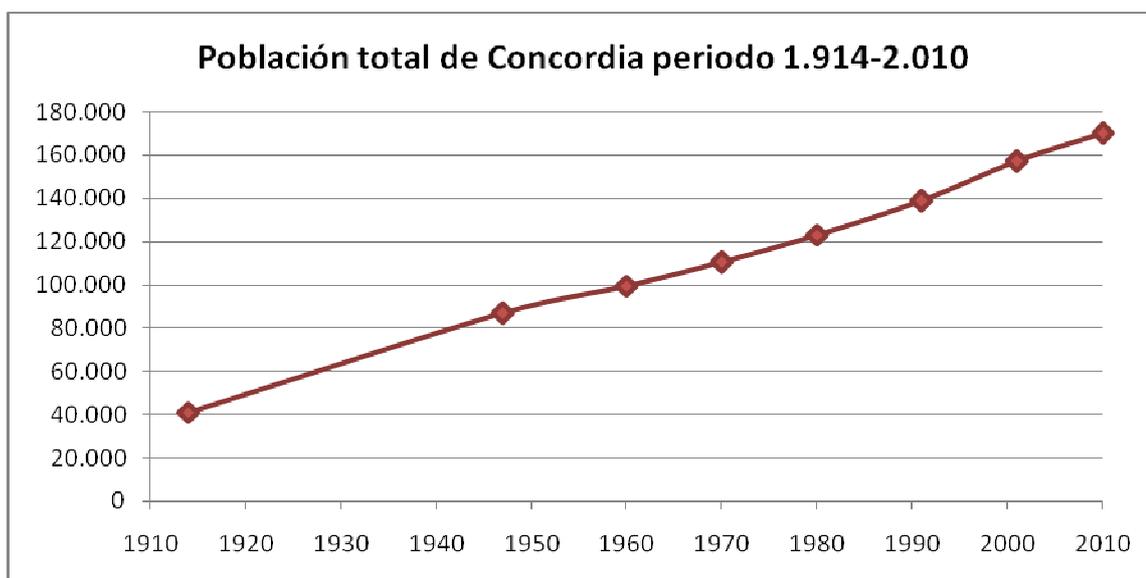
Población femenina: 86.204 habitantes (50,70%)

Superficie: 3.259 km<sup>2</sup>

Densidad: 52,2 hab/km<sup>2</sup>

Crecimiento absoluto 2.001-2.010: 12.742 habitantes

Variación intercensal 2.001-2.010: 8,1%



**Figura 18: Crecimiento de la población de Concordia periodo 1.914-2.010**

Tabla 11: Población total de Concordia periodo 1.914 – 2.010

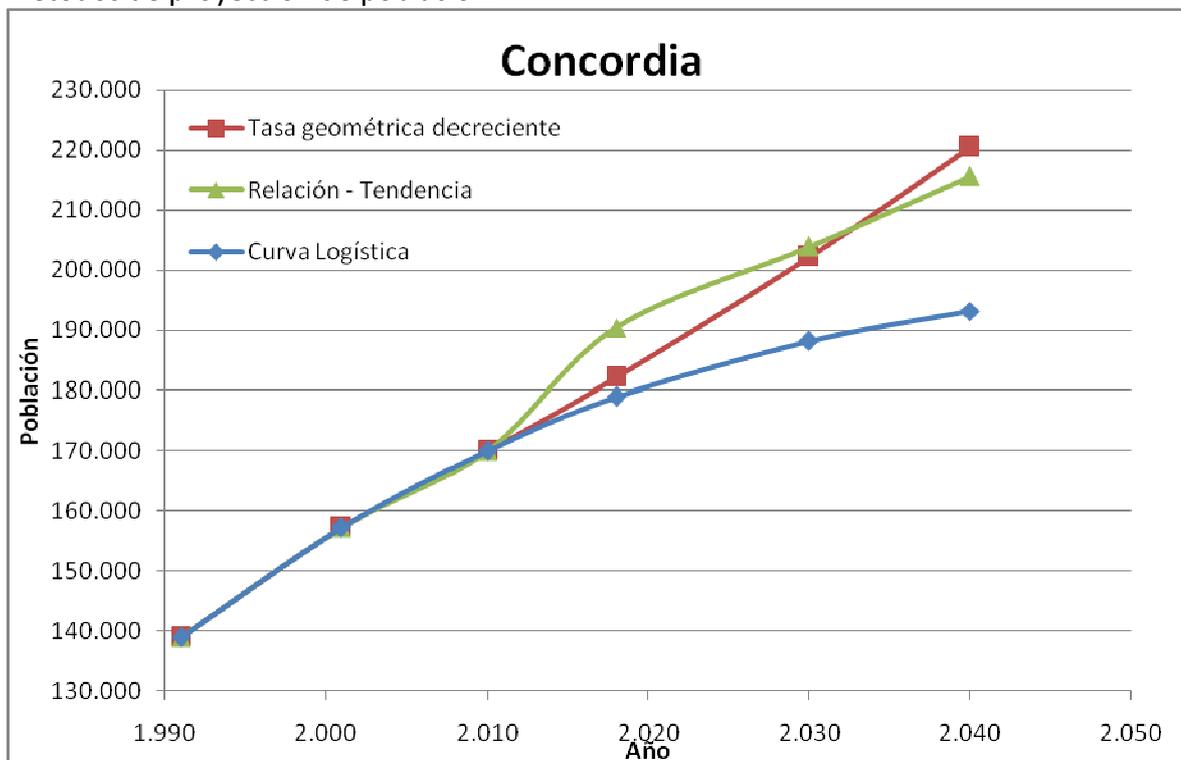
Departamentos	Censos Nacionales							
	1914	1947	1960	1970	1980	1991	2001	2010
Total Provincial	425.373	787.362	805.357	811.691	908.313	1.020.257	1.158.147	1.235.994
Concordia	41.134	86.766	99.666	110.401	123.190	138.980	157.291	170.033

### 2.5.2. PROYECCIÓN A FUTURO DE LA POBLACIÓN

Existen diversos métodos usados para estimar una población que relacionan diferentes variables, poseen diferentes metodologías y asumen diferentes aspectos. Para los alcances del presente trabajo se adopta una vida útil para el relleno sanitario de 12 años y se desarrollan tres métodos descritos en el anexo A. En el mismo se encuentran todos los

Beckmann, Carolina Silvia

cálculos necesarios, de los cuales se obtiene la siguiente comparación entre los distintos métodos de proyección de población:



**Figura 19: Comparativa de métodos de proyección de población**

Tabla 12: Comparativa de métodos de proyección de población

Población de Concordia			
Año	Tasa geométrica decreciente	Relación - Tendencia	Curva Logística o Método de Saturación
1.991	138.980	138.980	138.980
2.001	157.291	157.291	157.291
2.010	170.033	170.033	170.033
2.018	182.223	190.380	178.996
2.030	202.167	<b>203.910</b>	188.186
2.040	220.444	215.634	193.108

El método de proyección de población que representa a este tipo de ciudades es el Método de Relación – Tendencia ya que el mismo está relacionado más con el crecimiento de la provincia y del país, y no con un aporte inmigratorio o incremento poblacional significativo, ni tampoco son grandes centros poblados ya consolidados y estabilizados.

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

### **2.5.3. POBLACIÓN FLOTANTE, POBLACIÓN TURÍSTICA Y TENDENCIA ESTACIONAL**

El estudio de la población flotante y turística es de suma importancia debido a la generación de residuos que cada viajero turista produce en el municipio que visita.

El turismo en Concordia lo podemos clasificar en cinco áreas específicas: las termas, los carnavales, las playas, la pesca deportiva, y las fiestas.

Para poder analizar una de las variables que es la tendencia estacional contamos con la siguiente Tabla informada por el Ministerio de Turismo de Entre Ríos con una llegada de turistas para el año 2.012 de 2.258.000 personas para la provincia de Entre Ríos.

Tabla 13: Turistas periodo 2.008 – 2.012 para la provincia de Entre Ríos

<b>Año</b>	<b>Plazas</b>	<b>Estadía anual</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Llegada de turistas</b>	<b>Gasto promedio</b>
2.008	27.500	91	257.757.500	625.625	103
2.009	33.500	108	50.290.200	904.500	139
2.010	38.500	134	748.055.000	1.289.750	145
2.011	45.000	157	134.941.500	1.700.000	191
2.012	54.000	168	2.041.200.000	2.258.000	225

Para nuestro análisis en función de los residuos es importante ver que del año 2.008 al año 2.012 se cuadruplico prácticamente la llegada de turistas.

Tabla 14: Visitantes al Complejo Termal “Vertiente de la Concordia” periodo 2.013-2.017

<b>Mes</b>	<b>Año 2.013</b>	<b>Año 2.014</b>	<b>Año 2.015</b>	<b>Año 2.016</b>	<b>Año 2.017</b>
Enero	18.014	10.451	12.822	26.256	16.256
Febrero	8.488	7.027	11.709	12.756	12.752
Marzo	6.464	6.129	5.796	4.529	S/D
Abril	3.422	5.134	4.655	1.417	S/D
Mayo	1.566	2.207	2.004	1.032	S/D
Junio	2.334	1.485	1.385	1.411	S/D
Julio	3.375	2.741	3.965	3.578	S/D
Agosto	2.836	5.404	3.540	3.541	S/D
Septiembre	3.960	2.643	3.672	3.672	S/D
Octubre	6.136	4.202	3.748	3.748	S/D
Noviembre	S/D	6.837	10.411	8.411	S/D
Diciembre	S/D	5.776	12.412	10.412	S/D
<b>Total</b>	<b>56.595</b>	<b>60.036</b>	<b>76.119</b>	<b>80.763</b>	<b>29.008</b>

### **2.5.4. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RSU**

La generación actual de residuos sólidos urbanos es del orden de 0,80 kg/hab/día promedio, al no poseer balanza para el pesaje de los camiones recolectores en el Campo El Abasto son valores estimados.

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

Por otra parte es necesario hacer notar que no se separan los residuos domiciliarios y residuos de poda o escombros, los cuales llegan todos en los camiones municipales sin poder discriminar exactamente el peso de cada fracción.

Para la estimación de la cantidad de visitantes se partió de la cantidad de turistas para el año 2.012 proporcionada por la Secretaría de Turismo de la Provincia que era equivalente a 2.258.000. Siendo que en la ciudad de Concordia sólo hay 4.000 plazas hoteleras, por lo tanto se podría estimar que:

Turistas en Concordia por año =  $(4.000/54.000) \times 2.258.000 = 167.259$

Se investigó la tasa de crecimiento de la cantidad de turistas de la Región del Litoral que es del 1,5%.

Tabla 15: Proyección futura de población turista

<b>Año</b>	<b>Turistas estimados</b>	<b>Pernoctes estimados</b>
2.012	167.259	1,75
2.013	169.768	1,78
2.014	172.314	1,80
2.015	174.899	1,83
2.016	177.523	1,86
2.017	180.185	1,89
2.018	182.888	1,91
2.019	185.632	1,94
2.020	188.416	1,97
2.021	191.242	2,00
2.022	194.111	2,03
2.023	197.023	2,06
2.024	199.978	2,09
2.025	202.978	2,12
2.026	206.022	2,16
2.027	209.113	2,19
2.028	212.249	2,22
2.029	215.433	2,25
2.030	218.664	2,29

Para calcular la proyección en la primer hipótesis de cálculo se toma 0,85 kg/hab/día para la población estable y 1 kg/hab/día para el viajero turista por día de pernocte, tomando este valor constante a los largo de los 12 años.

Tabla 16: Proyección de la generación de RSU (hipótesis 1)

Año	Proyección población (hab)	Población estable			Proyección turismo (viaj/año)	Población viajera			Generación total (tn/año)
		Generación per cápita (kg/hab.día)	Generación diaria (tn/día)	Generación anual (tn/año)		Generación per cápita (kg/viaj.pern)	Pernoctes estimados en días	Generación anual (tn/año)	
2.018	190.380	0,85	152,30	55.590,88	182.890	1,00	1,91	349,96	55.940,84
2.019	191.507	0,85	153,21	55.920,12	185.633	1,00	1,94	360,54	56.280,66
2.020	192.635	0,85	154,11	56.249,36	188.417	1,00	1,97	371,44	56.620,80
2.021	193.762	0,85	155,01	56.578,60	191.243	1,00	2,00	382,66	56.961,26
2.022	194.890	0,85	155,91	56.907,84	194.112	1,00	2,03	394,23	57.302,07
2.023	196.017	0,85	156,81	57.237,08	197.024	1,00	2,06	406,15	57.643,23
2.024	197.145	0,85	157,72	57.566,32	199.979	1,00	2,09	418,42	57.984,74
2.025	198.272	0,85	158,62	57.895,56	202.979	1,00	2,12	431,07	58.326,63
2.026	199.400	0,85	159,52	58.224,80	206.024	1,00	2,16	444,10	58.668,90
2.027	200.528	0,85	160,42	58.554,04	209.114	1,00	2,19	457,52	59.011,56
2.028	201.655	0,85	161,32	58.883,28	212.251	1,00	2,22	471,35	59.354,63
2.029	202.783	0,85	162,23	59.212,52	215.435	1,00	2,25	485,60	59.698,12
2.030	203.910	0,85	163,13	59.541,76	218.667	1,00	2,29	500,28	60.042,04
<b>Total 12 años</b>								<b>753.835,50</b>	

Se desarrolla una segunda hipótesis con el mismo proceso pero con un incremento de la producción de residuos del 2% anual durante los 12 años de proyecto tanto para la población estable como para los viajeros.

Tabla 17: Proyección de la generación de RSU (hipótesis 2)

Año	Proyección población (hab)	Población estable			Proyección turismo (viaj/año)	Población viajera			Generación total (tn/año)
		Generación per cápita (kg/hab.día)	Generación diaria (tn/día)	Generación anual (tn/año)		Generación per cápita (kg/viaj.pern)	Pernoctes estimados en días	Generación anual (tn/año)	
2.018	190.380	0,80	152,30	55.590,88	182.890	1,00	1,91	349,96	55.940,84
2.019	191.507	0,82	156,27	57.038,52	185.633	1,02	1,94	367,75	57.406,27
2.020	192.635	0,83	160,33	58.521,83	188.417	1,04	1,97	386,44	58.908,28
2.021	193.762	0,85	164,50	60.041,66	191.243	1,06	2,00	406,09	60.447,75
2.022	194.890	0,87	168,76	61.598,88	194.112	1,08	2,03	426,73	62.025,60
2.023	196.017	0,88	173,14	63.194,36	197.024	1,10	2,06	448,42	63.642,78
2.024	197.145	0,90	177,61	64.829,03	199.979	1,13	2,09	471,21	65.300,24
2.025	198.272	0,92	182,20	66.503,80	202.979	1,15	2,12	495,16	66.998,97
2.026	199.400	0,94	186,90	68.219,64	206.024	1,17	2,16	520,33	68.739,97
2.027	200.528	0,96	191,72	69.977,50	209.114	1,20	2,19	546,78	70.524,28
2.028	201.655	0,98	196,65	71.778,39	212.251	1,22	2,22	574,57	72.352,97
2.029	202.783	0,99	201,71	73.623,33	215.435	1,24	2,25	603,78	74.227,11
2.030	203.910	1,01	206,89	75.513,35	218.667	1,27	2,29	634,47	76.147,83

**Total 12 años 852.662,89**

Es importante analizar que si bien el turismo es una variable importante, cuando comparamos la generación total de la población estable anual y la generación total anual del turismo vemos que esta segunda es menor al 1%.

Beckmann, Carolina Silvia

---

## **2.6. ESTUDIO GEOTÉCNICO EN CAMPO “EL ABASTO”**

El presente informe del laboratorio de geotecnia “Ing. Carlos A. Micucci” tiene por objeto entregar los trabajos realizados en campo y en laboratorio sobre las muestras extraídas del campo “El Abasto” de la Municipalidad de Concordia ubicado al noroeste de la ciudad, con el objeto de conocer las características físicas y estructurales del terreno. Finalmente se presentan los resultados.

### **2.6.1. Ensayos en campo**

Dentro del sector indicado, se ejecutaron dos sondeos hasta alcanzar la profundidad de 7 metros en cada uno, distanciados entre sí aproximadamente 140 metros, en croquis adjunto se observa la ubicación de los mismos.

Los sondeos se practicaron mediante perforación manual a rotación con barreno especial. Alcanzada la profundidad prevista, se retiró la cañería y reemplazó el barreno por el sacamuestras.

Se efectuaron Ensayos de Penetración obteniéndose muestras cada metro, utilizando el saca testigos mejorado de zapatos intercambiables, con tubos porta muestras de PVC, y diámetro interno final de 46mm, usando para la hincas la energía normalizada de 4900kgcm por impacto (IRAM 10.517), registrándose la cantidad de golpes necesarios para la introducción de tres segmentos consecutivos de 0,15m c/u; se destaca el número “N” denominado RESISTENCIA A PENETRACIÓN, correspondiente a la penetración de los últimos 0,30m.

Retirado el sacamuestras, los tubos de PVC conteniendo el suelo extraído, se taparon e identificaron convenientemente para preservar las muestras hasta su ingreso a laboratorio.

### **2.6.2. Ensayos de laboratorio**

Recibidas las muestras en el laboratorio se procedió a obtener:

- Humedad natural (IRAM 10519);
- Límites de Atterberg e Índice de Plasticidad (IRAM 10.501/07);
- Tamizado por la malla N° 200 por vía húmeda (IRAM 10.507);
- Descripción de la macro textura;
- Determinación de los pesos unitarios seco y húmedo;
- Clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – S.U.C.S.- (IRAM 10.509).
- Evaluación de los parámetros de resistencia al corte, mediante ejecución de ensayo triaxial no drenado no consolidado (UU).
- Evaluación de los coeficientes de permeabilidad.

### **2.6.3. Descripción del perfil del subsuelo hallado**

Se pudo observar en ambos pozos el predominio de arenas arcillosas y limosas.

## “Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

### Sondeo N°1:

- Entre 0 - 0,5 m, arena arcillosa suelta, con manchas oscuras y algunas gravas de tamaño máximo 1/2”;
- Entre 0,5 - 4,5 m arena arcillosa y limoarcillosa medianamente densa, color rojizo;
- Entre 4,5 - 7 m arena limosa, color castaño, densa a muy densa. Con gravas y gravillas.

### Sondeo N°2:

- Entre 0 - 0,5m, arena limosa muy suelta, con raicillas, color castaño;
- Entre 0,5 - 2,5m arena arcillosa medianamente densa, con manchas rojizas y amarillentas;
- Entre 2,5 - 3,5m arena arcillosa pobremente graduada, densa, color castaño amarillento con manchas grises y gravas de tamaño máximo 1 1/2”;
- Entre 3,5m-7m arena limosa pobremente graduada densa a muy densa.

Las profundidades indicadas son respecto al nivel de terreno natural ubicado en boca de pozo. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en las planillas al final del presente, denominadas perfiles estrato resistentes.

Pasada algunas horas se verificó el nivel piezométrico, en el sondeo N°1 se detectó a -6m de la superficie y en el sondeo N°2 a -2,6m. Se desconoce la variación estacional que pudiera sufrir el mismo.

### 2.6.4. Ensayos triaxiales

Se procedió a la ejecución de los ensayos triaxiales UU (no consolidados no drenados) sobre las muestras de 1,5/2m de profundidad de ambos sondeos y 3,5/4m del sondeo N°1, con el fin de obtener los parámetros de resistencia al corte no drenados ( $C_u$  y  $\phi_u$ ).

Se extrajeron las muestras de los tubos de PVC, se las enrasó buscando que sus caras queden paralelas, se las envolvió en látex y se procedió al ensayo. Se trabajó con tres presiones de confinamiento (0,5; 1 y 2kg/cm<sup>2</sup>), se aplicó una fuerza axial –presión desviante – hasta la rotura de las probetas, se trazaron los círculos de Mohr y la envolvente de ruptura.

Tabla 18: Resultados de ensayos triaxiales

	Profundidad	$C_u$	$\phi_u$
	m	(kg/cm <sup>2</sup> )	(°)
<b>Sondeo N°1</b>	1,5/2,0	0,15	25
	3,5/4,0	0,1	28
<b>Sondeo N°2</b>	1,5/2,0	0,12	18
	3,5/4,0*	0	35

\*Según valores de referencia Peck.

Beckmann, Carolina Silvia

---

### 2.6.5. Permeabilidad

Los coeficientes de permeabilidad estimados, en función de los parámetros físicos de los suelos auscultados, utilizando los valores presentados por Terzaghi Peck y Mesri, se presentan a continuación:

Sondeo N° 1, prof. -2,00m  $k \approx 1 \times 10^{-5}$  cm/s

Sondeo N° 1, prof. -4,00m  $k \approx 1 \times 10^{-5}$  cm/s

Sondeo N° 2, prof. -2,00m  $k \approx 1 \times 10^{-5}$  cm/s

Sondeo N° 2, prof. -4,00m  $k \approx 1 \times 10^{-3}$  cm/s



**Figura 20: CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS**



“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

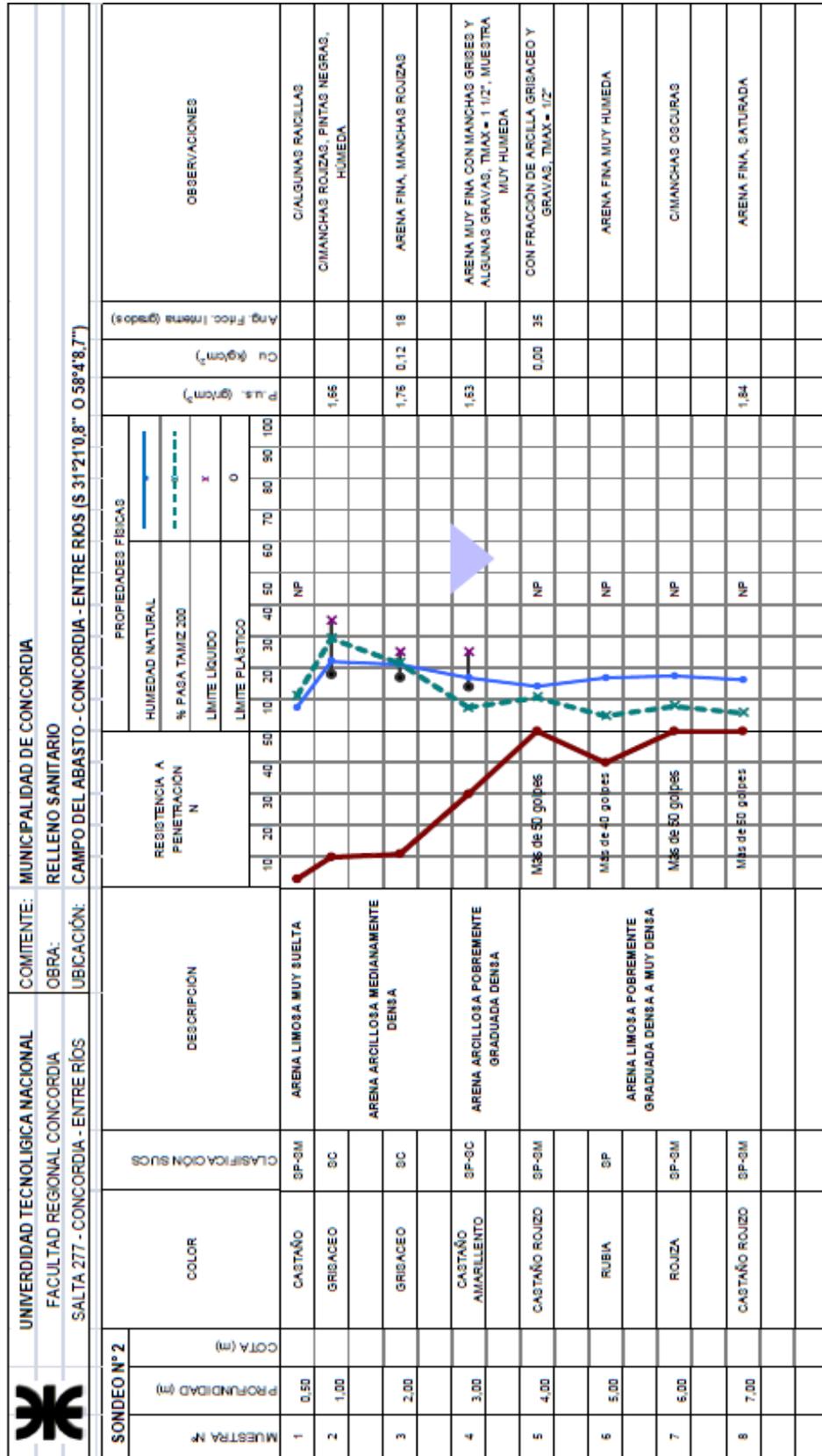


Figura 22: PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO N°2

Beckmann, Carolina Silvia

---

### **2.6.6. Fotos**



**Figura 23: Muestras con fracciones arcillosas y gravas**



**Figura 24: Ejecución ensayo triaxial**

## **2.7. ASPECTOS TOPOGRÁFICOS**

Las curvas de nivel del Campo El Abasto se obtuvieron mediante la utilización de los programas de Google Earth, Global Mapper y AutoCAD. Comparando con el recorte de la plancheta topográfica del IGN la aproximación obtenida es buena para el presente trabajo.

La cota del fondo del módulo de relleno sanitario será elegido de tal manera que haya compensación de movimientos de suelo en el lugar elegido para la realización del mismo, y no sea necesario traer suelo de un sitio de préstamo ni depositar excedentes en un lugar adecuado. Esto se realizará con la ayuda del programa TopoCal y las curvas de nivel obtenidas.



Figura 25: Curvas de nivel del campo “El Abasto”

“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



Figura 26: Curvas de nivel de la posible ubicación del relleno sanitario

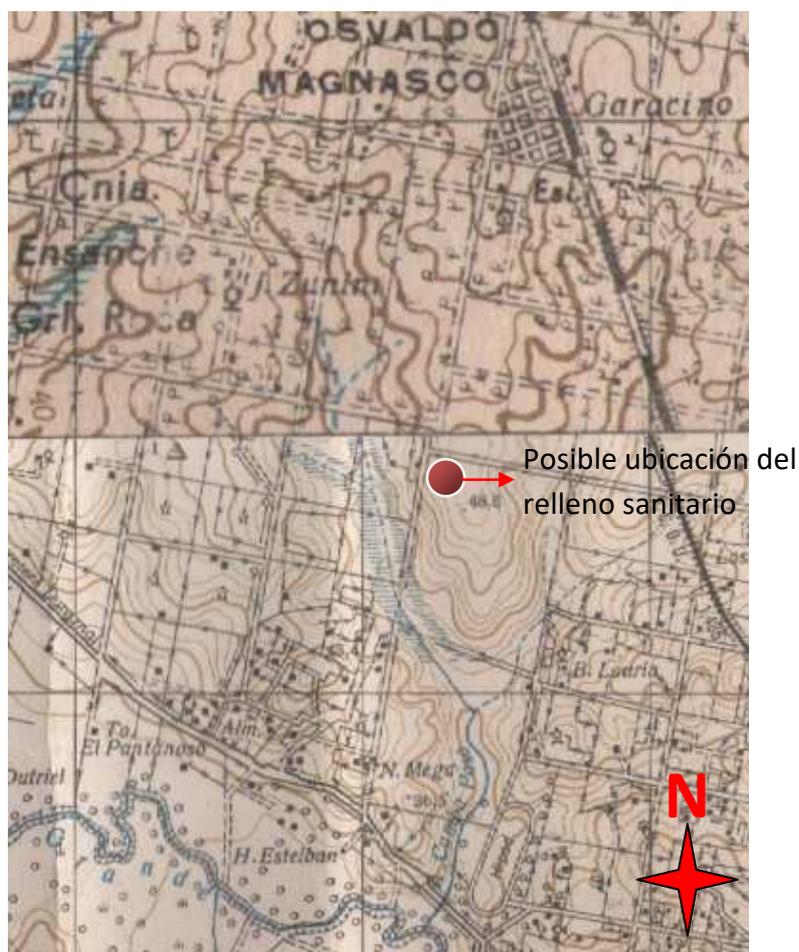


Figura 27: Carta topográfica

## **2.8. ASPECTOS AMBIENTALES**

### **2.8.1. Problemas derivados de los basurales a cielo abierto**

La disposición de residuos sin ningún tipo de control genera impactos negativos sobre el entorno. Algunos impactos ambientales negativos son:

- 1) Contaminación de suelos.
- 2) Contaminación de acuíferos por percolación de lixiviados.
- 3) Contaminación de las aguas superficiales por escorrentía superficial y subsuperficial.
- 4) Incendios provocados por la acción del sol sobre los residuos y el aumento de temperatura generado en el proceso de descomposición.
- 5) Emisión de gases de efecto invernadero, producto de la descomposición y de la combustión incontrolada de los materiales vertidos.
- 6) Emisión de otros gases y material particulado a la atmósfera.
- 7) Ocupación no controlada del territorio generando cambios e impactos negativos sobre el paisaje y los espacios naturales.
- 8) Creación de focos infecciosos.
- 9) Proliferación de plagas y vectores de enfermedades, por ejemplo roedores e insectos.
- 10) Generación de malos olores.
- 11) Sensación de abandono y suciedad, producida por la presencia de residuos diseminados.
- 12) Contaminación visual.

A estas consecuencias directas de la gestión inadecuada de los residuos sólidos urbanos, se le añade las indirectas. Entre ellas el hecho de que la actividad económica humana se basa en la explotación de los recursos naturales, aquellos que nos provee la naturaleza y de los cuales el hombre hace uso.

Estos recursos pueden ser renovables, la naturaleza es capaz de reponerlos velozmente o no renovables, aquellos que no pueden ser creados nuevamente por la naturaleza o que, si lo hacen, es a un ritmo imperceptible para el ser humano. Los residuos están formados por estos recursos que, la mayor parte de las veces son no renovables. Es por ello que la disposición no controlada ni diferenciada de los residuos que pueden volver a utilizarse como insumo para un ciclo productivo genera un consumo aún mayor de estos recursos escasos y que se agotan.

### **2.8.2. Importancia de los rellenos sanitarios**

A continuación se realizará una breve comparación de los aspectos ambientales y sanitarios involucrados en un basural a cielo abierto vs. un relleno sanitario.

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

Tabla 19: Basural a cielo abierto vs. Relleno sanitario

	Basural a cielo abierto		Relleno Sanitario		
Aspectos ambientales y sanitarios	Consecuencias	Control	Equipos/ Dispositivos/ Métodos de control	Utilidad	Control
Contaminación del agua y el suelo	Liberación de lixiviados que pueden aflorar en la superficie, o infiltrar hacia capas más profundas, contaminando el suelo y las aguas superficiales y subterráneas (situación que se agrava ante la existencia de vuelcos de residuos peligrosos en el lugar).	NO	Impermeabilización del suelo. Drenes de recolección y evacuación de lixiviados. Planta de tratamiento de lixiviados. Pozos de monitoreo. Bermas de separación en el frente de trabajo. Canaletas de captación de aguas de escorrentía superficial. Cobertura final multicapa de baja permeabilidad y conformación de pendientes una vez rellena el área.	Impide el paso de lixiviados hacia los mantos de aguas subterráneas. Facilita el monitoreo de la calidad de agua subterránea. Minimiza el contacto de los residuos con las aguas de lluvia. Evita la penetración de agua al sitio del relleno sanitario. Facilita las condiciones de mínima infiltración y máximo escurrimiento de aguas de lluvia en las áreas rellenas.	SÍ
Impacto visual/ Degradación paisajística	Degradación del paisaje en el área del basural y en su entorno debido a la voladura y dispersión de los residuos.	NO	Cerco perimetral. Barrera forestal, con vegetación nativa. Acondicionamiento de las áreas rellenas para su integración paisajística con el entorno circundante.	Aísla y delimita el sitio, reduce la diseminación de olores y atrapa residuos sólidos que se pueden desplazar por la acción del viento. Mejora el aspecto visual de la instalación. Permite recuperar el área para un uso futuro beneficioso.	SÍ
Desarrollo de fauna nociva	Proliferación de vectores (roedores, insectos) transmisores de enfermedades.	NO	Cobertura diaria de residuos. Programas de control de vectores.	Impide que la masa de residuos provea hábitat o alimento a los vectores.	SÍ
Contaminación del aire	Emisión de gases y olores desagradables propios de la descomposición de los residuos y de gases tóxicos por la quema deliberada o espontánea (situación que se agrava ante la existencia de vuelcos de residuos peligrosos en el lugar, humos, nieblas y material particulado).	NO	Cobertura diaria de residuos. Impermeabilización de fondo y taludes del módulo. Drenes de colección y tubos de venteo de gases. Sistemas de captación y tratamiento de gases. Barrera forestal. Enterramiento y compactación con la maquinaria adecuada.	Minimiza la generación de olores e impide la migración lateral de los gases. Permite evacuar controladamente los gases, evitando incendios espontáneos o focos de acumulación de gases. Permite tratar los gases y la posibilidad de utilizarlos. Es la esencia del método de relleno sanitario pues permite confinar el residuo sólido.	SÍ
Riesgos vinculados a la Seguridad e Higiene Laboral	Las personas que eventualmente se desempeñan en los basurales están expuestas a accidentes y riesgos sanitarios de todo tipo.	NO	Casetas de control. Almacén, vestuario y servicios higiénicos. Elementos de protección personal (guantes, zapatos de seguridad, mascarillas, etc.).	Posibilita controlar la cantidad y tipo de residuo, impidiendo la entrada de residuos peligrosos. Facilita la higiene de los trabajadores y la guarda de ropa, equipos y herramientas. Protege al personal de contraer enfermedades y minimiza los accidentes ocupacionales.	SÍ
Riesgos para la Salud de la comunidad	Afectación de la salud por la contaminación de aguas, aire y suelo. Enfermedades transmitidas por los vectores. Los humos y nieblas producidos por la quema incrementan el riesgo de accidentes viales.	NO	TODOS	Los controles y los métodos de operación, clausura y posclausura posibilitan la adecuada disposición final de los residuos, minimizando los riesgos ambientales y sanitarios vinculados.	SÍ

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

## 2.9. ASPECTOS ECONÓMICOS

### 2.9.1. Estimación del gasto anual del GIRSU

En el Municipio de Concordia se destina aproximadamente 40 millones de pesos a la gestión de residuos sólidos, este monto representa alrededor del 11,9% del gasto municipal total. Las tareas de “recolección” implican el 59% de total destinado al GIRSU y en orden de importancia le siguen el “barrido y limpieza” con el 13% y la “administración” con el 11%. Estas tres actividades son las más relevantes porque acumulan el 83% del total del gasto GIRSU.

Tabla 20: Costo gestión GIRSU por fase (año 2.012)

	<b>Importe \$</b>	<b>% part.</b>
Disposición inicial	655.657	2%
Barrido y limpieza	5.178.547	13%
Limpieza de microbasurales	1.854.421	5%
Residuos de poda y áreas verdes	1.124.120	3%
Educación y comunicación	700.800	2%
Compostaje	-	0%
Recuperación de materiales	429.235	1%
Administración	4.448.000	11%
Planificación y control	1.050.000	3%
Recolección	23.554.264	59%
Estación de transferencia	-	0%
Disposición final	908.000	2%
Cierre basural	-	0%
<b>Total</b>	<b>39.903.044</b>	<b>100%</b>

El 73% del gasto se destina a “personal”, el 13% a “servicios” y solo un 7% a “vehículos” entre los principales.

Tabla 21: Costos por categorías (año 2.012)

	<b>Importe \$</b>	<b>% part.</b>
Terrenos, edificios, construcciones y materiales	10.000	0%
Bienes	78.455	0%
Combustibles y lubricantes	1.776.000	4%
Maquinarias y equipos	48.075	0%
Vehículos	2.747.333	7%
Personal	29.300.000	73%
Ropa y elementos de trabajo	608.821	2%
Servicios	5.226.360	13%
Elementos de comunicación y otros	108.000	0%
<b>Total</b>	<b>39.903.044</b>	<b>100%</b>

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

El programa de “recolección transferencia y disposición final” es el más importante destinándose el 62% de los gastos, le sigue el programa de “limpieza” con el 23% y el programa de “organización planificación y control” con el 14% como los más relevantes.

Tabla 22: Costos por programas (año 2.012)

	<b>Importe \$</b>	<b>% part.</b>
Programas de recuperación material orgánico	-	0%
Programas de recuperación materiales reciclables	35.160	0%
Programas de limpieza	9.257.320	23%
Programas de recolección, transferencia y disposición final	24.562.264	62%
Programas de organización, planificación y control	5.458.000	14%
Programas de desarrollo e inclusión social	-	0%
Programas de mejoramiento del sitio de disposición final	-	0%
Programas de educación, comunicación y reutilización	590.300	1%
Otros programas	-	0%
<b>Total</b>	<b>39.903.044</b>	<b>100%</b>

**2.9.2. Estimación de costos del servicio actual. Tasas vigentes y cobertura de costos**

A través de la TGI el Municipio genera los recursos para financiar la gestión del GRSU, aunque cabe aclarar que con este tributo también se solventan las actividades de conservación y mantenimiento de calles, desagües y luminarias. Actualmente son casi 49 mil los contribuyentes de esta tasa.

Si se analiza el costo del servicio, este va a depender de quien es el generador de la basura debido al volumen y al tipo de la misma. Para ello se distinguen como principales generadores a los “hogares” que se corresponden con generación de residuos en casas de familias, los producidos por las actividades económicas diferenciándose entre “industrias”, “comercios”, “hoteles” y “restaurantes” debido a que cada actividad produce un tipo y volumen de residuo diferente y por último las generadas en “áreas públicas” y “escombros”.

Tabla 23: Relación de ingresos y gastos GRSU

	TGI \$	Costo GRSU por generador \$	Cantidad de generadores	Ingresos por generador \$	Costo por generador \$	Tasa %
Hogar	5.846.000	18.953.946	41.000	143	462	31%
Comercio	968.000	1.496.364	5.700	170	263	65%
Hoteles y alojamientos	241.500	498.788	31	7.790	16.090	48%
Restaurantes y bares	400.500	498.788	123	3.256	4.055	80%
Industria	600.000	3.242.122	31	19.355	104.585	19%
Áreas públicas		6.484.245				
Escombros		8.728.791				
<b>Total</b>	<b>8.056.000</b>	<b>39.903.044</b>				<b>20%</b>

## “Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

### 2.9.3. Proporción de generadores morosos

La tasa de cobrabilidad ronda el 50% para los hogares y las actividades económicas desarrollada en comercios, hoteles, restaurantes e industria fluctúa entre un 60 y un 70%.

### 2.9.4. Financiamiento del gasto total anual en materia de RSU

El 20% del gasto total GRSU es financiado parcialmente por TGI y el resto con otros recursos percibidos por el Municipio.

### 2.9.5. Costos de operación y mantenimiento de la planta de separación

El principal costo que se identifica es el de personal que supera 70% del total del gasto asumido.

Tabla 24: Composición de los costos de recuperación de materiales (Año 2.012)

	Importe \$	% part.
Terrenos, edificios, construcciones y materiales	10.000	2%
Bienes	-	0%
Combustibles y lubricantes	-	4%
Maquinarias y equipos	48.075	11%
Vehículos	-	0%
Personal	336.000	78%
Ropa y elementos de trabajo	-	0%
Servicios	35.160	8%
Elementos de comunicación y otros	-	0%
<b>Total</b>	<b>429.235</b>	<b>100%</b>

## 2.10. SELECCIÓN DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO

A continuación se analizará la posibilidad de instalar el nuevo relleno sanitario en el actual predio donde se encuentra el basurero de la ciudad de Concordia ya que es propiedad del municipio, posee suficiente espacio físico (243 ha) y en el lugar se encuentra instalada la planta de clasificación y separación de residuos.

### 2.10.1. Criterios de localización

Distancias al Campo “El Abasto” obtenidas con Google Earth Pro:

- Aeroparque a 7,5 km
- Aeroclub a 6,0 km
- RN 14 a 2,0 km
- RP 4 a 2,2 km
- Perímetro del ejido urbano de Concordia a 2,5 km
- B° San Pantaleón a 2,0 km

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



**Figura 28: Selección del lugar de emplazamiento**

Criterios de localización en base a Resolución N° 1.143/02 de disposición de residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios de la provincia de Buenos Aires (Capítulo Antecedentes ítem 9.1).

Tabla 25: Carga diaria a disponer mayor a 50 toneladas

		Requisito mínimo	Verifica SI/NO
Distancia a partir del perímetro urbano		1.000 m	SI
Distancia de aeropuertos y/o aeródromos	Aviones de motor a turbina	3.000 m	SI
	Aviones de motor a pistón o turbohélice	1.500 m	SI
Profundidad entre la base del relleno sanitario hasta el nivel de acuífero libre		0,50 m	SI
Coeficiente de permeabilidad vertical del suelo $K_f \leq 10^{-7} \text{ cm/s}$		- Barrera natural con espesor $\geq 0,60\text{m}$ . - Barrera artificial con protección equivalente.	SI
Uso y ocupación del terreno		Zonificación catastral rural y fuera de área de reserva o parque natural	SI
Distancia de pozos de abastecimiento de agua		500 m	SI

**2.10.2. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

Además se deberá realizar el Estudio de Impacto Ambiental según el Anexo IV del Decreto N°1.741/96 (Ley 11.459 de la provincia de Buenos Aires), establecimiento de segunda categoría. El mismo se adjunta seguidamente:

Beckmann, Carolina Silvia

---

ANEXO 4. Evaluación de impacto ambiental proyectos o establecimientos a instalarse

Aspectos técnicos mínimos que debe contemplar la evaluación de impacto ambiental

APENDICE I. Establecimientos industriales de 2º categoría

1) Evaluación ambiental: descripción y análisis de los recursos ambientales del área de influencia del proyecto, realizada en función de información antecedente (existente).

Deberá involucrar:

1.1 Medio Ambiente Físico

1.1.1 Caracterización climática

1.1.2 Geología - geomorfología

1.1.3 Recursos hídricos

1.1.3.1 Superficial

1.1.3.2 Subterráneo

1.1.4 Atmósfera

1.1.4.1 Variables atmosféricas

1.1.4.2 Relación con el proyecto

1.2 Medio Ambiente Socioeconómico y de Infraestructura:

1.2.1 Densidad poblacional

1.2.2 Usos y ocupación del suelo

1.2.3 Infraestructura de servicios

2) Descripción del proyecto: memoria del proyecto planteado, con indicación y/o cuantificación de los aspectos más relevantes desde el punto de vista de la preservación ambiental. Deberán constar:

2.1 Actividad a desarrollar, tecnología a utilizar

2.2 Transporte, manipuleo y almacenamiento de materias primas.

2.3 Líneas de producción y/o tratamiento, con tipificación y cómputo de residuos sólidos y semisólidos, emisiones gaseosas y/o efluentes líquidos que se espera generar.

2.4 Sistemas de almacenamiento transitorio y/o tratamiento de residuos sólidos y semisólidos.

2.5 Sistemas de almacenamiento transitorio y/o tratamiento de efluentes líquidos.

2.6 Sistema de tratamiento de emisiones gaseosas. Número de fuentes de emisión previstas.

2.7 Condiciones y Medio ambiente de trabajo. Riesgos específicos de la actividad

3) Evaluación de Impactos Ambientales: identificación de los impactos ambientales asociados a la inserción del Proyecto en el medio circundante. Se deberá discriminar en:

3.1 Identificación y Cuantificación de Impactos:

3.1.1 Positivos y negativos

3.1.2 Valoración absoluta o relativa

3.1.3 Directos e indirectos

3.1.4 Reversibles e irreversibles

3.1.5 Otros atributos

3.2 Medidas Mitigadoras de los Impactos Negativos.

4) Planes de emergencia interna.

Anexos: Planos, protocolos de análisis y toda otra documentación acompañante.

Beckmann, Carolina Silvia

### 2.10.3. Localización óptima del relleno sanitario



Figura 29: BASURERO ACTUAL

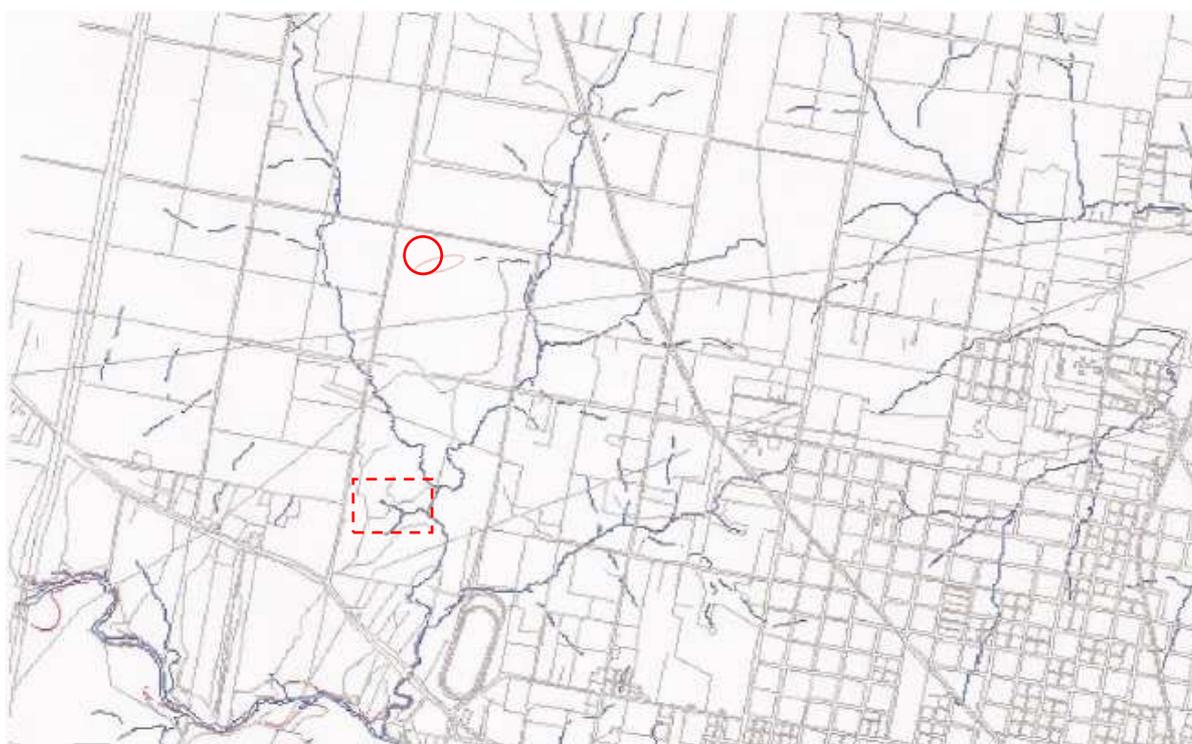
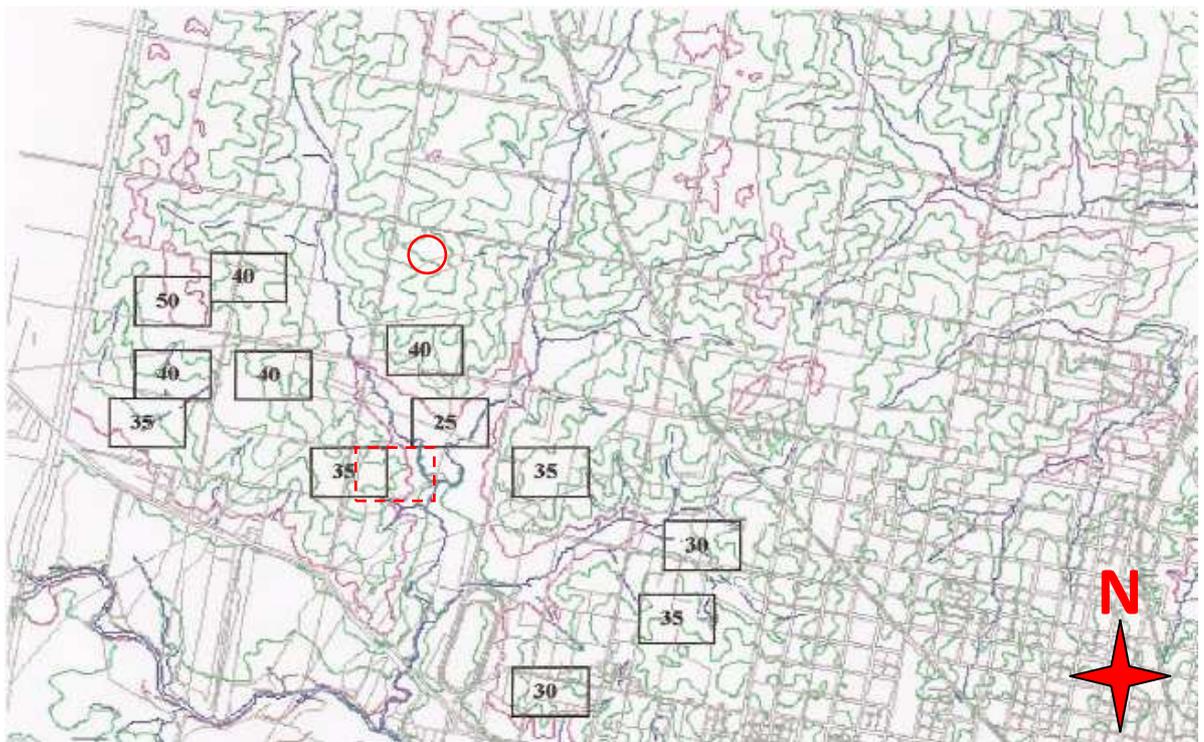


Figura 30: RED DE DRENAJE

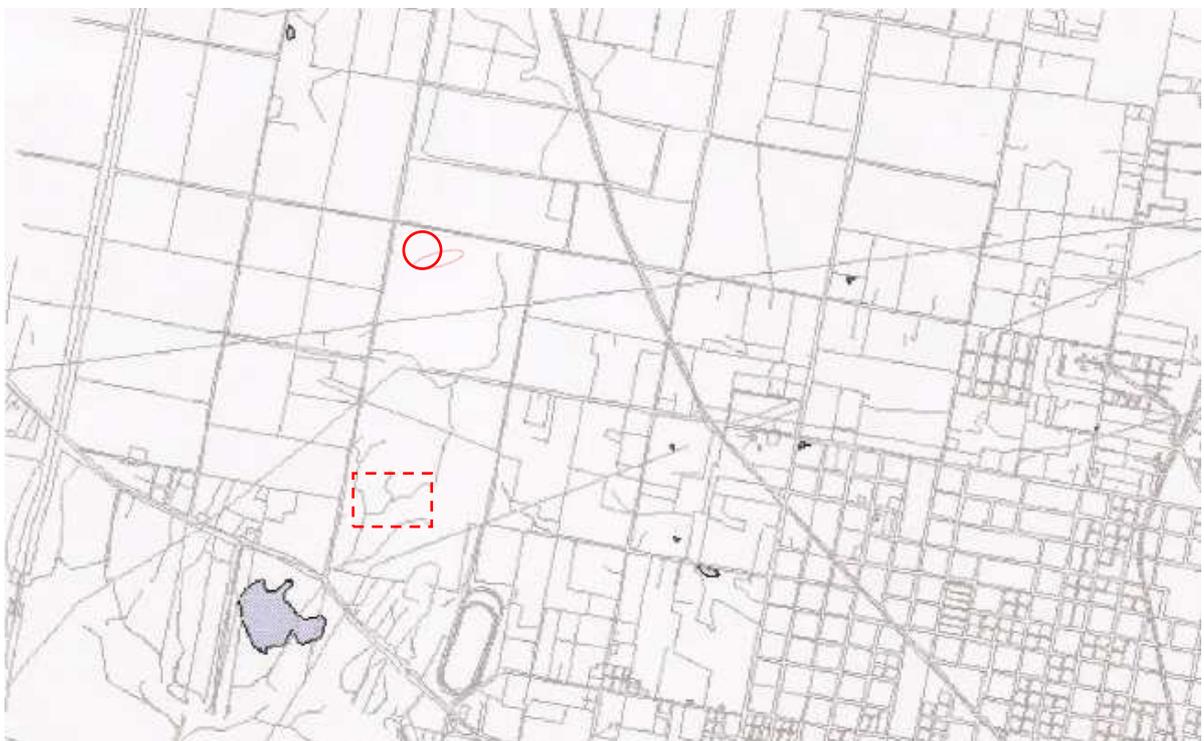
**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



**Figura 31: ALTIMETRÍA**

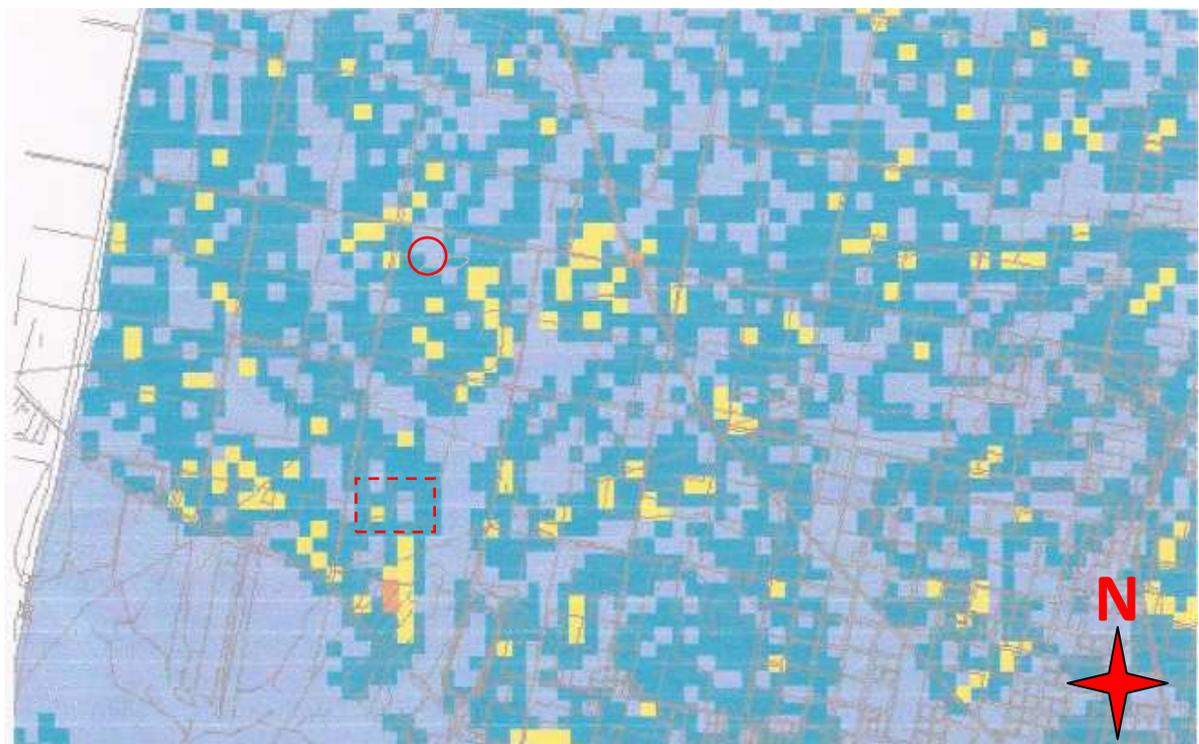


**Figura 32: LAGUNAS**

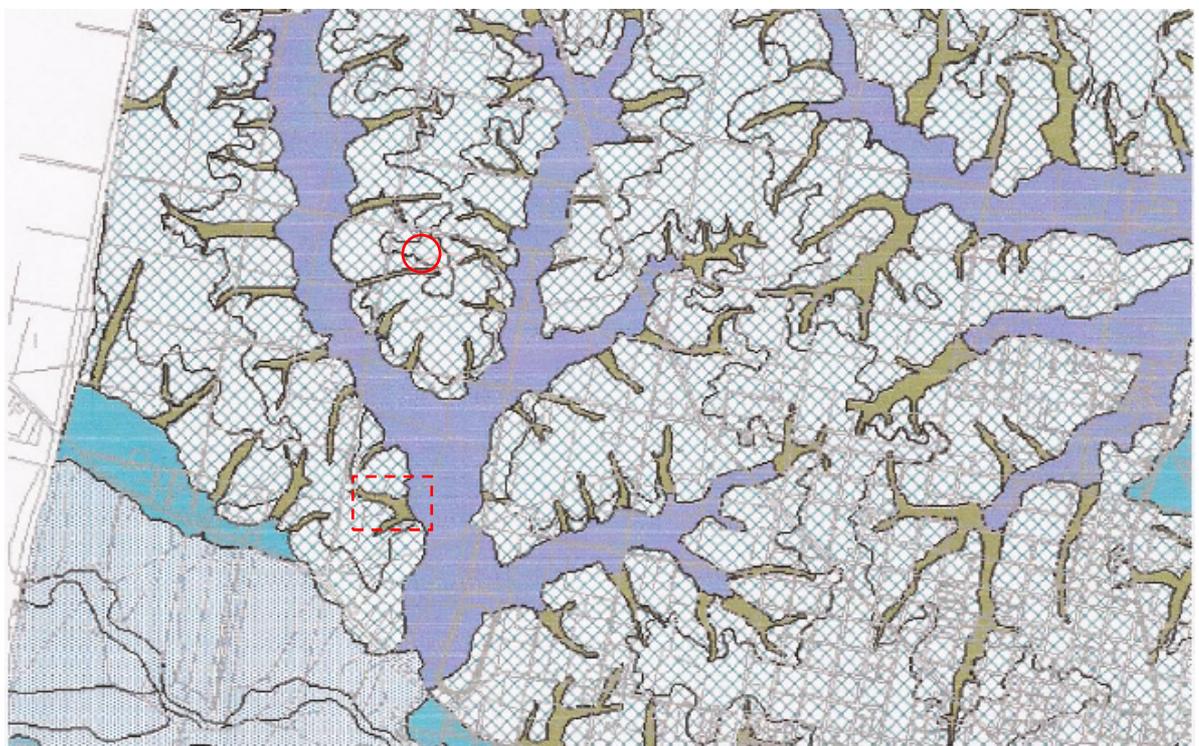
**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



**Figura 33: PENDIENTES**

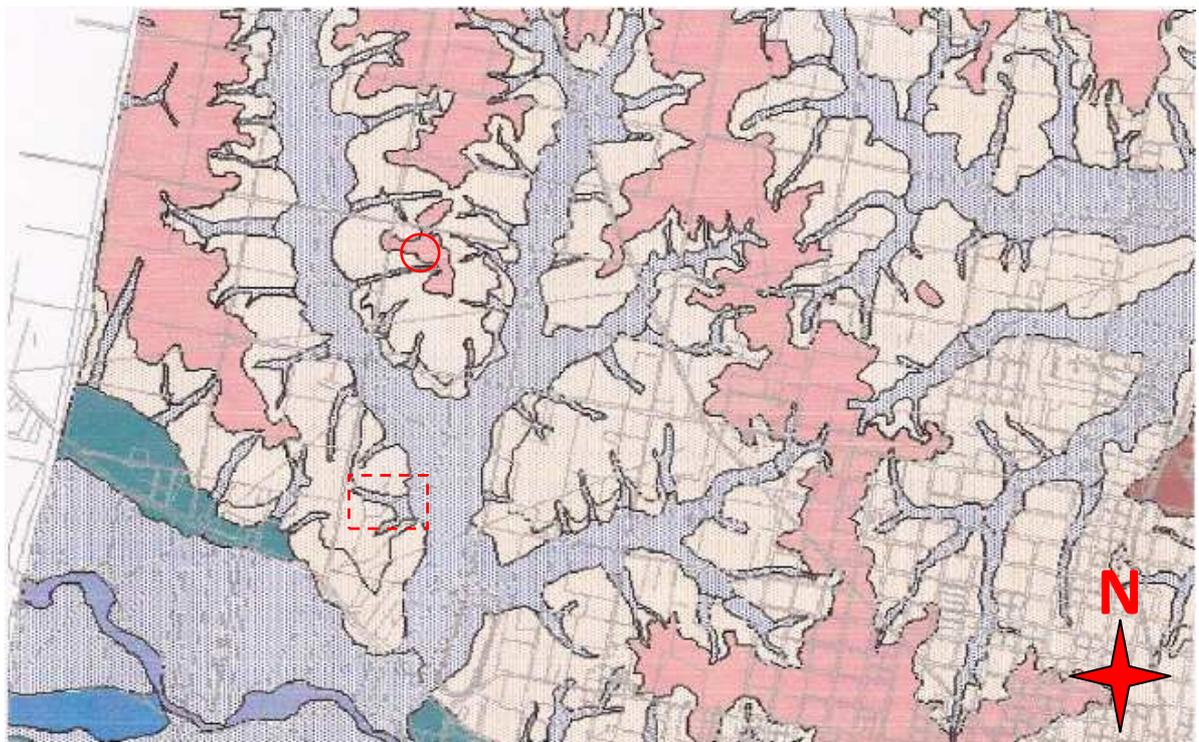


**Figura 34: GEOLOGÍA**

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

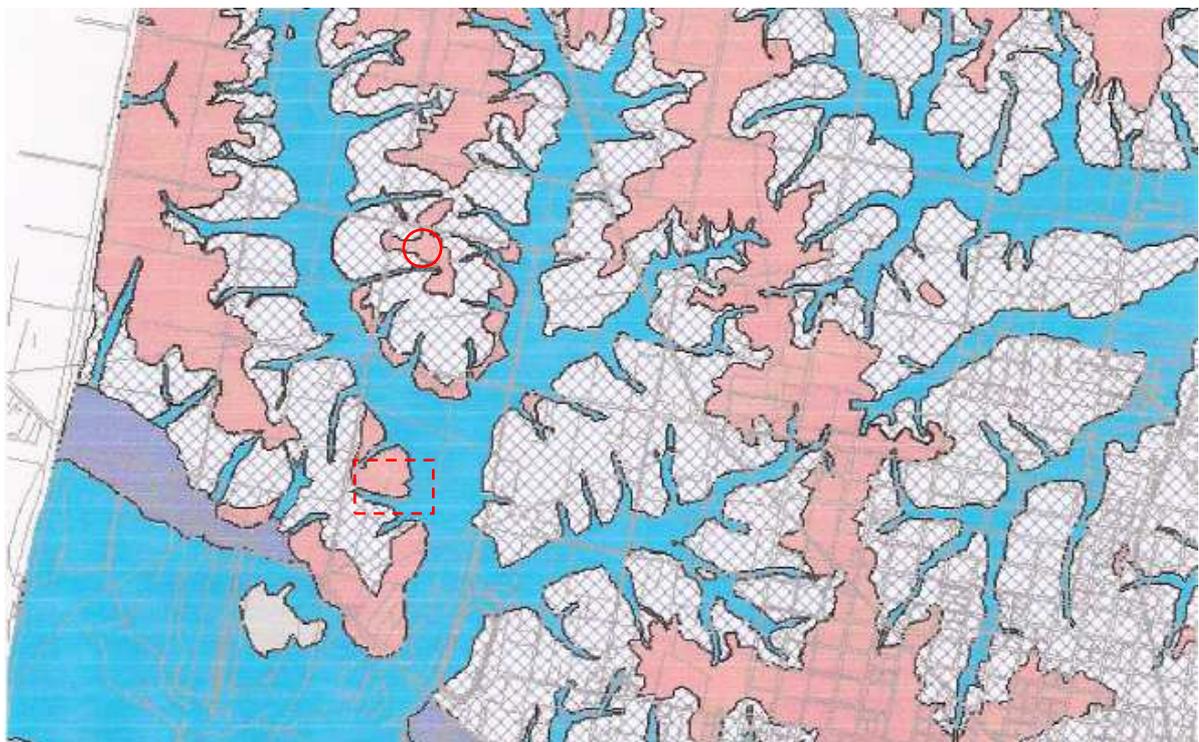
ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



Planicie de los interfluvios; Sectores cumbrales de los interfluvios; Planicie aluvial

**Figura 35: GEOMORFOLOGÍA**



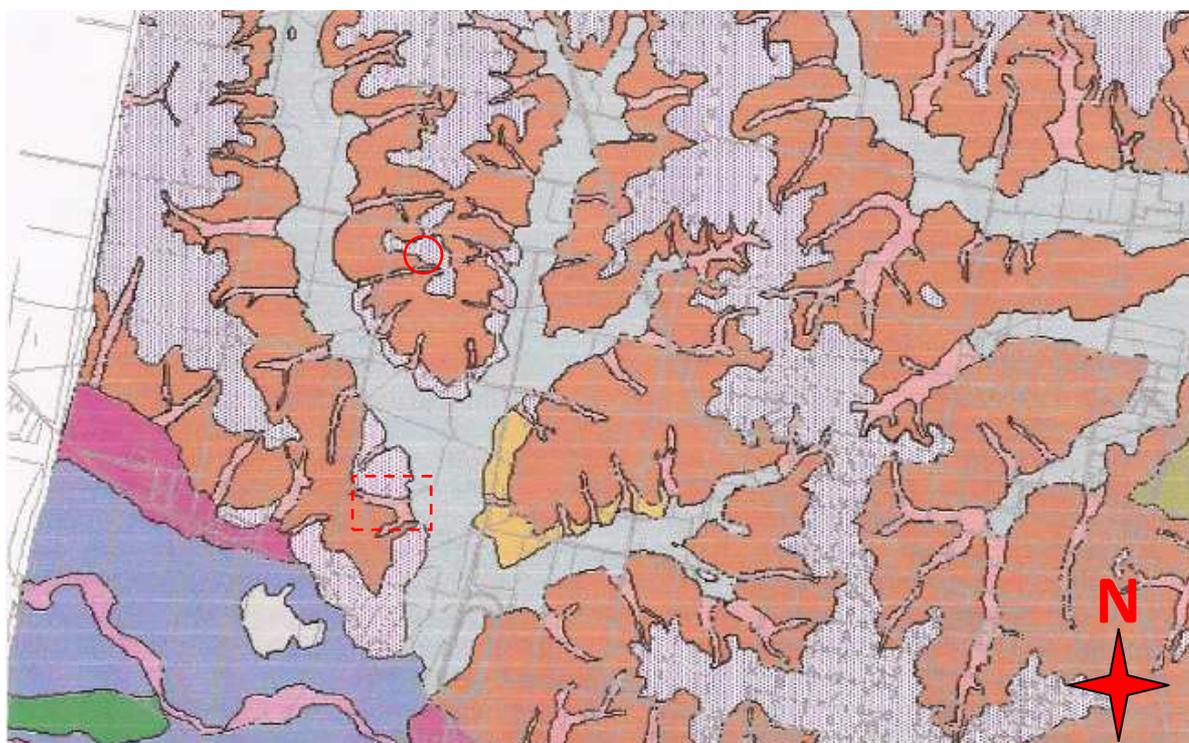
0 – 2,5m; 5 – 10m; > 10m

**Figura 36: PROFUNDIDAD DE LA CAPA FREÁTICA**

“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”

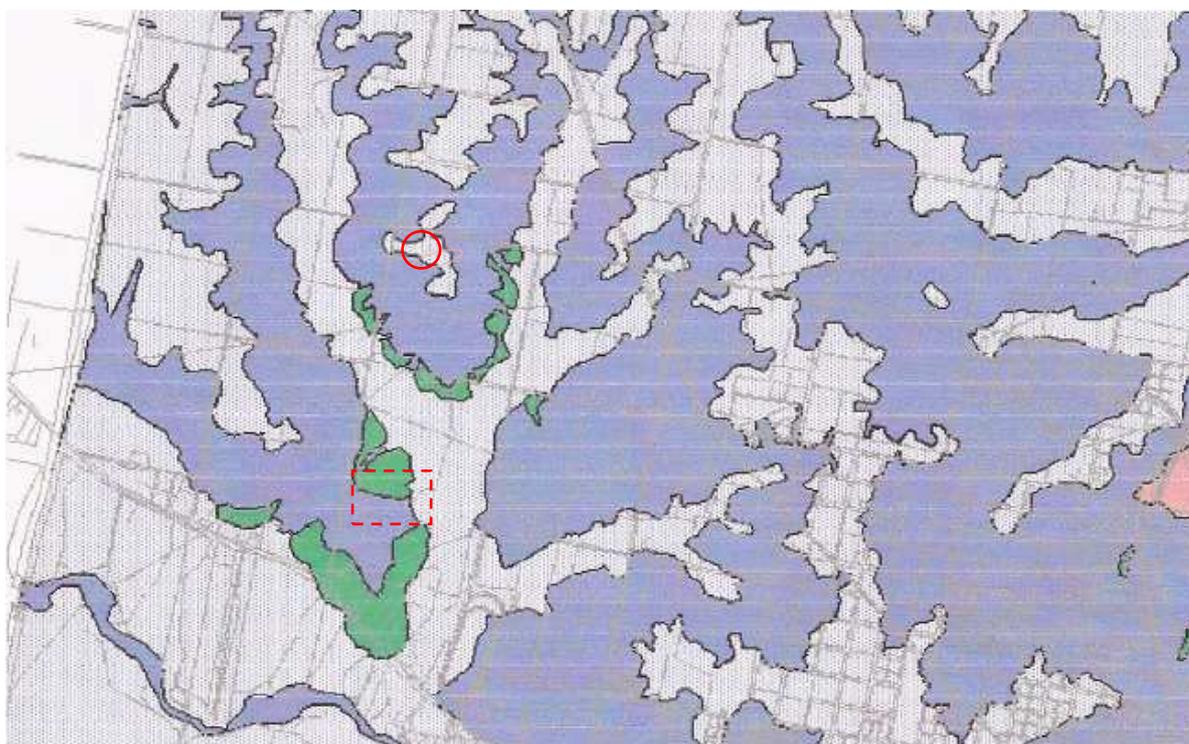
ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



■ Haplacueptes; ■ Udifluentes óxicos; ■ Cuarzipsamientos óxicos; ■ Udifluentes pedregosos; ■ Cuarzipsamente acuico

Figura 37: SUELO



■ Baja; ■ Alta; ■ Muy alta

Figura 38: PERMEABILIDAD

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

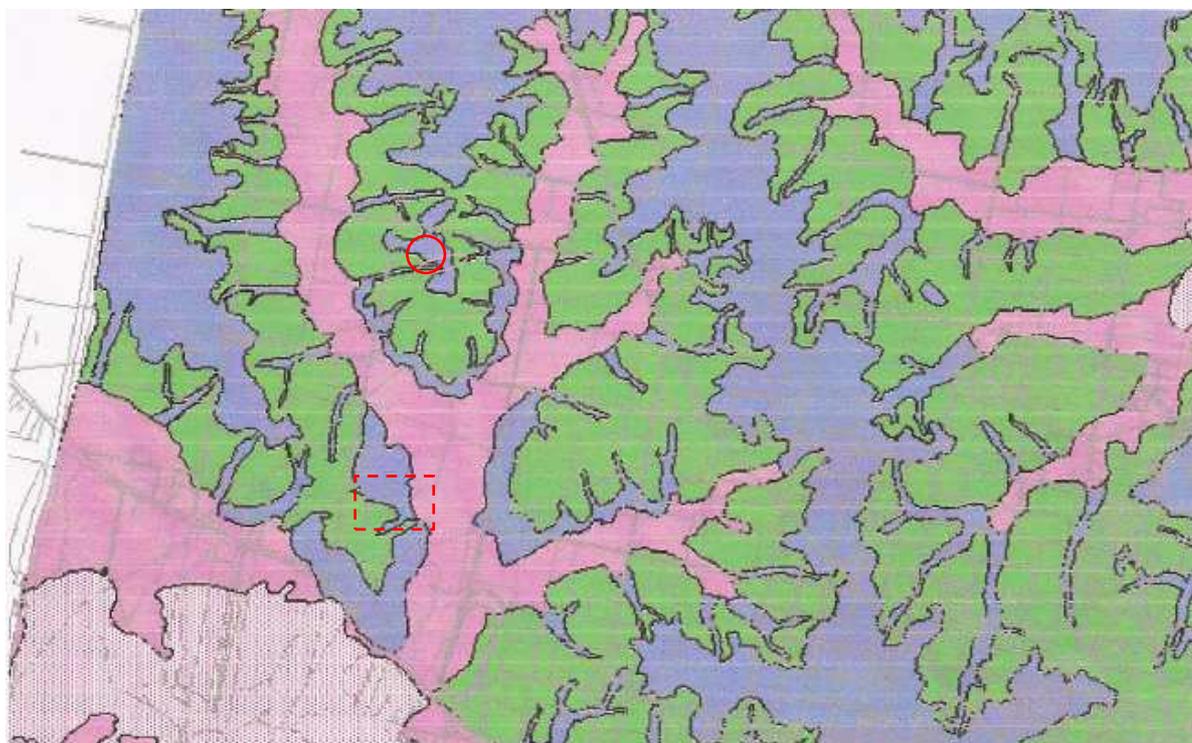
ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



■ SC con SM. SL subordinado; ■ SC con G subordinado; ■ SC y SM. G subordinado; ■ SP

**Figura 39: GEOTECNIA**



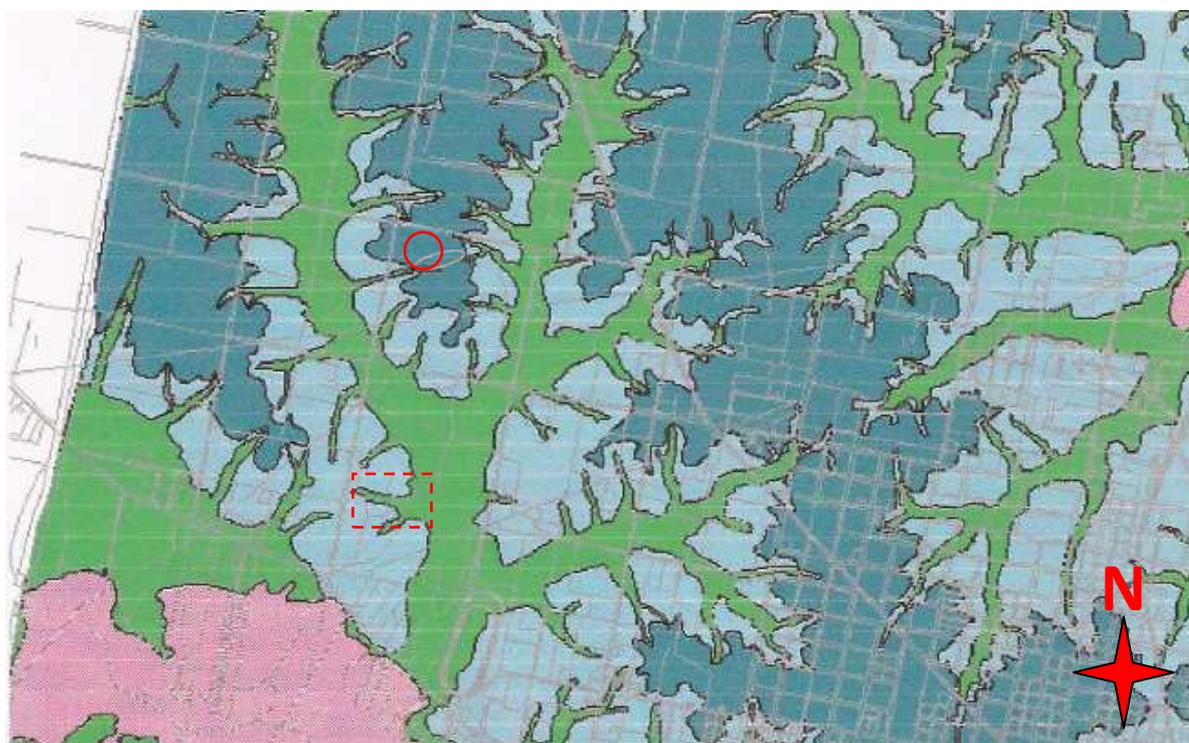
■ Baja; ■ Moderada a baja; ■ Moderada a alta

**Figura 40: APTITUD A LA EXPANSIÓN URBANA**

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



■ Moderada; ■ Baja; ■ No inundable

**Figura 41: VULNERABILIDAD A LAS INUNDACIONES**



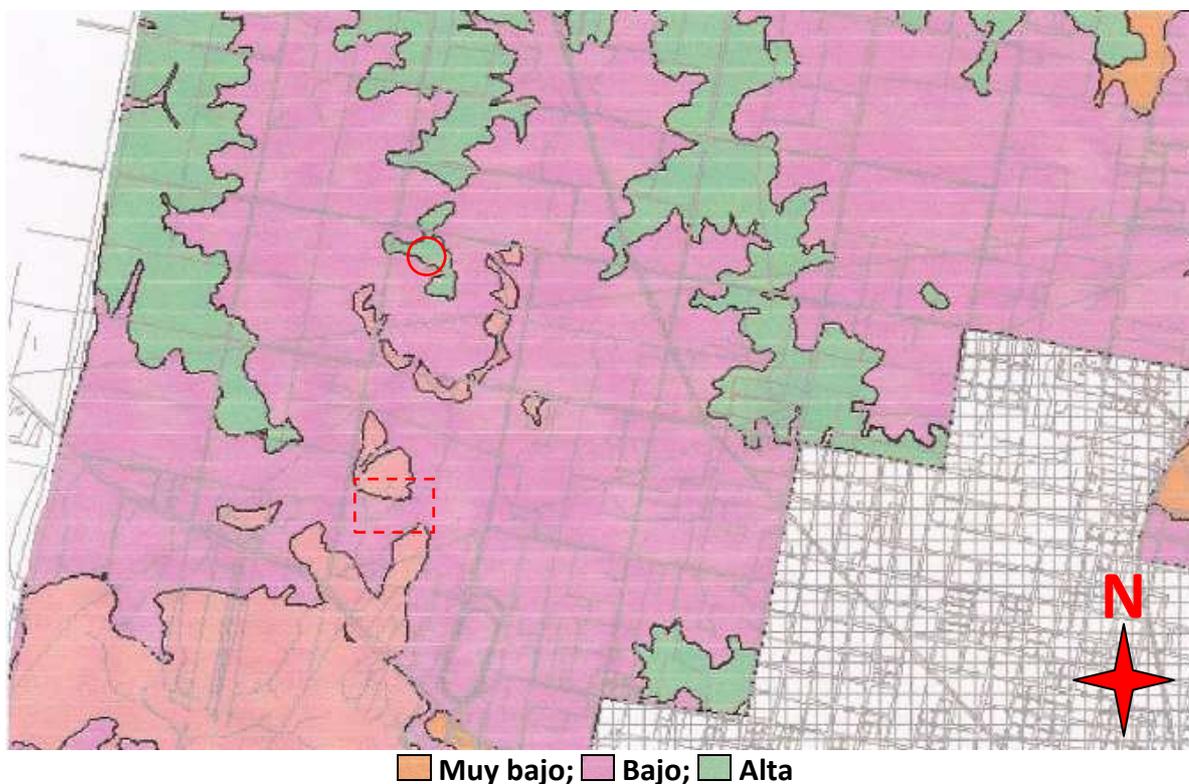
■ Limo areno-arcilloso y arena arcillosas; ■ Arenas y arenas poco limosas con escasa gravilla (menor a 30%); ■ Arena y arena gravillosa (grava entre 30 y 60%)

**Figura 42: MINERALES EN USO**

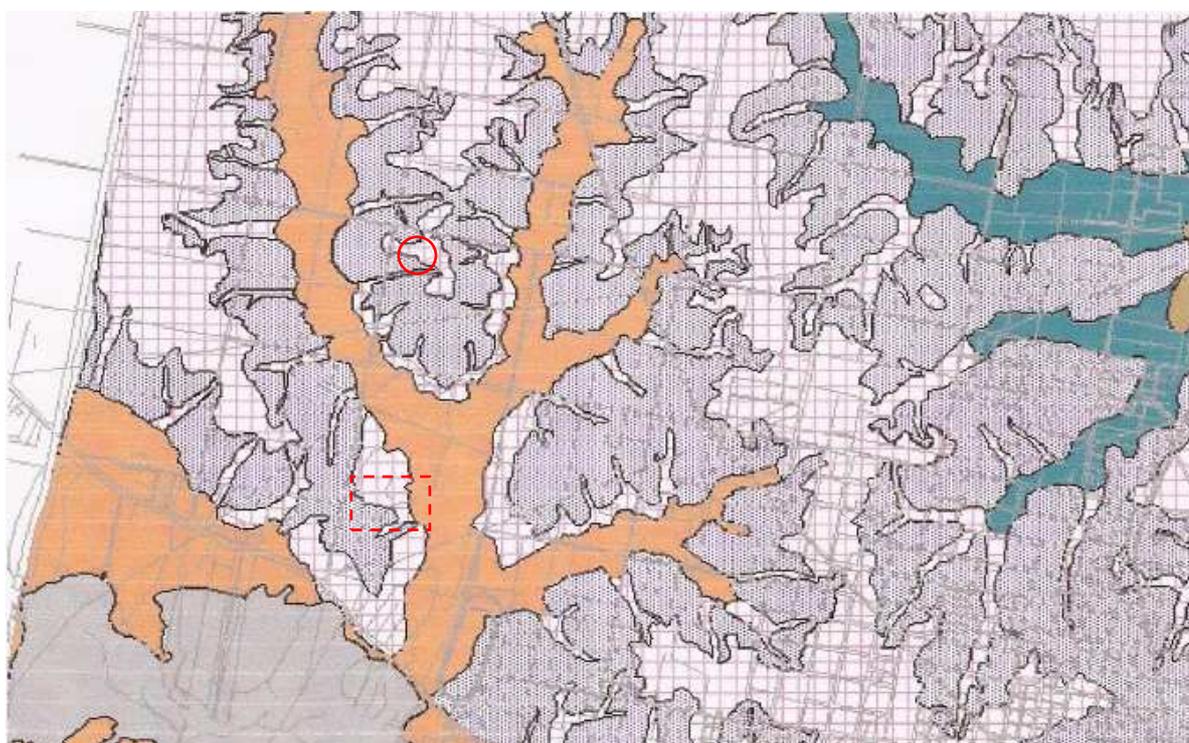
**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia



**Figura 43: APTITUD A LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS**



**Figura 44: USO DEL SUELO**

Beckmann, Carolina Silvia

#### 2.10.4. Conclusión de localización óptima del relleno sanitario

Analizando todos los mapas anteriores que conforman un sistema de información geográfica (SIG), el lugar seleccionado al final del predio del Campo El Abasto sobre la calle de tierra “José A. Lescano”, para la construcción del relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos urbanos, es apto para tal fin, cumpliendo todas las normativas vigentes relacionadas al tema.



Figura 45: Lugar de emplazamiento del relleno sanitario

Beckmann, Carolina Silvia

---

### **2.11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- (1) Ing. Gustavo Larenze e Ing. María Eugenia Garat - 2.012 - Apuntes de la cátedra de Ingeniería Sanitaria.
- (2) Página web de la Secretaría del ambiente: [www.entrerios.gov.ar/ambiente/](http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/)
- (3) Página web de la Municipalidad de Concordia: [www.concordia.gob.ar](http://www.concordia.gob.ar)
- (4) Laboratorio de geotecnia “Ing. Carlos A. Micucci” - 2.013 - Informe de resultados de ensayos.
- (5) Página web de la Dirección hidráulica de Entre Ríos: [www.hidraulica.gob.ar](http://www.hidraulica.gob.ar)
- (6) José Luis P. Anigatti - 2.010 - Argentina 200 años 200 Suelos.
- (7) Programa nacional Mapa educativo: [www.mapaeducativo.edu.ar/atlas/mapas-de-contexto/condiciones-ambientales-y-educacion/inundaciones/](http://www.mapaeducativo.edu.ar/atlas/mapas-de-contexto/condiciones-ambientales-y-educacion/inundaciones/)
- (8) Reglamento INPRES-CIRSOC 103.
- (9) Página web: <https://entrerios.gov.ar/dec/paginas/termas.html>
- (10) Programas computacionales: Global Mapper v17.0; Google Earth Pro y AutoCAD 2.016.
- (11) Municipalidad de Concordia - 2.013 - Convenio marco de cooperación CEAMSE.
- (12) Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC): [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)
- (13) Servicio meteorológico nacional: [www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar)
- (14) Lic. Nadia M. Mazzeo - 2.012 - Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental: gestión integral de residuos sólidos urbanos.
- (15) Ing. Elba Gaggero y Lic. Marcelo Ordoñez – Gestión integral de residuos sólidos urbanos.

## ANEXO A: CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA PARA CONCORDIA

### I. MÉTODO DE LA TASA GEOMÉTRICA DECRECIENTE

Apto para localidades que han sufrido un aporte inmigratorio o un incremento poblacional significativo en el pasado reciente, debido a factores que generan atracción demográfica y cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia.

1. Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (basándose en datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1; \quad i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Donde:

il: tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal.

ill: tasa media anual de variación de la población del último período censal.

P1: Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio.

P2: Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio.

P3: Número de habitantes correspondientes al último Censo.

n1: número de años del período censal entre el primero y segundo Censo.

n2: número de años del período censal entre el segundo y el último Censo.

Tabla 26: Tasas medias anuales de variación poblacional

Censo nº	Año	Población	Períodos		Tasas medias anual de crecimiento		Tasa media anual de proyección	
1	1.991	138.980	n <sub>1</sub>	10	i <sub>1</sub>	0,0125	i	0,0087
2	2.001	157.291						
3	2.010	170.033	n <sub>2</sub>	9	i <sub>2</sub>	0,0087		

2. La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales.

$$\text{Si } i_{II} < i_I \rightarrow i = i_{II}; \quad \text{Si } i_{II} > i_I \rightarrow i = \frac{i_I + i_{II}}{2}$$

3. Se debe efectuar la proyección con las tasas media anual del último período intercensal utilizando las siguientes expresiones:

$$P_a = P_3 \times (1+i)^{na}; \quad P_o = P_a \times (1+i)^{no}; \quad P_n = P_o \times (1+i)^n$$

Siendo:

Pa: estimaciones de población existente a la fecha de ejecución del proyecto.

Po: estimaciones de población al año previsto para la habilitación del sistema.

Pn: estimaciones de población al año “n”.

i: tasa media anual de proyección.

na: número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto.

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

no: número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del sistema.

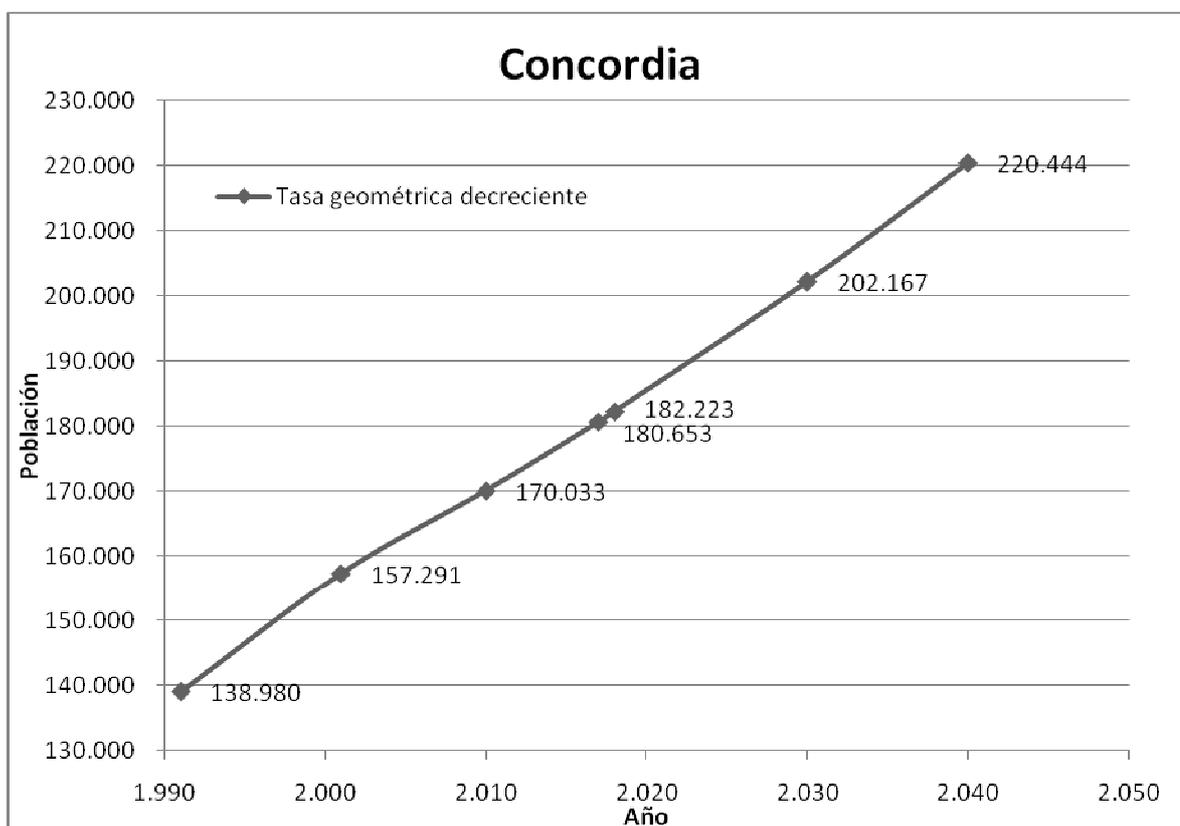
n: número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección.

Tabla 27: Proyección de la población

Año	n		Población	
2.017	$n_a$	7	$P_a$	180.653
2.018	$n_0$	1	$P_0$	182.223
2.030	$n_{2030}$	12	$P_{2030}$	202.167
2.040	$n_{2040}$	22	$P_{2040}$	220.444

Tabla 28: Proyección para Concordia con método de la tasa geométrica decreciente

Año	Población	
1.991	$P_1$	138.980
2.001	$P_2$	157.291
2.010	$P_3$	170.033
2.017	$P_a$	180.653
2.018	$P_0$	182.223
2.030	$P_{2030}$	202.167
2.040	$P_{2040}$	220.444



Beckmann, Carolina Silvia

## II. MÉTODO DE LA RELACIÓN - TENDENCIA

Se adaptan mejor a localidades más asentadas y cuyo crecimiento futuro esté más relacionado con el crecimiento de la Provincia y del País en su conjunto que con las condiciones locales.

1. El método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, la total de la provincia, el partido o departamento y la localidad y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.

2. Se obtienen los valores de población total del país resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas. En todos los casos, se deben utilizar las proyecciones efectuadas por el INDEC.

3. Se obtienen los valores de población total de la provincia, resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas.

- Población total del país resultantes de los tres últimos censos nacionales:  
PT1; PT2; PT3
- Proyección oficial para las siguientes tres décadas de la población total del país.  
“Estimaciones y Proyecciones de Población total del país” INDEC- CELADE (1995):  
PTn0; PTn1; PTn2
- Población total de la provincia, resultante de los tres últimos censos nacionales:  
p1; p2; p3
- Proyección oficial para las siguientes tres décadas de la población total de la provincia:  
pn0; pn1; pn2

4. Se relacionan los datos históricos de la provincia y del país para cada año, obteniéndose:

$$R_1 = \frac{p_1}{PT_1}; R_2 = \frac{p_2}{PT_2}; R_3 = \frac{p_3}{PT_3}$$

5. Se determinan las siguientes relaciones, para los dos períodos intercensales históricos:

$$I_1 = \log(R_2) - \log(R_1); I_2 = \log(R_3) - \log(R_2)$$

6. Se determinan las relaciones provincia/país utilizando las siguientes expresiones:

$$\log(R_4) = \log(R_3) + \frac{I_1 \times C_{10} + I_2 \times C_{20}}{C_{10} + C_{20}}; \log(R_5) = \log(R_4) + \frac{I_1 \times C_{11} + I_2 \times C_{21}}{C_{11} + C_{21}};$$

$$\log(R_6) = \log(R_5) + \frac{I_1 \times C_{12} + I_2 \times C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

Tabla 29: Coeficientes de ponderación

Períodos intercensales (años)	Período desde el último censo hasta el año inicial	Subperíodos de diseño	
	$n_0 = B_0 - A_3$	$n_1 = B_1 - B_0$	$n_2 = B_2 - B_1$
$N_1 = A_2 - A_1$	$C_{10} = \frac{1}{(A_3 + n_0/2) - (A_1 + N_1/2)}$	$C_{11} = \frac{1}{(B_0 + n_1/2) - (A_1 + N_1/2)}$	$C_{12} = \frac{1}{(B_1 + n_2/2) - (A_1 + N_1/2)}$
$N_2 = A_3 - A_2$	$C_{20} = \frac{1}{(A_3 + n_0/2) - (A_2 + N_2/2)}$	$C_{21} = \frac{1}{(B_0 + n_1/2) - (A_2 + N_2/2)}$	$C_{22} = \frac{1}{(B_1 + n_2/2) - (A_2 + N_2/2)}$

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

$$pn_0 = R_4 \times PTn_0; pn_1 = R_5 \times PTn_1; pn_2 = R_6 \times PTn_2$$

7. Para las poblaciones de la localidad y la provincia se definen relaciones similares a las establecidas anteriormente (los coeficientes de ponderación son siempre los de la tabla anterior).

$$L_1 = \frac{P_1}{p_1}; L_2 = \frac{P_2}{p_2}; L_3 = \frac{P_3}{p_3}$$

$$I'_1 = \log(L_2) - \log(L_1); I'_2 = \log(L_3) - \log(L_2)$$

$$\begin{cases} \log(L_4) = \log(L_3) + \frac{I'_1 \times C_{10} + I'_2 \times C_{20}}{C_{10} + C_{20}} \\ \log(L_5) = \log(L_4) + \frac{I'_1 \times C_{11} + I'_2 \times C_{21}}{C_{11} + C_{21}} \\ \log(L_6) = \log(L_5) + \frac{I'_1 \times C_{12} + I'_2 \times C_{22}}{C_{12} + C_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Pn_0 = L_4 \times pn_0 \\ Pn_1 = L_5 \times pn_1 \\ Pn_2 = L_6 \times pn_2 \end{cases}$$

Tabla 30: Proyección población de Entre Ríos

Censo nº	1	2	3	Proyección		
Año	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
		1.991	2.001	2.010	2.020	2.030
Período	N <sub>1</sub>		N <sub>2</sub>	n <sub>0</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>
	10		9	10	10	10
Población país: Argentina	PT <sub>1</sub>	PT <sub>2</sub>	PT <sub>3</sub>	PTn <sub>0</sub>	PTn <sub>1</sub>	PTn <sub>2</sub>
	32.615.528	36.260.130	40.117.096	45.347.004	48.896.059	51.993.533
Población provincia: Entre Ríos	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>	pn <sub>0</sub> = R <sub>4</sub> × PTn <sub>0</sub>	pn <sub>1</sub> = R <sub>5</sub> × PTn <sub>1</sub>	pn <sub>2</sub> = R <sub>6</sub> × PTn <sub>2</sub>
	1.020.257	1.158.147	1.235.994	1.373.473	1.461.597	1.536.354
R = p <sub>i</sub> /PT <sub>i</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>
	0,03128	0,03194	0,03081	0,03029	0,02989	0,02955

$I_1 = \log R_2 - \log R_1$	0,00905
$I_2 = \log R_3 - \log R_2$	-0,01565
C <sub>10</sub> =	0,05263
C <sub>20</sub> =	0,10526
C <sub>11</sub> =	0,03448
C <sub>21</sub> =	0,05128
C <sub>12</sub> =	0,02564
C <sub>22</sub> =	0,03390

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

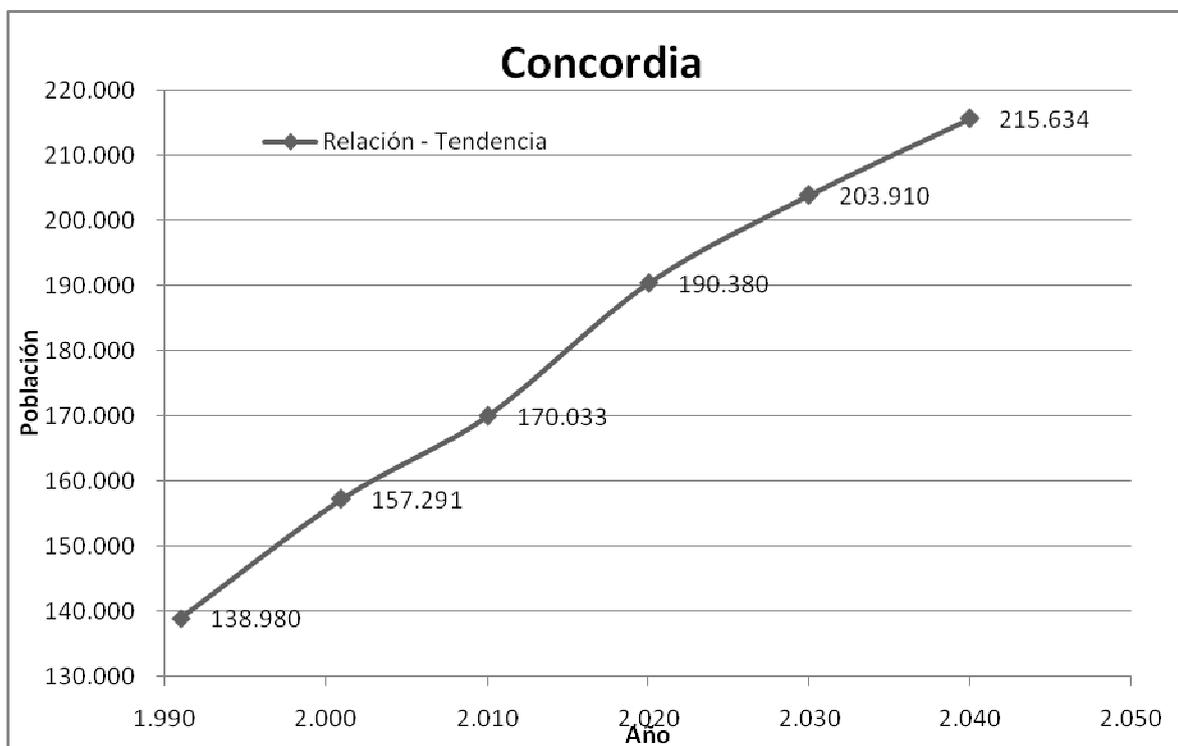
ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

Tabla 31: Proyección para Concordia con método relación - tendencia

Censo nº	1	2	3	Proyección		
Año	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
	1.991	2.001	2.010	2.020	2.030	2.040
Período	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	n <sub>0</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	
	10	9	10	10	10	
Población provincia: Entre Ríos	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>	pn <sub>0</sub>	pn <sub>1</sub>	pn <sub>2</sub>
	1.020.257	1.158.147	1.235.994	1.373.473	1.461.597	1.536.354
Población localidad: Concordia	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Pn <sub>0</sub> = L <sub>4</sub> x pn <sub>0</sub>	Pn <sub>1</sub> = L <sub>5</sub> x pn <sub>1</sub>	Pn <sub>2</sub> = L <sub>6</sub> x pn <sub>2</sub>
	138.980	157.291	170.033	190.380	203.910	215.634
L = P <sub>i</sub> /p <sub>i</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>
	0,13622	0,13581	0,13757	0,13861	0,13951	0,14035

$I'_1 = \log L_2 - \log L_1$	-0,00130
$I'_2 = \log L_3 - \log L_2$	0,00558



Beckmann, Carolina Silvia

### III. CURVA LOGÍSTICA O MÉTODO DE SATURACIÓN

Es de aplicación en aquellas localidades que han experimentado un crecimiento acelerado, el cual posteriormente ha sufrido una atenuación observable en la estabilización de las tasas de crecimiento. En general se utiliza en poblaciones consolidadas y estabilizadas. Se aplica para largos períodos, 40 a 50 años y para grandes centros poblados.

Está basado en el estudio del desarrollo de colonias de bacterias, comparando el mismo con los asentamientos humanos.

1. Si graficamos el crecimiento poblacional en función del tiempo, podemos observar un rápido crecimiento en los primeros años (incremento geométrico) pasando posteriormente a un crecimiento de valor constante (es decir, del tipo aritmético), para luego la curva pasar por un punto de inflexión donde empieza a decaer el porcentaje de crecimiento hasta llegar hacerse asíntota a una recta que nos marca la llamada población de saturación.

La curva que se ajusta a la forma en S, asíntota al valor de saturación viene dada por la fórmula:

$$P_n = \frac{K}{1 + e^{(b-axn)}}$$

Donde:

$P_n$  = población del año  $n$

$K$  = constante que representa el valor máximo de  $P_n$ , valor de saturación.

$a$  = constante que determina la forma de la curva.

$b$  = constante que determina la forma de la curva.

$e$  = base de los logaritmos neperianos.

$n$  = número de años considerados.

Las fórmulas utilizadas para obtener los valores de las constantes con un período  $t$  equidistante son las siguientes:

$$K = \frac{2 \times P_1 \times P_2 \times P_3 - P_2^2 \times (P_1 + P_3)}{P_1 \times P_3 - P_2^2}; \quad a = \frac{\ln \left[ \frac{(K - P_2) \times P_3}{(K - P_3) \times P_2} \right]}{t}; \quad b = \ln \left[ \frac{K - P_1}{P_1} \right]$$

Tabla 32: Proyección para Concordia con método curva logística o método de saturación

Censo nº	Año	Población	
1	1.991	$P_1$	138.980
2	2.001	$P_2$	157.291
3	2.011	$P_3$	171.449
	2.018	$P_{2018}$	178.996
	2.030	$P_{2030}$	188.186
	2.040	$P_{2040}$	193.108

**“Construcción de un módulo de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Concordia”**

ETAPA 2: Inventario

Beckmann, Carolina Silvia

---

K	201.979,53
a	0,04672
b	-0,79120

