



# INFORME FINAL GESTION INTEGRAL DE RSU Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES CLOACALES

Aldea San Antonio

2018

## Contenido

1. INTRODUCCION .....	11
2. RELEVAMIENTO GENERAL.....	13
2.1 República Argentina .....	13
2.2 Entre Ríos .....	13
2.2.1 Historia.....	14
2.2.2 Geografía.....	16
2.2.3 Relieve .....	17
2.2.4 Clima.....	17
2.2.5 Vientos.....	17
2.2.6 Recursos Hídricos.....	18
2.2.7 Demografía .....	19
2.2.8 Nivel Educativo .....	19
2.2.9 Tasa de mortalidad infantil .....	20
2.2.10 Estructura económica .....	20
2.2.11 Exportaciones entrerrianas .....	21
2.2.12 Las Cadenas de Valor en Entre Ríos.....	21
2.2.12.1 Carne de aves y derivados .....	21
2.2.12.2 Cadena agrícola - soja.....	21
2.2.12.3 Cadena agrícola - arroz.....	22
2.2.12.4 Cadena agrícola - maíz y sorgo.....	22
2.2.12.5 Cadena citrícola.....	22
2.2.12.6 Cadena bovina .....	22
2.2.12.7 Cadena apícola .....	22
2.2.12.8 Cadena del Turismo .....	22
2.3 Departamento Gualeguaychú .....	22
2.3.1 Geografía.....	23
2.3.2 Relieve.....	23
2.3.3 Clima.....	23
2.3.4 Centros rurales de población .....	25
2.3.5 Distritos.....	25
2.3.6 Zona agro-económica del entorno de la ciudad.....	26
2.3.7 Condiciones Hidrológicas .....	28
2.3.8 Áreas naturales protegidas .....	28
3. RELEVAMIENTO PARTICULAR Y ESPECÍFICO .....	30

3.1 Aldea San Antonio .....	30
3.1.1 Ubicación Geográfica.....	30
3.1.2 Accesibilidad.....	31
3.1.3 Historia.....	32
3.1.4 Población y Demografía.....	33
3.1.4.1 Evolución de la población .....	33
3.1.5 Aspectos Sociales.....	35
3.1.5.1 Cultura .....	35
3.1.5.2 Festividades .....	35
3.1.5.3 Recreación y Deportes .....	36
3.1.6 Entes Públicos e Industriales.....	36
3.1.6.1 Educación.....	36
3.1.6.2 Salud Pública.....	37
3.1.6.3 Religión y Culto .....	38
3.1.6.4 Área Industrial .....	38
3.1.6.5 Otras Producciones .....	38
3.1.7 Infraestructura.....	39
3.1.7.1 Servicio de Agua Potable .....	39
3.1.7.2 Desagües Cloacales.....	39
3.1.7.3 Desagües Pluviales .....	39
3.1.7.4 Energía Eléctrica .....	40
3.1.7.5 Alumbrado .....	40
3.1.7.6 Gas Natural .....	40
3.1.7.7 Telefonía.....	40
3.1.7.8 Higiene Urbana.....	40
4. SISTEMA DE RECOLECCION. RESIDUOS EXISTENTES Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES CLOACALES .....	42
4.1 Predio de disposición final actual.....	42
4.2 Planta de tratamiento .....	43
4.3 Planta de tratamiento de efluentes cloacales.....	46
5. DIAGNÓSTICO.....	48
6. OBJETIVOS.....	50
6.1 Objetivos Generales.....	50
6.2 Objetivos Específicos.....	50
6.3 Planteo de alternativas.....	50

6.3.1 Residuos Sólidos Urbanos.....	50
6.3.2 Explotación del nuevo predio de disposición final y puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento .....	51
6.3.3 Planta de tratamiento de residuos cloacales .....	51
7. SELECCIÓN DE ANTEPROYECTO.....	54
7.1 Matriz de decisión – Residuos sólidos urbanos .....	55
7.1.1 Argumentos para la selección de puntaje .....	55
7.1.2 Matriz de decisión .....	56
7.2 Matriz de decisión - Planta de tratamiento .....	56
7.2.1 Argumentos para la selección de puntaje .....	56
7.2.2 Matriz de decisión .....	56
7.3 Matriz de decisión – Planta de tratamiento de residuos cloacales .....	57
7.3.1 Argumentos para la selección de puntaje .....	57
7.3.2 Matriz de decisión .....	58
8. PROPUESTAS DE ANTEPROYECTOS .....	60
8.1 Anteproyecto N° 1: Compactación y nivelación en el vertedero de disposición final actual .....	60
8.2 Anteproyecto N° 2: Explotación del nuevo predio de disposición final y puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento.....	60
8.3 Anteproyecto N° 3: Optimización del sistema de tratamiento actual e incorporación de un humedal de flujo libre.....	60
9. ANTEPROYECTO N° 1: COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN EN EL VERTEDERO DE DISPOSICIÓN FINAL ACTUAL .....	62
9.1 Planteo y objetivos .....	62
9.2 Análisis del predio .....	62
9.2.1 Ventajas .....	63
9.2.2 Desventajas .....	64
9.3 Memoria Descriptiva .....	64
9.3.1 Estado actual .....	64
9.3.2 Desmonte, movimiento de suelo, compactación y nivelación .....	66
9.3.3 Plaza deportiva y recreativa.....	66
9.3.4 Senderos .....	66
9.3.5 Equipamientos .....	67
9.3.5.1 Equipamiento deportivo .....	67
9.3.5.2 Equipos de coordinación de movimiento .....	68
9.3.5.3 Equipamiento de ejercicios .....	68

9.3.5.4 Equipamiento de relajación .....	69
9.3.5.5 Equipamiento recreativo .....	69
9.3.5.6 Seguridad y uso de los equipos.....	71
9.3.5.7 Equipamientos varios .....	72
9.3.6 Control de emisión de gases .....	73
9.3.7 Freatímetros .....	73
9.3.8 Señalización .....	73
9.3.9 Iluminación.....	74
9.3.10 Control de la escorrentía superficial.....	74
9.3.10.1 Sistema de desagües adoptado .....	74
9.3.10.2 Caudal de diseño.....	74
9.3.11 Cerco del predio.....	75
10. PROYECTO EJECUTIVO N°1: COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN EN EL VERTEDERO DE DISPOSICIÓN FINAL ACTUAL .....	77
10.1 Memoria Descriptiva .....	77
10.1.1 Objeto y destino del proyecto .....	77
10.1.2 Criterios de diseño .....	77
10.2 Especificaciones Técnicas Generales.....	78
10.2.1 Trabajos preliminares .....	78
10.2.2 Limpieza y preparación general del terreno.....	78
10.2.3 Distribución del excedente y compactación .....	78
10.2.4 Circulación – Espacios verdes.....	79
10.2.5 Expulsión de gases.....	80
10.2.6 Instalación eléctrica .....	80
10.2.7 Desagües.....	80
10.2.8 Freatímetros.....	81
10.2.8.1 Determinación del lugar.....	81
10.2.8.2 Construcción y encamisado de los pozos.....	81
10.2.8.3 Encamisado.....	81
10.2.8.4 Permeabilizar el extremo inferior .....	81
10.2.8.5 Colocar una tapa de PVC para caño de 110 mm. ....	82
10.2.9 Parque automotor .....	82
10.3 Memoria de cálculo .....	82
10.3.1 Plan de actividades.....	82
10.3.2 Análisis y relevamiento topográfico.....	82

10.3.3	Análisis y cálculo de volúmenes .....	83
10.3.4	Análisis y diseño del perfil del terreno.....	84
10.3.5	Análisis y diseño de desagües.....	85
10.3.6	Análisis y proyección del sistema de venteo de gas .....	88
10.3.7	Cómputo y presupuesto .....	89
10.3.7.1	Análisis de precio .....	89
10.3.7.2	Cómputo y presupuesto.....	92
10.3.8	Plan de trabajo y curva de inversión .....	93
10.4	Evaluación de impacto ambiental.....	94
10.4.1	Matriz de impacto ambiental .....	94
10.4.2	Plan de monitoreo.....	100
11.	ANTEPROYECTO N°2: EXPLOTACION DEL NUEVO PREDIO DE DISPOSICION FINAL Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	102
11.1	Estudios preliminares.....	102
11.1.1	Conceptos fundamentales .....	102
11.2	Planteo y objetivos .....	105
11.3	Tamaño y localización.....	106
11.4	Memoria Descriptiva .....	107
11.4.1	Concientización Ambiental.....	107
11.4.1.1	Programa de recolección selectiva de materiales inorgánicos	107
11.4.1.2	Programa de reciclado de materiales orgánicos.....	109
11.4.2	Predio de tratamiento de los RSU: Reconocimiento del sitio .....	110
11.4.2.1	Relevamiento de la infraestructura existente .....	110
11.4.2.2	Estudio del suelo .....	111
11.4.2.3	Profundidad de la Napa freática y calidad del agua potable...	113
11.4.2.4	Altimetría del terreno. ....	113
11.4.3	Planta de tratamiento de RSU .....	116
11.4.4	Disposición final: vertederos controlados.....	118
11.4.4.1	Tipos de relleno sanitario.....	118
11.4.4.2	Métodos constructivos de un relleno sanitario .....	119
11.4.5	Selección de sitio .....	121
11.4.6	Reacciones que se generan en un relleno sanitario. ....	122
11.4.7	Generación de líquidos y gases.....	123
11.4.8	Hundimientos y asentamientos diferenciales .....	124
11.4.9	Principios básicos de un relleno sanitario .....	124

11.4.10	Importancia de la cobertura .....	125
12.	PROYECTO EJECUTIVO N°2: EXPLOTACION DEL NUEVO PREDIO DE DISPOSICION FINAL Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	126
12.1	Objetivo y destino del proyecto .....	126
12.2	Criterios de diseño .....	127
12.3	Plan de capacitación .....	127
12.3.1	Programa de capacitación .....	127
12.3.1.1	Capacitación en Escuelas .....	127
12.3.1.2	Capacitación a pequeños productores .....	129
12.3.2	Puntos limpios.....	129
12.3.3	Plan de Recolección .....	131
12.4	Plan de construcción del relleno .....	131
12.4.1	Memoria de Cálculo .....	131
12.4.1.1	Volumen total del relleno .....	132
12.4.1.2	Área necesaria .....	133
12.4.1.3	Dimensionamiento de la trinchera .....	133
12.4.1.4	Dimensionamiento de Celdas.....	136
12.4.1.5	Dimensionamiento de Fajas .....	137
12.4.1.6	Lixiviado.....	137
12.4.1.7	Diseño del sistema de drenaje de lixiviado.....	138
12.4.1.8	Gases .....	138
12.4.2	Especificaciones técnicas .....	139
12.4.2.1	Preparación del terreno y construcción de infraestructura.....	139
12.4.2.2	Infraestructura del relleno sanitario .....	140
12.4.2.3	Relleno de Seguridad .....	142
12.4.2.4	Infraestructura Periférica .....	143
12.4.2.5	Construcciones auxiliares.....	143
12.4.2.6	Control y acondicionamiento de las instalaciones existentes .	143
12.5	Plan de operación .....	144
12.5.1	Plan de trabajo.....	144
12.5.1.1	Funcionamiento en el predio .....	144
12.5.1.2	Planta de Residuos.....	144
12.5.1.3	Playón de compostaje .....	146
12.5.1.4	Relleno Sanitario .....	147
12.5.1.5	Relleno de Seguridad .....	148

12.5.2 Personal.....	149
12.5.2.1 Personal para la recolección de residuos .....	149
12.5.2.2 Personal planta de residuos .....	149
12.5.2.3 Personal para el relleno sanitario .....	149
12.5.2.4 Personal para Playón de Compostaje .....	150
12.5.2.5 Supervisión.....	150
12.5.3 Plan de monitoreo.....	150
12.6 Cómputo y presupuesto .....	151
12.6.1 Análisis de precio.....	152
12.6.2 Cómputo y presupuesto.....	159
12.7 Plan de trabajo y curva de inversión .....	164
12.8 Estudio de impacto ambiental .....	166
<b>13. ANTEPROYECTO N°3: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL E INCORPORACION DE HUMEDAL DE FLUJO LIBRE .....</b>	<b>169</b>
13.1 Planteo y objetivos .....	169
13.2 Estudios preliminares.....	169
13.2.1 Marco Legal .....	169
13.2.2 Caracterización del efluente .....	170
13.2.3 Factores que afectan el proceso de depuración biológica.....	171
13.2.4 Proceso de tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización .....	171
13.2.4.1 Consideraciones previas para el diseño.....	171
13.2.4.2 Estudios previos a la construcción de las lagunas de estabilización .....	172
14.2.4.3 Caudal de diseño.....	173
13.2.5 Tipos de lagunas de estabilización .....	173
13.2.5.1 Lagunas anaeróbicas .....	173
13.2.5.2 Lagunas facultativas .....	175
13.2.6 Humedal artificial de flujo libre .....	177
13.2.6.1 Parámetros de diseño.....	179
<b>14. PROYECTO EJECUTIVO N°3: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL E INCORPORACION DE HUMEDAL DE FLUJO LIBRE .....</b>	<b>182</b>
14.1 Introducción.....	182
14.2 Criterios de diseño .....	182
14.3 Optimización del sistema de tratamiento actual.....	182



14.3.1 Variaciones del Caudal .....	183
14.4 Laguna Anaeróbica .....	184
14.4.1 Cálculos .....	185
14.4.1.1 Verificación de las condiciones actuales .....	185
14.4.1.2 Verificación de las condiciones aplicando las mejoras en la laguna.....	186
14.5 Laguna Facultativa.....	186
14.5.1 Cálculos .....	187
14.5.1.1 Verificación de las condiciones actuales .....	187
14.5.1.2 Verificación de las condiciones aplicando las mejoras en la laguna.....	187
14.6 Elementos adicionales .....	188
14.6.1 Humedal de flujo libre .....	188
14.6.1.1 Cálculos.....	188
14.6.2 Estación de bombeo .....	189
14.6.2.1 Calculo de perdida de Carga .....	190
14.6.2.2 Vertedero rectangular .....	190
14.6.3 Estación de Rebombeo.....	191
14.6.4 Cámara de Muestreo Final .....	192
14.7 Especificaciones Técnicas .....	192
14.7.1 Preparación del terreno y construcción de infraestructura.....	192
14.7.1.1 Limpieza y desmonte.....	192
14.7.1.2 Excavación .....	193
14.7.2 Estación de bombeo .....	193
14.7.3 Estación de rebombeo .....	193
14.7.4 Conexiones adicionales .....	193
14.7.5 Humedal de Flujo libre .....	193
14.8 Cómputo y Presupuesto.....	193
14.8.1 Análisis de Precios.....	193
14.8.2 Cómputo y Presupuesto .....	197
14.8.3 Curvas de inversión .....	197
14.9 Estudio de Impacto Ambiental.....	199
14.9.1 Plan de Remediación.....	200
14.9.2 Plan de Monitoreo.....	200
14.9.2.1 Puntos de monitoreo.....	200
14.9.2.2 Parámetros de calidad.....	201

14.9.2.3 Frecuencia de monitoreo .....	201
14.9.2.4 Toma de muestra .....	201
14.9.2.5 Monitoreo de las estaciones de bombeo .....	202
15. CONCLUSIÓN.....	204
16. BIBLIOGRAFIA.....	206



# PROYECTO FINAL – GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES CLOACALES ALDEA SAN ANTONIO

## 1. INTRODUCCION

Se presenta el trabajo “Gestión integral de residuos Aldea san Antonio y tratamiento de efluentes cloacales” que fue desarrollado a través de un convenio entre la Facultad Regional de Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional y la Municipalidad de Aldea San Antonio.

Se pone a disposición la información recolectada, necesaria para un análisis y una solución en lo que respecta a problemáticas referidas a desechos y efluentes en Aldea San Antonio.

La metodología consistió en realizar un relevamiento general de la Provincia de Entre Ríos, del departamento de Gualaguaychú y por último de Aldea San Antonio. Esta información se basó en visitas realizadas al Municipio, recopilando datos de interés para el presente proyecto, así como de proyectos realizados anteriormente por alumnos de nuestra facultad, de la página web de la localidad y diversos libros.

El proyecto final está conformado por cuatro grandes ejes: relevamiento y diagnóstico y tres anteproyectos con sus respectivos proyectos ejecutivos:

- 1 – Compactación y nivelación en el vertedero de disposición final actual.
- 2 – Explotación del nuevo predio de disposición final y puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento.
- 3 - Optimización del sistema de tratamiento actual e incorporación de humedal de flujo libre.

Se dividirá en 14 capítulos:

- CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN - El presente texto.
- CAPITULO 2: RELEVAMIENTO GENERAL – En este capítulo se describen de forma breve las características de importancia de la República Argentina, de la provincia de Entre Ríos y de la Aldea San Antonio.
- CAPITULO 3: RELEVAMIENTO PARTICULAR Y ESPECIFICO – En dicho capítulo se desarrolla de forma breve las características de la Aldea San Antonio.
- CAPITULO 4: SISTEMA DE RECOLECCION. RESIDUOS EXISTENTES EN LA ALDEA Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES CLOACALES– Se detallan las características de cada uno de los predios que representan a cada uno de los proyectos desarrollados.
- CAPITULO 5: DIAGNOSTICO – A partir de la información obtenida anteriormente, se definió el estado actual de los predios y las problemáticas existentes.
- CAPITULO 6: OBJETIVOS – En dicho capítulo se plantean los objetivos a alcanzar y posibles anteproyectos.
- CAPITULO 7: SELECCIÓN DE ANTEPROYECTOS – A partir de matrices se puntuaron las distintas propuestas para la elección de la más óptima.

- CAPITULO 8: PLANTEO DE ANTEPROYECTOS – Electos los anteproyectos en el capítulo anterior, se cita una breve reseña de las características de cada uno.
- CAPITULO 9: ANTEPROYECTO N°1 – Se desarrolla el anteproyecto n°1 en donde se produce la clausura del vertedero actual no controlado y la proyección de un espacio recreativo.
- CAPITULO 10: PROYECTO EJECUTIVO N°1 – Nos provee de la memoria descriptiva y técnica del anteproyecto n°1 de forma tal que sea posible su desarrollo.
- CAPITULO 11: ANTEPROYECTO N°2 – Se recopila la información necesaria sobre el actual funcionamiento de la planta de tratamiento y la utilización del predio.
- CAPITULO 12: PROYECTO EJECUTIVO N°2 - Se explica la utilización de trincheras como destino final de los residuos y concientización en la separación de residuos.
- CAPITULO 13: ANTEPROYECTO N°3 – En este capítulo se realiza una introducción al funcionamiento de las lagunas de tratamiento de residuos cloacales existentes en la Aldea San Antonio.
- CAPITULO 14: PROYECTO EJECUTIVO N°3 – A partir de la información del capítulo anterior se confecciona un mejoramiento del sistema.

## 2. RELEVAMIENTO GENERAL

En el presente capítulo se hace una breve descripción de las características más relevantes de la República Argentina, de la provincia de Entre Ríos y del departamento de Gualeguaychú.

### 2.1 República Argentina

La República Argentina se encuentra ubicada en el sur del continente Americano, formando parte del cono sur, junto a Chile, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil. Con una superficie territorial de 2.780.400 km<sup>2</sup>, siendo el segundo más grande de América del sur y el octavo en extensión de la tierra. Se constituye por 23 provincias y una ciudad autónoma, Buenos Aires, capital de la nación y sede del gobierno federal.

Su territorio continental limita al norte con Bolivia y Paraguay, al nordeste con Brasil, al este con Uruguay y el Océano Atlántico, y al sur-oeste con Chile. Posee una población estimada de 42.669.500 de habitantes de acuerdo a las estimaciones del INDEC en el año 2014 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos).



Figura 1: Mapa República Argentina. Fuente: Google maps 2017.

### 2.2 Entre Ríos

En base a la biblioteca virtual que ofrece Wikipedia del año 2017, se recopila la información de interés para el presente trabajo.

Entre Ríos es una de las 23 provincias que componen la República Argentina, ubicada al nordeste del país. Forma parte la región mesopotámica. Sus límites territoriales son, al sur con la provincia de Bueno Aires, al oeste con la

provincia de Santa Fe, al norte con la provincia de Corrientes y al este con la República Oriental del Uruguay.

Con una superficie de 78.781 km<sup>2</sup>, es la decimoséptima provincia más extensa del país, por lo que ocupa el 2.83% de la superficie total del mismo.

La provincia de Entre Ríos está constituida por 17 departamentos, su capital es la ciudad de Paraná situada en las proximidades del río Paraná, frente a la ciudad de Santa Fe.

Los departamentos entrerrianos no son divisiones administrativas organizadas ya que no tienen ningún órgano de gobierno, su propósito es servir a la descentralización de la administración provincial. Existen jefaturas departamentales de la Policía de Entre Ríos, direcciones departamentales de escuelas y de otros órganos descentralizados. También sirven como distrito electoral para el Senado provincial, eligiéndose un senador por cada departamento.

Para los propósitos catastrales, los departamentos se subdividen completamente en distritos, los cuales son independientes de los ejidos de los municipios y juntas de gobierno que pueden comprender todo o parte de uno o más distritos.

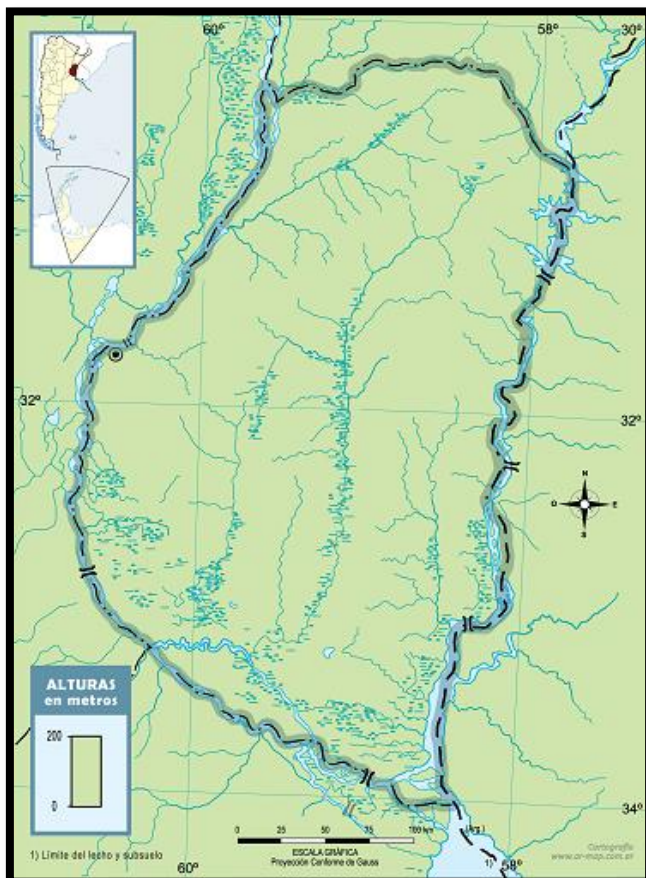


Figura 2: Mapa de Entre Ríos, República Argentina. Fuente: Google 2017.

## 2.2.1 Historia

Antes de la llegada de los primeros exploradores españoles, el territorio del actual Entre Ríos estaba ocupado por diversas etnias, tales como los chanástimbúes y los guaraníes. Estos grupos eran principalmente nómadas. Los primeros se caracterizaron por ser cazadores, agricultores, pescadores y

fabricantes de armas (arcos y puntas de flecha), así como diestros en la fabricación de canoas, instrumentos musicales y la utilización de la madera y la cestería. Se ubicaron en la región sur de la provincia. Vivían en casas agrupadas en aldeas de tipo rectangular o redonda de barro y paja, con un espacio central donde había una plaza.

Los primeros colonizadores se establecieron en el actual Departamento de La Paz, a orillas del río Paraná.

Los indígenas del territorio entrerriano fueron vencidos y reducidos por el gobernador Hernandarias. Luego se procedió a fundar las primeras villas en Entre Ríos. En 1783, poco después de creado el Virreinato del Río de la Plata, el virrey Juan José de Vértiz y Salcedo ordenó a Tomás de Rocamora la organización del territorio entrerriano, procediendo a fundar las villas de San Antonio de Gualeguay Grande, Concepción del Uruguay y San José de Gualeguaychú.

En 1810 las villas entrerrianas adhirieron de inmediato a la Revolución de Mayo, que dio inicio al proceso independentista. La relación con Buenos Aires se deterioró luego del armisticio firmado en 1811 con el virrey, Francisco Javier de Elío, por el cual Buenos Aires acordó la ocupación realista de las villas de Gualeguay, Gualeguaychú y Concepción del Uruguay y toda la Banda Oriental, a cambio del levantamiento del bloqueo a su puerto. Las villas entrerrianas comandadas por caudillos locales, lograron derrotar a los realistas que habían procedido a ocuparlas y a partir de entonces Entre Ríos asumió una posición fuertemente federal. Debido a estas desavenencias con Buenos Aires, Entre Ríos no envió representantes al Congreso de Tucumán, apoyando en cambio el organizado por José Gervasio Artigas en Concepción del Uruguay el 29 de junio de 1815 (Congreso de Oriente). El mismo declaró la independencia de las provincias que constituían la Liga Federal o Confederación Unión de los Pueblos Libres de todo poder extranjero, no reconociendo la autoridad de España, Portugal ni Buenos Aires.

La provincia se enfrentó a los unitarios, vencidos en la Batalla de Cepeda de 1820. Esta batalla llevó la disolución del gobierno nacional y la firma del Tratado del Pilar entre las dos provincias triunfantes y Buenos Aires.

Dicho tratado enemistó a Ramírez con Artigas, quien no participó de las negociaciones. Ramírez creó en 1820 la Republica de Entre Ríos, un estado federal autónomo que incluía además de la actual Entre Ríos a la actual Provincia de Corrientes y las antiguas misiones jesuíticas del noreste de esa provincia. La Republica de Entre Ríos se disolvió el año siguiente, luego del asentamiento de Ramírez.

Entre Ríos no aceptó la constitución unitaria de 1826 impulsada por Buenos Aires, pero colaboró durante la Guerra del Brasil (1825-1828).

Luego de algunos cambios de gobernadores la provincia quedó a cargo de Pascual Echagüe (1832-1841), cercano al gobernador de Buenos Aires Juan Manuel de Rosas. En 1841, se generó en la provincia un foco de resistencia contra Rosas al cual Echagüe enfrentó, siendo derrotado por el General José María Paz. Justo José de Urquiza se hizo cargo entonces de la gobernación de la provincia. La primera colonia agrícola de la provincia fue San José, fundada en 1857 por Urquiza.

El bloqueo francés de 1838 y 1840 y el bloqueo anglo-francés de 1845 a 1850 permitieron a los buques mercantes navegar libremente por los ríos Paraná y Uruguay, lo cual favoreció comercialmente a Entre Ríos, ya que antes el



comercio era monopolizado por el Puerto de Buenos Aires. Cuando los bloqueos fueron levantados, el resentimiento provocado por este hecho, junto con la tradicional insistencia de Entre Ríos en un federalismo verdadero, constituyeron las razones de fondo que llevaron a Urquiza a enfrentarse con Rosas con el fin de unir al país bajo una constitución federal que garantizara la libre navegación de los ríos. La Batalla de Caseros, en 1852, marco la victoria decisiva de Urquiza.

Separada Buenos Aires del resto de las provincias, el Congreso Constituyente de 1853 nombró a la ciudad de Paraná como capital provincial de la Confederación Argentina y a Urquiza como presidente, federalizado todo el territorio entrerriano (Territorio Federal de Entre Ríos).

En 1860, luego del ingreso de Buenos Aires a la Confederación, se dictó la Constitución de Entre Ríos, eligiéndose a Urquiza como gobernador de la restablecida Provincia de Entre Ríos.

Durante la gran ola de inmigración europea de 1853-1930, Entre Ríos fue una de las provincias en donde mayor cantidad de inmigrantes se establecieron, formándose gran cantidad de colonias agrícolas.

La constitución provincial fue reformada en 1903, durante el gobierno de Enrique Carbó Ortiz. Al entrar en vigencia en 1912 la Ley Sáenz Peña de voto secreto, se presentaron a elecciones la Unión Cívica Radical, el Partido Conservador y el Partido Socialista.

La crisis económica mundial de 1929, conocida como la Gran Depresión, perjudicó a las economías agroexportadoras, lo cual produjo un aumento en la urbanización de la provincia. El proceso de industrialización abierto en la década del 30, motivó un éxodo provincial ya que los centros urbanos provinciales no podían asimilar a toda la población que llegaba del campo.

Los golpes de estado que se reiteraron entre 1930 y 1983 anularon las autonomías provinciales mediante gobernantes militares designados por el dictador en el mando, que asumía el título de "gobernador". Entre los hechos más destacados de ese periodo podemos nombrar la construcción del Túnel subfluvial Raúl Uranga- Carlos Sylvestre Begnis (inicialmente llamado Hernandarias), que unió las ciudades de Santa Fe y Paraná y terminó con el aislamiento por vía terrestre de la Mesopotamia y que se complementó en 1975 con la inauguración del Complejo Ferroviario Zárate – Brazo Largo, que la une con la provincia de Buenos Aires. En 1974 se inició la construcción de la Central Hidroeléctrica Binacional de Salto Grande que comenzó a generar energía en 1979.

En 1983, al restablecerse la democracia, fueron elegidos sucesivamente gobernadores Sergio Alberto Montier (UCR, 1983-1987), Jorge Busti (PJ, 1987-1991), Mario Armando Moine, nuevamente Busti (1995-1999), nuevamente Montiel (1999-2003), Busti por tercera vez (2003-2007) y Sergio Urribarri (PJ, 2007-2011) elegido nuevamente (2011-2015), actualmente Gustavo Bordet (FPV, 2015- actualidad).-

### **2.2.2 Geografía**

Conjuntamente a Misiones y Corrientes, Entre Ríos integra la Mesopotamia argentina, por encontrarse limitada al este y el oeste, respectivamente, por los grandes ríos Paraná y Uruguay.

### 2.2.3 Relieve

Tiene un relieve llano surcado por cientos de cursos de agua, con suaves lomadas denominadas impropriadamente cuchillas.

Las lomadas entrerrianas, tienen su origen en la Provincia de Corrientes, aproximadamente a los 30° de latitud sur, ya en Entre Ríos, a unos 20 o 30 km del límite, se bifurcan en la cuchilla Grande (al este, extendida de norte a sur) y la cuchilla de Montiel (al oeste, de noreste a sureste). Por el valle central, entre las dos cuchillas, corre el río Gualeguay, que divide en dos partes a la provincia. La cuchilla Grande se bifurca hacia los 31° 50' S en dos ramales paralelos que originan el valle del río Gualeguaychú. La cuchilla de Montiel se bifurca hacia los 32° S, formándose un ramal perpendicular que llega al río Paraná en la Punta Gorda del departamento Diamante, generándose un valle entre ambas ramas en el departamento Nogoyá, por donde discurre el arroyo Nogoyá.

La homogeneidad del paisaje ondulado se interrumpe al sur en la zona deprimida del delta del Paraná. En el norte del Departamento La Paz, existe otra zona deprimida denominada Bajo del Yacaré. Al noreste, el río Uruguay forma terrazas fluviales, sumergidas hoy en gran parte por el embalse de Salto Grande. Durante el plegamiento andino se crearon líneas de falla por donde corren longitudinalmente los ríos Gualeguaychú, Gualeguay y el arroyo Nogoyá.

Entre Ríos es la provincia cuya mayor elevación es la más baja de las 23 provincias. Dicha elevación se encuentra en la cuchilla de Montiel, entre las localidades de Crespo y Estación Camps (-32.0477057, -60.2810093) a una altura de 127.5 msnm.

### 2.2.4 Clima

Debido a la extensión, en sentido norte-sur, presenta un clima sub tropical en el extremo septentrional.

La temperatura promedio, en verano es de 26°C en el norte y de 19°C a 23°C en el sur, desde noviembre a marzo. En el invierno, la temperatura es de 7°C a 10°C en el sur de la provincia.

Existe una lluviosa primavera verano, y otra menos lluviosa, otoño invierno. El ciclo pluvial comienza en julio. La situación de déficit hídrico más crítica (en orden de magnitud) se encuadra en los meses de diciembre, febrero, enero y noviembre. Los meses con mayor probabilidad de exceso de agua son: septiembre, junio, octubre, agosto, mayo y abril (Rojas y Saluso, 1987).

### 2.2.5 Vientos

En la provincia predomina durante todo el año el viento NE, mientras que en verano y primavera los vientos predominantes tienen la dirección N, NE, E y SE, en otoño e invierno, sin ser predominantes, aumentan la frecuencia los vientos S y SO. Se observa baja incidencia de los vientos del oeste. La velocidad del viento es de mayor intensidad en los meses de septiembre y octubre, siendo menor en abril. Los promedios mensuales oscilan entre 10 y 12 Km/h (Rojas y Saluso, 1987).

## 2.2.6 Recursos Hídricos

El nombre de la provincia refleja el hecho de que sus límites están dados por ríos y arroyos: al oeste y al sur por el río Paraná; al norte el Guayquiraró, el Mocoreta y los arroyos Basualdo y Tunas; al este el río Uruguay.

Uno de los ríos más importantes es el Uruguay, que junto con el río Paraná y sus afluentes, forman la Cuenca del Plata y el estuario Río de La Plata. Nace en territorio de Brasil, en el límite de los estados de Rio Grande del Sur y Santa Catarina, y desemboca en el Río de La Plata, en el último tramo en su orilla occidental recibe algunos brazos del Paraná.

Al principio, sigue la dirección Este-oeste, hasta recibir por la margen derecha las aguas del río Pepirí Guazú, momento en el cual empieza a torcer hacia el sudoeste. Desde esa altura, sirve como frontera entre Argentina y Brasil, hasta el punto en el cual recibe las aguas del Cuareim, afluente desde la margen izquierda que sirve a su vez como frontera entre Brasil y Uruguay.

En total se contabilizan sus 1770 km de extensión, de los cuales 1262 corresponden al tramo entre sus nacientes y confluencia con el Quarai. Los 508km restantes transcurren enteramente entre tierras uruguayas y argentinas.

De acuerdo a sus características hidrológicas, el río Uruguay puede ser considerado físicamente como compuesto por tres secciones: la superior, la media y la inferior. La parte superior de su curso es rápida y proco navegable. Se considera que abarca el recorrido del río desde la confluencia del Pelotas y el Canoas hasta la desembocadura del Piratini, con una extensión de 816km y un desnivel de 43 cm/km.

La sección media se encuentra entre la desembocadura del Piratini y la localidad uruguaya de Salto. Con una extensión de 606km, el desnivel en este tramo es de 9 cm/km.

El tramo inferior es aquel abarcado entre Salto y Nueva Palmira, siendo el de menor extensión (con un total de 348 Km) y también el de menor desnivel, con una pendiente media de apenas 3 cm/km.

A partir de la confluencia del río Cuareim (límite norte entre Uruguay y Brasil) su cauce está ocupado por numerosas islas y bajos fondos rocosos. Importantes afloramientos de basalto determinan los saltos denominados Saltos Grande y Salto Chico. El otro gran río de la provincia es el Paraná, que atraviesa la mitad sur del subcontinente y forma parte de la extensa cuenca combinada del Plata.

Esta cuenca recoge las aguas de la mayoría de los ríos del sur del subcontinente, como el Paraná, el Paraguay, el Uruguay, sus afluentes y diversos humedales, como el Pantanal. Es la segunda cuenca más extensa de Sudamérica, sólo superada por la del río Amazonas. La unión de los ríos Paraná y Uruguay forman el estuario denominado Río de la Plata, donde el Paraná desemboca en un delta en constante crecimiento, producto de los sedimentos que aportan, principalmente, los ríos Paraguay y Bermejo. El Paraná atraviesa zonas con distintos tipos y variedades climáticas. El curso superior presenta una creciente anual durante el verano, mientras que los cursos medio e inferior ven modificado su régimen por los aportes del río Paraguay, lo que provoca una segunda creciente durante el invierno.

El máximo caudal del río se registra hacia fines del verano (febrero-marzo) y el estiaje a fines del invierno (agosto-septiembre).

Su caudal medio es de 15000 m<sup>3</sup>/s en Rosario y al desembocar en el Río de la Plata (considerando todos los brazos de su delta) da una media de 17.000

m<sup>3</sup>/s, comparable a la de los ríos como el Misisipi (18.000 m<sup>3</sup>/s) y el Ganges (16.000 m<sup>3</sup>/s).

Otro río importante es el Gualeguay, el cual nace en el norte de la provincia, entre las ciudades de Federación y San José de Feliciano, y con dirección general sud-sudoeste. Atraviesa el centro de la provincia a lo largo de 375 km, recibiendo un gran número de arroyos tributarios. Pasa por Villaguay, Rosario del Tala y Gualeguay y desemboca en los brazos del Paraná Pavón / Paraná Ibicuy del Río Paraná en su Delta.

## 2.2.7 Demografía

Los datos arrojados por el censo poblacional nacional realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) indican que la provincia de Entre Ríos posee 1.235.994 habitantes. Con un 3.1% de la población total del país.

La población de la provincia de Entre Ríos no se encuentra concentrada en un centro urbano principal. Según datos del censo 2010, las cuatro ciudades más pobladas de la provincia son: Paraná con una población de 339.930 habitantes; Concordia, con 170.033 habitantes; Gualeguaychú con 109.461 habitantes y Concepción del Uruguay con 100.728 habitantes.

Departamentos	Población según Censos		Crecimiento Absoluto	Variación Intercensal (%)
	2001	2010		
<b>Total Provincial</b>	1.158.147	1.235.994	77.847	6,7%
<b>Colón</b>	52.718	62.160	9.442	17,9%
<b>Concordia</b>	157.291	170.033	12.742	8,1%
<b>Diamante</b>	44.095	46.361	2.266	5,1%
<b>Federación</b>	60.204	68.736	8.532	14,2%
<b>Federal</b>	25.055	25.863	808	3,2%
<b>Feliciano</b>	14.584	15.079	495	3,4%
<b>Gualeguay</b>	48.147	51.883	3.736	7,8%
<b>Gualeguaychú</b>	101.350	109.461	8.111	8,0%
<b>Islas del Ibicuy</b>	11.498	12.077	579	5,0%
<b>La Paz</b>	66.158	66.903	745	1,1%
<b>Nogoyá</b>	38.840	39.026	186	0,5%
<b>Paraná</b>	319.614	339.930	20.316	6,4%
<b>San Salvador</b>	16.118	17.357	1.239	7,7%
<b>Tala</b>	25.892	25.665	-227	-0,9%
<b>Uruguay</b>	94.070	100.728	6.658	7,1%
<b>Victoria</b>	34.097	35.767	1.670	4,9%
<b>Villaguay</b>	48.416	48.965	549	1,1%

Tabla 1 Población total y variación intercensal de Entre Ríos, según departamentos. Años 2001 y 2010.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud dos aspectos representativos de una población son el nivel educativo alcanzado por sus habitantes y la tasa de mortalidad infantil, tratándose este último de un indicador relacionado íntimamente con la pobreza.

## 2.2.8 Nivel Educativo

Según el Censo realizado por el INDEC en el año 2010, poco más de uno de cada cuatro adolescentes y jóvenes de entre 15 y 24 años había finalizado la secundaria (28,7%). Estos datos indican una mejora en relación al año 2001,

donde el 26,2% de este grupo de edad había alcanzado el título secundario. Del resto de la población de este tramo de edad, el 36,9% aún asiste a la escuela, y el 34,3% permanece fuera del sistema educativo sin acceder al título secundario. En relación al año 2001, se evidencia también una mejora, que se reconoce principalmente en la disminución del porcentaje de población que no asiste y no accedió al título secundario, que desciende casi 6 puntos porcentuales entre el 2001 y el 2010. Las brechas entre varones y mujeres se hacen manifiestas en los datos presentados: mientras que el 40,2% de los varones de entre 15 y 24 años no asiste y no accedió al título secundario, esta proporción disminuye al 28,3% para las mujeres. Entre los años 2001 y 2010 no sólo no se evidencia una mejora en las brechas educativas por sexo: por el contrario, se reconoce una ampliación de las diferencias entre varones y mujeres.

La provincia cuenta con cinco universidades en su territorio: la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), la Universidad Católica Argentina (UCA), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la Universidad de Concepción del Uruguay (UCU) y la Universidad Autónoma de Entre Ríos.

### **2.2.9 Tasa de mortalidad infantil**

La mortalidad infantil es la mortalidad durante el primer año de vida y su reducción es considerada como clave para el aumento de la esperanza de vida. La provincia de Entre Ríos redujo drásticamente la tasa de mortalidad infantil en la última década; de un 17,2 por mil registrado en el año 2003, el valor se redujo a 9,2 por mil en 2013. Con esta cifra se ubica, por primera vez, por debajo de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba.

De acuerdo al informe publicado por el la Dirección de Estadísticas e Información de Salud del Ministerio de Salud de la Nación, por primera vez desde que se mide la mortalidad infantil (1990), Entre Ríos está por debajo de las provincias vecinas como Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires, y por debajo de la media nacional. El ranking correspondiente al año 2013 determina que el índice más bajo lo ostenta Tierra del Fuego (7,7), luego Mendoza (8,5), San Luis (8,6); CABA (8,9) y Entre Ríos (9,2); todos por debajo de la media nacional del 10,8 por mil. (Fuente: INDEC).

### **2.2.10 Estructura económica**

Se recopila información del Informe Ejecutivo – Gobierno de la Provincia de Entre Ríos correspondiente al año 2015, impulsado por el Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas de la provincia. Disponible en la página web de la misma.

Su posición geográfica de la provincia de Entre Ríos resulta muy estratégica, ya que se encuentra en el corazón del Mercosur y por ella atraviesan el corredor bi-oceánico sudamericano que une Chile, Argentina, Uruguay, y el sur de Brasil y la hidrovía Paraná-Paraguay que permite la navegación de buques de gran calado, además cuenta con importantes conexiones viales, ferroviarias y portuarias que la comunican con los grandes centros de consumo de la región, del país y del mundo.

Desde el punto de vista productivo, posee uno de los suelos más fértiles del país, lo que sumado al clima predominantemente templado húmedo, favorecen el desarrollo agrícola y ganadero, verificándose la existencia de suelos calificables como:

- Tierras muy aptas, aptas y potencialmente aptas para realizar agricultura (con limitaciones por montes, anegadizos, etc.) que sumadas representan el 53% de del total.
- Tierras que pueden ser usadas para la ganadería, pastoreo, ocasional forestación y otras actividades menores (representan el resto del territorio).

El sistema productivo de Entre Ríos ha ido cambiando en las últimas décadas, pasando de ser predominantemente ganadero-agrícola, a agrícola-ganadero, debido a la expansión e intensificación del uso agrícola con motivo de la modernización del complejo agroindustrial y el salto tecnológico que se ha dado en los últimos años. Se han realizado importantes innovaciones en el agro que han modificado el panorama agrario y agroindustrial provincial.

### **2.2.11 Exportaciones entrerrianas**

Las exportaciones de la Provincia en el año 2014 ascendieron aproximadamente a U\$S FOB 1.527 millones, representando el 2,12% del total nacional (U\$S FOB 71.935 millones). Del total exportado por Entre Ríos, el 45% estuvo compuesto por productos primarios, el 48% por agroindustriales y el 7% por industriales. Entre los principales productos exportados se puede distinguir el maíz, la soja, sorgo granífero, trigo y arroz.

El principal destino de los productos primarios son los países asiáticos, mientras que los agroindustriales son exportados principalmente al Mercosur y al Resto de América. En este sentido y con relación al periodo anterior, se puede observar un crecimiento en la participación de los productos agroindustriales e industriales, sobre el total exportado. Respecto del rubro energético no se registran movimientos (exportaciones) en los últimos dos periodos (2013-2014) por no generarse excedentes en la Represa de Salto Grande. Durante el período 2009-2014, las exportaciones totales entrerrianas se incrementaron un 38%. Esta variación se ve reflejada en el crecimiento de los productos primarios (116%) seguido por los productos agroindustriales e industriales (51% y 42% respectivamente).

### **2.2.12 Las Cadenas de Valor en Entre Ríos**

Se considera Cadena de Valor a todos los eslabones que agregan valor a un determinado producto (desde el insumo-producto hasta su comercialización interna o externa) incluyendo a los diferentes actores involucrados: productores primarios, empresas industriales, proveedores de insumos y servicios, instituciones de apoyo técnico, empresas comercializadoras, etc. A continuación se mencionan las principales cadenas de valor de la Provincia.

#### **2.2.12.1 Carne de aves y derivados**

Entre Ríos es la principal productora de carne de aves de Argentina. En el año 2014 se faenaron un total de 339.842.788 cabezas, equivalente a 1.416.000 cabezas diarias, representando el 47% de la producción nacional. Cuenta con empresas industriales líderes y un Complejo integrado con más de 3.355 granjas productoras de pollos de engorde y 18 plantas frigoríficas, lo que implica la generación de importantes fuentes de empleo.

#### **2.2.12.2 Cadena agrícola - soja**

La producción, procesamiento y comercialización de soja es la principal actividad productiva de Entre Ríos en términos de valor de la producción. En la

última campaña 2013/2014, las hectáreas sembradas fueron de 1.504.900 y las toneladas producidas de 3.974.602 las cuales representan más del 7% del total nacional. La molienda de soja se multiplicó considerablemente en la Provincia durante los últimos 5 años, alcanzando las 303.947 toneladas en 2.014. En cuanto a la industrialización de la soja se observan variaciones de más del 150% tanto en aceite de soja, como en pellet y expellers de soja.

#### 2.2.12.3 Cadena agrícola - arroz

Entre Ríos es líder en el desarrollo de la cadena de valor del arroz en el país. En la última campaña, las 568.520 toneladas producidas representan el 36% de la totalidad del país. Gran parte del arroz entrerriano se destina a los mercados externos, exportando alrededor del 32% de lo que produce.

#### 2.2.12.4 Cadena agrícola - maíz y sorgo

La cadena del maíz ha evidenciado una importante expansión en los últimos 5 años. Entre Ríos durante la última campaña obtuvo un total de 1.403.880 toneladas producidas de maíz las cuales representan el 4% de la producción nacional. Respecto del sorgo se produjeron 547.940 toneladas que representan el 15% del total nacional.

#### 2.2.12.5 Cadena citrícola

La provincia es la primera productora nacional de cítricos dulces -naranjas y mandarinas- y en menor escala, de pomelo y limón. La producción total del año 2014 es de 683.084 toneladas, de las cuales, entre un 10 y 15% se destina a los mercados externos.

#### 2.2.12.6 Cadena bovina

La Provincia se ubica en el quinto lugar como productora nacional ganadera. El stock de ganado vacuno para el año 2.014 fue de 4.427.183 unidades, representando el 8,5% del total nacional.

#### 2.2.12.7 Cadena apícola

Entre Ríos, es la segunda productora nacional luego de la provincia de Buenos Aires. En ambas temporadas Entre Ríos aportó entre el 18 y el 20 % de la producción de miel a nivel nacional. Cuenta con un total de aproximadamente 4.300 productores y 750.000 colmenas. Para la provincia la cadena de valor apícola es clave en el marco de las exportaciones: alrededor de 17 millones de dólares y entre 5.000 y 6.000 toneladas.

#### 2.2.12.8 Cadena del Turismo

Entre Ríos se ha transformado en un importante atractivo turístico a nivel nacional, donde los principales destinos son las termas, los parques nacionales, la pesca deportiva, los carnavales y fiestas nacionales y además, otros eventos importantes como la fiesta de disfraces y el turismo carretera.

## 2.3 Departamento Gualeguaychú

Gualeguaychú es un departamento del sudeste de la provincia de Entre Ríos en la República Argentina. Su cabecera es la ciudad de Gualeguaychú. Es el segundo más extenso de la provincia, con una superficie de 7086 km<sup>2</sup>, y el tercero más poblado, con 109 461 habitantes según censo de 2010.

Limita al oeste con los departamentos Tala y Gualeguay, al norte con el departamento Uruguay, al sur con el departamento Islas del Ibicuy y al este con la República Oriental del Uruguay.



Figura 3: Mapa de Entre Ríos, ubicación departamento Gualeguaychú, República Argentina. Fuente: Google 2017.

### 2.3.1 Geografía

De acuerdo a la metodología utilizada por el INDEC para el censo 2010 el departamento Gualeguaychú comprendió trece localidades: Aldea San Antonio, Aldea San Juan, Enrique Carbó, Estación Escriña, Faustino M. Parera, General Almada, Gilbert, Gualeguaychú, Pueblo General Belgrano, Irazusta (incluyendo a Villa Eleodora), Larroque, Pastor Britos, Urdinarrain.

### 2.3.2 Relieve

Se basa la siguiente información en el Convenio de Municipalidad de Urdinarrain de la Universidad Nacional del Litoral, Plan de Ordenamiento Urbano Ambiental de Urdinarrain, año 2006; disponible en la página web <http://www.urdinarrain.gov.ar>.

El relieve es de llanuras con suaves y alargadas ondulaciones en el terreno, registrándose una cota I.G.M. para el área urbana que varía entre los 40 y 60 metros sobre el nivel del mar.

El paisaje predominante es la Peniplanicies onduladas y en menor medida suavemente onduladas. Está cubierta por materiales de origen eólico de moderado a escaso espesor. La peniplanicie presenta pendientes moderadamente pronunciadas (2-4%) y de menor intensidad (0,5-1%). En la región centro norte se encuentran las estribaciones finales de la Cuchilla Grande, mostrando su parte más elevada. En la región sur, el paisaje se suaviza presentando una planicie muy suavemente ondulada que se extiende hacia el este.

Otro paisaje característico lo constituyen los depósitos sedimentarios de los arroyos y en el sur las llanuras aluviales antiguas, pobremente drenadas e intercalados con suelos alcalinos.

### 2.3.3 Clima

Esta subzona queda comprendida dentro del clima templado húmedo de llanura. La temperatura media anual es de 18,9°C y una definida sucesión estacional. No existe estación seca definida pero presenta menores precipitaciones durante el invierno.

La localidad se ubica dentro de un clima templado húmedo beneficiado por su emplazamiento en una zona de llanura abierta y sin barreras que impidan el paso de los vientos, por lo cual recibe la influencia de todos los cuadrantes. En tal sentido, la acción de los vientos del Noreste, Este y Sudeste, dan lugar a



lluvias, lloviznas intermitentes, cielo cubierto y aire saturado de humedad, registrándose un marcado predominio de vientos del NE durante todo el año.

Los datos estadísticos referidos al total anual de precipitaciones de los últimos 21 años arrojan una media de 1.155 mm, destacándose que el régimen pluviométrico la ciudad se ha incrementado levemente (50mm), no registrándose períodos regulares para años lluviosos o secos, con respecto al promedio antes mencionado.

Los registros de temperaturas corresponden a la Estación Meteorológica de Gualeguaychú, verificándose una temperatura media de 25°C en enero y de 11°C en julio.

### Suelos

En la provincia de Entre Ríos existen cinco órdenes distribuidos en diferentes áreas del territorio geográfico

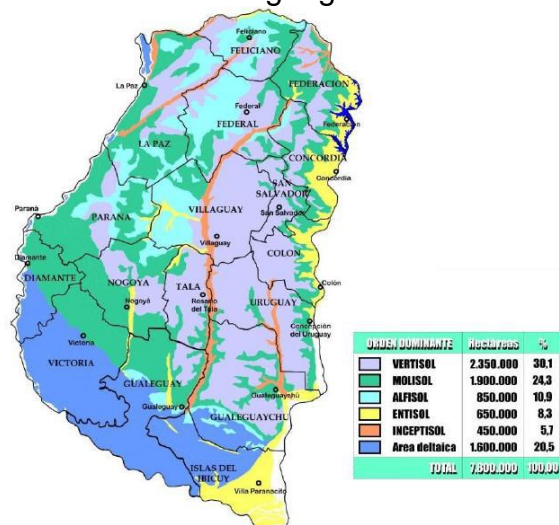


Figura 4: Mapa tipo de suelo de Entre Ríos. Fuente: Estación meteorológica de Gualeguaychú

Los suelos predominantes son los Vertisoles seguidos por los Alfisoles, representando el 33% y el 32% respectivamente. Los Molisoles ocupan el 19% de la superficie y el resto se dividen entre Entisoles e Inceptisoles. Los suelos Vertisoles y Alfisoles se encuentran sobre las zonas planas, mientras que en los pies de lomas y sectores cóncavos se presentan los Molisoles. Se encuentra afectada por procesos erosivos. Abarcan la mayor parte de la provincia. Son suelos negros muy oscuros difíciles de trabajar tienen un elevado porcentaje de arcilla expansiva. Son aptos para el cultivo de lino, sorgo, girasol al sudeste y para la ganadería al norte. En el noreste el uso agrícola predominante es arroz. 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 aguas 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.

### 2.3.4 Centros rurales de población

Los centros rurales de población están gobernados por juntas de gobierno que actúan como delegadas del poder ejecutivo provincial. Estos se dividen en categorías en función a la cantidad de habitantes que poseen.

- Categoría I: 1499 a 1000 habitantes.
- Categoría II: 999 a 500 habitantes.
- Categoría III: 499 a 300 habitantes.
- Categoría IV 299 a 200 habitantes.

La factibilidad numérica para la creación de centros rurales de población estará determinada por los resultados de los censos nacionales o provinciales, generales o especiales. Las juntas de Gobierno estarán constituidas por el siguiente número de miembros: Siete (7) las categorías I y II; cinco (5) las categorías III y IV. Los miembros de las juntas de Gobierno serán electos por el voto universal, secreto y obligatorio de los ciudadanos domiciliados en la jurisdicción correspondiente que figuren en el padrón electoral y estén habilitados para sufragar.

Los centros rurales de población gobernados por juntas de gobierno del departamento de Gualguaychú son:

Segunda categoría

- Aldea San Juan: creado antes del 10 de diciembre de 1983.
- Costa Uruguay Norte: creado el 28 de marzo de 1984. Población rural dispersa.
- Irazusta: creado antes del 10 de diciembre de 1983.
- Faustino M. Parera: creado antes del 10 de diciembre de 1983.
- General Almada: creado antes del 10 de diciembre de 1983.
- Las Mercedes: creado el 2 de mayo de 1985. Población rural dispersa.

Cuarta categoría

- Costa San Antonio: creado el 28 de marzo de 1984. Población rural dispersa.
- Costa Uruguay Sur: población rural dispersa.
- Cuchilla Redonda: creado antes del 10 de diciembre de 1983. Población rural dispersa.
- Distrito Talitas: creado el 4 de octubre de 1984. Población rural dispersa.
- Estación Escriña: creado el 19 de julio de 2002. Población rural dispersa.
- Pastor Britos: población rural dispersa.
- Perdices: población rural dispersa.
- Rincón del Cinto: población rural dispersa.
- Rincón del Gato: creado el 2 de abril de 1984. Población rural dispersa.

### 2.3.5 Distritos

El departamento Gualguaychú se divide en 11 distritos. Para fines de mensuras catastrales y en algunas ramas de la administración provincial el ejido original del municipio de Gualguaychú, y las islas del departamento son considerados aparte de los distritos y la Codificación General de Jurisdicciones Político Administrativas de la Provincia de Entre Ríos les asigna los códigos 0700 y 0711 respectivamente.

**Alarcón:** comprende la mayor parte del ejido municipal de Enrique Carbó.

**Ceibas:** comprende la totalidad del área no organizada del circuito electoral Ceibas.

- **Costa Uruguay Sur:** comprende parte del ejido municipal de Gualeguaychú (con la ampliación y el ejido original) y la totalidad del área jurisdiccional del centro rural de población de Costa Uruguay Sur.
- **Costa Uruguay Norte:** comprende la totalidad del ejido municipal de Pueblo General Belgrano, parte del ejido municipal de Gualeguaychú (ampliación del ejido original) y la totalidad del área jurisdiccional del centro rural de población de Costa Uruguay Norte.
- **Cuchilla Redonda:** comprende la parte sur del ejido municipal de Larroque, parte del centro rural de población de Enrique Carbó y la totalidad del de Cuchilla Redonda.
- **Dos Hermanas:** comprende parte del centro rural de población de Enrique Carbó y la totalidad del de Las Mercedes.

**Pehuajó al Norte:** comprende la totalidad del ejido municipal de Aldea San Antonio, la mayor parte del de Urdinarrain y la parte este del de Gilbert; la totalidad del área jurisdiccional de los centros rurales de población de Aldea San Juan, Rincón del Gato, Rincón del Cinto, Pastor Britos, Faustino M. Parera y General Almada, y la parte este del de Escriña; la totalidad del área no organizada del circuito electoral Colonia Florida del Oeste.

**Pehuajó al Sud:** comprende la parte este del ejido municipal de Larroque, la totalidad del área jurisdiccional del centro rural de población de Irazusta y la totalidad del área no organizada del circuito electoral Pehuajó Sur.

- **Perdices:** comprende la totalidad del área jurisdiccional del centro rural de población de Perdices.

**San Antonio:** comprende la parte oeste de los ejidos municipales de Gilbert y de Urdinarrain; la parte este del área jurisdiccional del centro rural de población de Escriña y la totalidad del de Costa de San Antonio.

- **Talitas:** comprende la parte oeste del ejido municipal de Larroque, una pequeña parte del de Urdinarrain, y la totalidad del área jurisdiccional del centro rural de población de Talitas.

### 2.3.6 Zona agro-económica del entorno de la ciudad

De acuerdo al uso del suelo se pueden diferenciar cinco zonas agroeconómicas dentro de la provincia: zona I, agrícola-ganadera; zona II, ganadera; zona III, citrícola-forestal; zona IV, ganadera-agrícola y zona V, delta.

La ciudad de Aldea San Antonio está emplazada en la zona IV, que comprende a los departamentos Gualeguaychú, Tala, Gualeguay y Uruguay que se caracteriza por una importante participación en la ganadería y agricultura provincial.

Esta región presenta una producción primaria diversificada en los siguientes rubros: agricultura, ganadería, tambo y miel, con predominio de las actividades ganaderas (de invernada) en campo natural reforzado con pasturas plurianuales, cría y re cría de vacunos, aves y el creciente desarrollo de una cuenca tambera.

Con relación a los establecimientos agropecuarios establecidos en el departamento, su número representaba el 9,0% del total provincial según el Censo Nacional Agropecuario de 1988, lo que en números significaba 2.446

establecimientos de este rubro. Esto ha presentado variaciones hacia el 2.002, donde según esta misma fuente de datos estadísticos, la cantidad de establecimientos existentes representa el 8,8 % del total provincial, lo cual se traduce en la existencia de 1.905 establecimientos.

En valores absolutos, lo antes dicho evidencia que en el período 1.988 – 2.002 el número de los establecimientos agropecuarios se redujo a 541. En tal sentido, cabe mencionar que estos establecimientos, según C.N.A. 2002, cuentan con una superficie sembrada de 190.282 ha, lo que representa el 11,1% de la superficie total sembrada en la Provincia de Entre Ríos, registrando un número de cabezas de ganado bovino igual a 467.167, representando el 12,0% del total del ganado bovino de la provincia.



Figura 5: Grafico de barras correspondiente a la cantidad de ganado bovino a través de los años

La ganadería presenta distintos niveles de dinamismo, destacándose el departamento Gualguaychú con los valores más importantes en la producción bovina y ovina. Cabe destacar que el rubro ganadería -bovinos- manifiesta una tendencia variable en el número de cabezas.

Por otra parte, es la segunda zona productora de granos en la provincia – lino, sorgo, maíz y soja -.

Se evidencia un aumento sustancial en la producción de oleaginosas con relación a la de cereales. Entre las primeras se destaca la soja, con el 88% del total producido en 2001 y entre los cereales, el maíz, con el 40% de la producción y el trigo, con el 33% de la misma.

La expansión de la agricultura en la provincia, se origina por una situación favorable, generada por cambios estructurales en la producción de granos y por las mejoras de los precios internacionales.

La producción láctea entrerriana, en expansión, ocupa el cuarto lugar a escala nacional. Con una productividad en crecimiento, de 91,31 kg G.B. /día/tambo en 1.980 a 1.112,86 kg G.B./día/tambo en el año 2000 (según informe sistema agroalimentario de la provincia de Entre Ríos, año 2001).

La provincia posee dos cuencas lecheras de importancia, una de ellas es la que corresponde a parte de esta zona, la que reúne el 39% de la producción y el 32% de tambos de la provincia. Esta cuenca posee un mayor desarrollo tecnológico, lo que le da mayor producción y productividad con un menor número de tambos.

Por sus características agro-ecológicas y la gran variedad de flora melífera, la provincia posee excelentes condiciones para el desarrollo de la apicultura.

Destacándose el departamento Gualguaychú como segundo productor de miel en la provincia, con 975,5 tn. producidas, después del departamento Paraná, con 1224,5 tn. (Fuente: Dirección de Apicultura y Granja-campaña 99/00).

Finalmente puede decirse, que toda esta producción regional tiene rápida salida a los mercados nacionales e internacionales, gracias a su buena vinculación terrestre. La región está atravesada en dirección N-S por la RN 14 y la RN 12 y es cruzada por conexiones E-O, a través de las rutas provinciales 39, 20 y 16 que la vinculan con la provincia y el país, vinculándose internacionalmente con el paso Gualeguaychú – Fray Bentos, Uruguay, y con una excelente accesibilidad a los puertos de Gualeguaychú, Rosario y Buenos Aires. El conjunto de estas actividades económicas; y la temprana e histórica colonización entrerriana; ha dado lugar a que en esta región se desarrollaran las ciudades de Gualeguaychú (76.220 hab.), Concepción del Uruguay (67.474 hab), Gualeguay (39.035 hab.) Rosario del Tala (13.807 hab.) y un importante número de centros urbanos de menor cantidad de población que se dispersan por todo el territorio; entre ellos se encuentra Urduyarrain; y desde los mismos se brinda una variada y diversificada red de bienes y servicios.

### **2.3.7 Condiciones Hidrológicas**

Este departamento junto con Islas del Ibicuy que ocupan el sector sudeste de la provincia, están bordeados por los ríos Uruguay y Paraná. Gran parte de la superficie de los mismos es un paisaje típicamente deltaico lo que se refleja incluso en la toponimia de ellos.

El río Uruguay, en este sector de la provincia, muestra rumbo Este – Oeste en el tramo conocido como “El Martillo” para luego retomar el rumbo Norte – Sur hasta la desembocadura. En este tramo el río Uruguay se comporta como un estuario de marea largo y angosto. Su margen derecha limita con el Delta del río Paraná. El río Paraná en este tramo se ha subdividido en numerosos brazos, los principales son el Paraná Ibicuy, el Paraná Pavón, el Paraná de las Palmas y el Paraná guazú. Su rumbo general es Noroeste – Sudeste.

Otros cuerpos de agua son el río Gualeguay (que limita a ambos departamentos por el Oeste-Noroeste), el río Paranacito y el río Gualeguaychú. La Cuenca del río Gualeguaychú ubica sus nacientes en el departamento San Salvador de la confluencia de los Arroyos Santa Rosa y San Miguel. Su sentido general de escurrimiento es Norte – Sur. Cuando recibe como afluente en su margen derecha al arroyo Gualeyán, tuerce su rumbo hacia el sudeste para desaguar en el río Uruguay. Otros afluentes destacados son los arroyos Gená y El Gato.

De acuerdo a las características del subsuelo, el Departamento Gualeguaychú puede dividirse en dos sectores, uno Norte donde se explotan niveles correspondientes a los acuíferos en formación Salto chico y otro sur con acuíferos alojados en formación Paraná. En lo que respecta al departamento Islas la mayor parte de su territorio se incluye en los acuíferos del valle aluvial y delta del Paraná. La constitución geológica del subsuelo es sumamente heterogénea, por debajo de la cubierta aluvial se detecta la presencia de depósitos de origen marino (fangos arenos arcillosos grises, gris verdosos o gris azulado rico en sustancias orgánicas, descompuestas por la ausencia de oxígeno).

### **2.3.8 Áreas naturales protegidas**

Como parte del Sistema Provincial de Áreas Protegidas se hallan en el departamento dos áreas naturales protegidas:

□ Parque Natural Malabrigo: área privada de 149,62 ha establecida por convenio con el gobierno provincial por decreto 2108/2009 GOB del 3 de junio de 2009.

Paisaje Protegido Las Piedras: área protegida mixta con recursos manejados, de 312 ha. Fue creada el 26 de junio de 1995 y pertenece al Municipio de Gualeguaychú.

Todo el río Gualeguaychú es una zona de reserva para la pesca deportiva en donde se prohíbe otro tipo de pesca. Fue declarada por decreto 4671/69 MEOySP de 1969.

El decreto 4671/69 MEOySP de 1969 estableció restricciones pesqueras para el río Gualeguay, en donde se permite la pesca mediante el uso de líneas de mano, cañas y espineles con no más de 20 anzuelos.

### 3. RELEVAMIENTO PARTICULAR Y ESPECÍFICO

Dado que el Municipio Aldea San Antonio posee una planta urbana pequeña con una población de 1153 habitantes, según un informe presentado por la Dirección de Rentas, Catastro y Obras Particulares al año 2011, se desarrollará, en el presente capítulo, el relevamiento particular y específico.

#### 3.1 Aldea San Antonio

San Antonio es una aldea que fue fundada por Alemanes del Volga en el año 1889, y hoy un gran porcentaje de los habitantes son descendientes de aquellos fundadores.

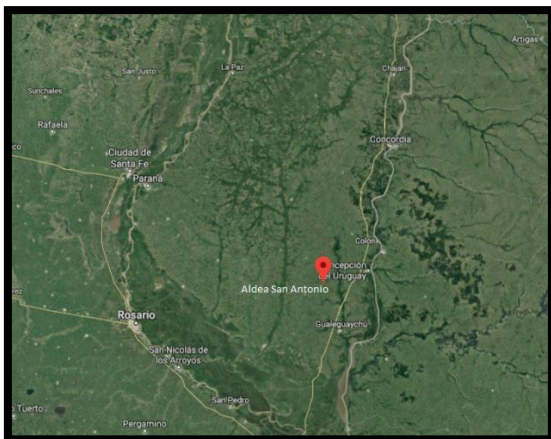


*Entrada Aldea San Antonio*

##### 3.1.1 Ubicación Geográfica

Aldea San Antonio es un municipio del distrito Pehuajó al Norte del departamento Gualguaychú, en la provincia de Entre Ríos, República Argentina. El municipio comprende la localidad del mismo nombre y un área rural que incluye a aldeas aledañas *Aldea San Juan* y *Aldea Santa Celia*. Se ubica a 60 km de la ciudad de Gualguaychú, a unos 25 Km de la ciudad de Urduarrain y a casi 250 km de la capital de la provincia, Paraná.

Las coordenadas exactas de la ubicación son 32° 37" S 58° 42" O.



*Figura 6: Imagen satelital de Entre Ríos, ubicación de aldea San Antonio. Fuente: Google maps 2017.*

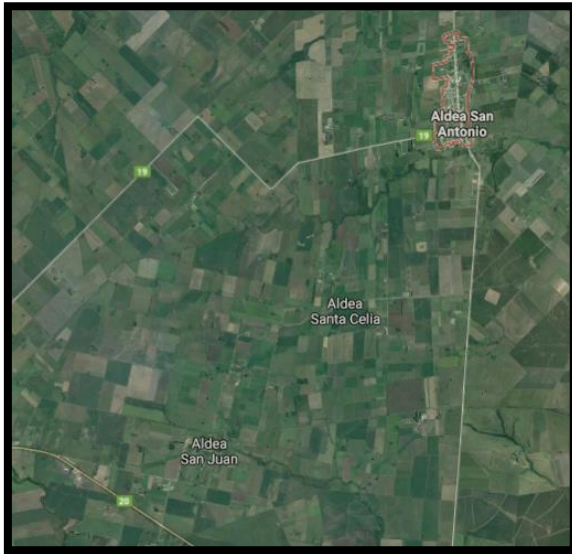


Figura 7: Imagen satelital aldeas aledañas a Aldea San Antonio. Fuente: Google maps 2017



Figura 8: Foto área de Aldea San Antonio. Fuente: Google

### 3.1.2 Accesibilidad

La aldea San Antonio cuenta con 3 accesos, como se observa en la figura 9:

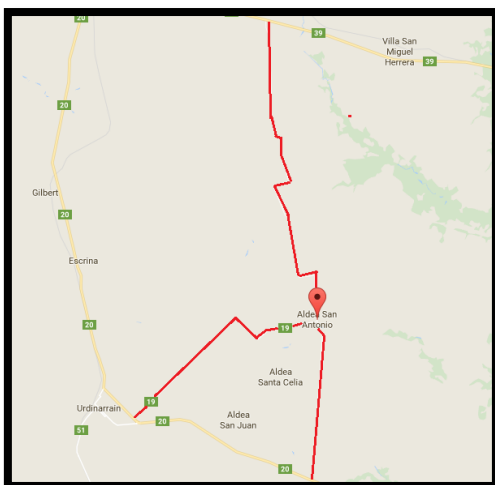


Figura 9: Mapa satelital ubicación de Aldea San Antonio. Fuente: Google



La localidad, se vincula por medio de la Ruta Provincial N° 20 con las ciudades de Basabilbaso, Gilbert, Urdinarrain y Gualaguaychú. El mismo se encuentra en buen estado, no quedando anegado en días lluviosos. En un futuro próximo será pavimentado. A su vez no posee iluminación y se encuentra carente de señalizaciones viales, tanto en su intersección con la ruta N°20 como a lo largo de su recorrido (13 Km).

La ciudad posee un acceso secundario enripiado y sin iluminación que intercepta la Ruta Provincial N°39 en la localidad de Villa Mantero. Requiere de un continuo mantenimiento, ya que los días de lluvia queda intransitable.

Desde el interior del país, la vía comunicante más próxima es el Puente Zárate Brazo Largo por el que se ingresa a la ciudad de Ceibas. Desde allí se debe continuar por la Ruta Nacional N° 14 hacia el Norte y, a la altura de la localidad de Gualaguaychú, se toma la dirección de la Ruta Provincial N° 20 hasta arribar por Camino Rural N° 19 a la localidad de la Aldea San Antonio.

Desde Santa Fe, la vía comunicante es el Túnel Subfluvial por el que se ingresa a la ciudad de Paraná. Desde allí se debe tomar la Ruta Nacional N° 12 hacia el Sur-Este y a la altura de la ciudad de Basabilbaso continuar por la Ruta Provincial N° 20 hasta arribar a la ciudad por Camino Rural N° 19.

### **3.1.3 Historia**

Las tierras donde hoy se ubica la aldea pertenecieron a Jakob Spangenberg quien en 1889 vendió las mismas a contingentes de colonos alemanes del Volga que fundaron la colonia. En 1888 llegaron al Puerto de Diamante 19 familias directamente desde el Volga. La mayoría de ellos procedentes de la Aldea Huck, óblast de Sarátov en Rusia. Luego de una estadía provisoria en la Aldea Protestante se dirigieron a la zona donde fundan 3 aldeas: San Juan, San Antonio y Santa Celia. En San Juan se establecieron 30 familias y en San Antonio se establecieron 17 familias. La comunidad poco a poco fue creciendo alcanzando los 507 habitantes en 1991 y los 791 en 2001.

La junta de gobierno del centro rural de población de Aldea San Antonio ya existía para el 11 de agosto de 1978, siendo fijados nuevos límites de la planta urbana por decreto 809/1985 MGJE del 19 de marzo de 1985 y los límites jurisdiccionales de la junta de gobierno por decreto 6353/1986 MGJE del 22 de diciembre de 1986

El municipio de segunda categoría de Aldea San Antonio fue aprobado por ley n.º 7942 sancionada el 7 de julio de 1987 y creado mediante decreto n.º 3937/1987 MGJE del 22 de julio de 1987. Por decreto n.º 3943/1987 MGJE del 22 de julio de 1987 fue designado Carlos Michel como comisionado para la elección del municipio. El 6 de septiembre de 1987 fue elegida la primera junta de fomento.

El 10 de diciembre de 2011 dejaron de existir las dos categorías de municipios en Entre Ríos al caducar los mandatos de las juntas de fomento de los municipios de 2º categoría aplicando la ley de Régimen Municipal N° 10 027, que fue sancionada y promulgada el 10 de mayo de 2011, por lo que los municipios dejaron de estar categorizados. Aldea San Antonio pasó a tener un departamento ejecutivo a cargo de un presidente municipal elegido por el pueblo y un consejo deliberante de 7 miembros electivos.

### 3.1.4 Población y Demografía

La población en Aldea San Antonio, según fuentes del DGEyC e INDEC del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas en 2010 era de 1483 habitantes.

En cuanto a la demografía, ésta dimensión incluye los indicadores relacionados con la estructura y la dinámica de la población. Es decir, aquellos que relevan especialmente el volumen, el ritmo de crecimiento y la composición de la población de cada municipio.

Se cuenta con información obtenida de la página oficial de la provincia de Entre Ríos correspondientes al año 2010. Los datos corresponden a la población por municipio según sexo que arroja un total de: 740 mujeres y 743 varones.

#### 3.1.4.1 Evolución de la población

Para determinar la evolución de la población en la localidad de la Aldea San Antonio, se analizaron los datos obtenidos de la Dirección del Rentas, Catastro y Obras Particulares de la Municipalidad de la Aldea San Antonio.

Para determinar la población inicial se toman como base los datos del Censo Nacional Argentino según el INDEC.

- $P_1(\text{censo } 1991) = 507$  habitantes.
- $P_2(\text{censo } 2001) = 791$  habitantes.
- $P_3(\text{censo } 2010) = 1483$  habitantes.

A continuación calculamos las tasas de crecimiento

$$I_1 = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

Siendo:

- $I_1$  = Tasa de crecimiento entre la población obtenida en los censos de 1991 y 2001
- $n$  = Cantidad de años entre censo y censo
- $P_1$  = Población obtenida en el censo de 1991
- $P_2$  = Población obtenida en el censo de 2001

Por lo tanto:

$$I_1 = \sqrt[10]{\frac{791 \text{ hab.}}{507 \text{ hab.}}} - 1$$

$$I_1 = 0,0454$$

Análogamente:

$$I_2 = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Siendo

- $I_2$  = Tasa de crecimiento entre la población obtenida en los censos de 2001 y 2010
- $n$  = Cantidad de años entre censo y censo
- $P_2$  = Población obtenida en el censo de 2001
- $P_3$  = Población obtenida en el censo de 2010

Por lo tanto:

$$I_2 = \sqrt[9]{\frac{1483 \text{ hab.}}{791 \text{ hab.}}} - 1$$

$$I_2 = 0,0723$$

Para poder calcular las poblaciones futuras debemos tener en cuenta la siguiente consideración:

Si la tasa de crecimiento  $I_2$  es menor que la tasa de crecimiento  $I_1$  calculamos la población con la tasa de crecimiento  $I_2$ . Si por el contrario la tasa de crecimiento  $I_2$  es mayor que la tasa de crecimiento  $I_1$  calculamos la población haciendo el promedio entre ambas tasas de crecimiento.

En este caso calculamos el promedio de las tasas de crecimiento, obteniendo

$$I_{\text{promedio}} = 0,0588$$

Utilizamos las siguientes fórmulas para estimar la población en 2017, siendo  $P_0$  la población del último censo y  $n_1$  la cantidad de años transcurridos hasta la actualidad.

$$P_a = P_0 * [1 + (I_2)]^{n_1}$$

$$P_a = 1483 \text{ hab} * (1 + 0,0588)^7$$

$$P_a = 2213 \text{ hab.}$$

De acuerdo a los datos obtenidos en las entrevistas realizadas a las autoridades municipales, la población estimada es de 2.300 habitantes por lo tanto se puede comprobar la validez del método.

Del siguiente modo, se estima la población de 2020, 2030 y 2040.

$$P_a(2020) = 2625 \text{ hab}$$

$$P_a(2030) = 4650 \text{ hab}$$

$$P_a(2040) = 8233 \text{ hab}$$

$$P_a(2060) = 25813 \text{ hab}$$

Dichas estadísticas serán utilizadas en el presente proyecto.

En el siguiente gráfico se puede observar un resumen de los cálculos anteriores y un gráfico que lo representa.

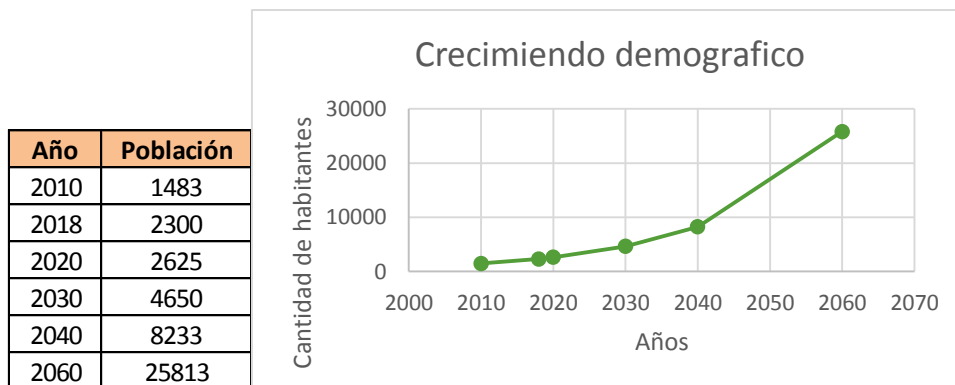


Tabla 2: Crecimiento de la población y gráfico representativo. Fuente: Propia

### 3.1.5 Aspectos Sociales

#### 3.1.5.1 Cultura

A pesar de haber transcurrido muchos años Aldea San Antonio aún contiene huellas de su pasado, en la música especialmente, donde muchas personas del pueblo saben ejecutar un instrumento y se dedican con pasión a la música de sus abuelos, la música Tradicional Alemana (Volksmusik). En la casa de la cultura además de las clases de música, se dictan clases de idioma Alemán, taller de dibujo y pintura, danzas clásicas y folklóricas; la biblioteca Centenario, fundada en 1989, también ofrece una gran variedad de títulos para lectura, consulta y estudio.



Figura 10: Fiesta tradicional en Aldea San Antonio. Fuente: Google.

#### 3.1.5.2 Festividades

Anualmente se realiza la “Fiesta del Inmigrante Alemán” donde se festeja el aniversario del pueblo. La misma comienza en la Plaza San Martín donde hay stands con bebidas y comidas típicas, artesanías, paseos en “carro ruso” y se representa el trabajo de esta comunidad con un museo agrícola interactivo. Luego se realiza un acto protocolar y desfile típico alemán por las calles de la Aldea donde participa el ballet de la Asociación Alemana local y todos aquellos que llegan del resto de la provincia y el país.



Figura 11: Fiesta tradicional en Aldea San Antonio. Fuente: Google.

El desfile culmina en las instalaciones del “Club Social y Deportivo San Antonio”. Allí, se degustan comidas y repostería tradicional alemana, se realiza la elección de la Reina, sorteos y diversión.

#### 3.1.5.3 Recreación y Deportes

En cuanto a deporte y recreación la comunidad cuenta con las instalaciones del Club Social y Deportivo San Antonio, en donde se realizan diversas actividades como Fútbol, Vóley, Básquet, Tenis, Gimnasia y la incorporación reciente de “mami Hockey”.

**Fútbol:** El Club Social y Deportivo San Antonio se encuentra asociado a la Liga Regional donde participa del campeonato que este brinda en categoría de infantiles y división mayores, esta última según su clasificación puede participar de torneos a nivel Provincial y Nacional.

**Vóley:** su práctica se realiza en el Club de la localidad, y el profesor que dicta este deporte recibe un sueldo municipal; siendo el propósito municipal promover nuevos deportes a la sociedad.

**Básquet:** cuenta con categoría de básquet femenino infantil donde disputan amistosos en ciudades vecinas.

**Mami Hockey:** es un deporte municipal que en el último tiempo fue adquiriendo importancia, en el que las mujeres practicantes del mismo participan de torneos amistosos en diversas zonas vecinas. Actualmente no se dispone de espacio físico en condiciones para que estas actividades sean realizadas en la localidad. Cabe destacar que el club Social presta sus instalaciones, cediendo la mitad de su cancha de fútbol para tal fin. El club colabora poniendo a disposición su infraestructura para las fiestas de la comunidad, como así también reuniones sociales, aniversarios, cumpleaños y bailes estudiantiles.

Vale destacar que el Club Social es el único lugar con el que los vecinos de La Aldea cuentan para realizar dichas actividades.

### 3.1.6 Entes Públicos e Industriales

#### 3.1.6.1 Educación

La localidad cuenta con las siguientes entidades educativas:

Escuela de Provincial de Nivel Medio y Secundario N°54 “San Antonio”: Establecimiento estatal y urbano. Dicho lugar funciona en turno mañana como Jardín de infantes y escuela primaria con un total de 189 alumnos, y por el

turno tarde como escuela secundaria con un total de 105. Se encuentra sobre Avenida de los Inmigrantes

Escuela Secundaria N°1 "San Antonio": actualmente en construcción, situado en la calle Independencia a metros de Av. de los Inmigrantes.

En la primera etapa se plantean construir tres aulas, área de gobierno, grupo sanitario, galería y hall de ingreso, con una superficie total de 352 metros cuadrados.

Escuela N°54 "Alcides D'Orbigni": establecimiento estatal y rural ubicado dentro del ejido municipal.

Escuela Primaria N° 65 "José María Paz": establecimiento estatal y rural ubicado dentro del ejido municipal.

Escuela N°74 "San Lorenzo": establecimiento estatal y rural ubicado dentro del ejido municipal.

Escuela N°37 "Supremo Entrerriano": establecimiento estatal y rural ubicado dentro del ejido municipal.

Escuela Primaria N°65 "José María Paz": establecimiento estatal y rural ubicado dentro del ejido municipal.

Educación terciaria I.D.E.S.S.A.: Instituto de Estudios Superiores San Antonio, establecimiento estatal y urbano. Brinda la formación técnica de jóvenes de Aldea San Antonio y de la región en las áreas de Seguridad e Higiene Laboral, Productividad y calidad Total y en carreras de formación social y contable.

Otras instituciones:

ANAF (Área de Niñez Adolescencia y Familia): que se crea en el marco de las leyes nacionales y provinciales vigentes, que dan cuenta de la necesidad de Áreas que protegen los derechos vulnerados de los niños, niñas y adolescentes. Se concreta a partir del convenio establecido entre el Municipio y el Consejo

Provincial del Niño Adolescente y la Familia (COPNAF) de Paraná, y tiene por objetivo garantizar la promoción, protección integral y restitución de los derechos de niños, niñas y adolescentes, promoviendo y fortaleciendo, a su vez, el rol de las familias

Centro de jubilados San Antonio: el Centro de Jubilados y Pensionados Nacionales de Aldea San Antonio cuenta con sus propias instalaciones en donde se efectúan recreaciones varias, se dictan talleres para los abuelos, se prestan servicios de atención semana de dos médicos de cabecera de PAMI, servicio de enfermería, pedicura y kinesiología. Desde el año 2009 funciona una cancha de bochas. Los servicios están abiertos no solo a los jubilados afiliados, sino a la población en general. Como así también el alquiler del salón de fiestas con capacidad aproximada de 250 personas.

### 3.1.6.2 Salud Pública

En La Aldea funciona un centro de salud que fue fundado por vecinos de la localidad. En sus instalaciones los habitantes reciben la atención médica activa las 24 hs. del día. En el Centro de Salud, no se dispone de equipamientos de alta complejidad. Además en la localidad tienen solo un médico. Por tal motivo cuentan con una ambulancia para el traslado de pacientes a los centros de localidades vecinas.

### 3.1.6.3 Religión y Culto

La localidad de La Aldea posee tres templos evangélicos (IERP, IEC, IELA), uno adventista, una capilla católica y asociaciones de descendientes de alemanes del Volga.

La confesión mayoritaria en la Aldea es la evangélica protestante, siendo la Iglesia Evangélica del Río de La Plata la iglesia madre de las demás evangélicas y la de mayor cantidad de feligreses. Luego le siguen la Iglesia Evangélica Congregacional y la Iglesia Evangélica Luterana Argentina. Una parte de los habitantes pertenece a la Iglesia Adventista del Séptimo Día. Para los emigrados de tiempos posteriores y conversos se construyó una capilla católica. La Aldea se caracteriza por ser la colonia madre de evangélicos en la zona de influencia, especialmente hacia Urdinarrain, Basavilbaso y Gualaguaychú. La concurrencia al templo, para la mayoría de los habitantes, continúa siendo una parte esencial de su idiosincrasia.

### 3.1.6.4 Área Industrial

La aldea no cuenta actualmente con un parque industrial debido a la cantidad de habitantes existentes y su expansión geográfica. Sin embargo, se definió un área industrial, la cual no posee los servicios de un parque industrial y cuya ubicación fue prevista lejos de la trama urbana (al sur – Por Av. De Los Inmigrantes) de forma tal que a partir de un posible crecimiento de la aldea, no se produzca un encuentro entre ambas.

Actualmente en dicho espacio se encuentran implantadas dos industrias:

- Hormac: Materiales para la construcción.
- Minerales Sur Entrerriano SRL

### 3.1.6.5 Otras Producciones

La zona de la aldea es principalmente un área rural, por lo que se pueden observar gran cantidad de productores agropecuarios en la zona.

A partir de información obtenida por Senasa se logró realizar un relevamiento de aquellos productores existentes, aunque se estima que el número es mayor.



Figura 12: Imagen satelital diversas producciones en Aldea San Antonio. Fuente: Google maps 2017, Senasa.

Referencias:

Color azul: Producción de carne.

Color verde: Producción de huevos.

Color rosa: Producción de huevos y cría.

A partir de las imágenes satelitales se pueden observar una gran cantidad de productores de carne en la zona.

Mientras que en Aldea Santa Celia y San Juan los productores existentes son los siguientes:



Figura 13: Imagen satelital diversas producciones en aldeas aledañas. Fuente: Google maps 2017, Senasa.

#### Referencias:

Color azul: Producción de carne.

Color verde: Producción de huevos.

### 3.1.7 Infraestructura

#### 3.1.7.1 Servicio de Agua Potable

La localidad cuenta con una Cooperativa de Provisión de Agua Potable que sirve a 600 lotes de viviendas. Disponen de un tanque de reserva con una capacidad de 50.000 litros. Se prevé la instalación de un nuevo tanque de reserva en la zona norte de la localidad por problemas de presión en dicha zona.

#### 3.1.7.2 Desagües Cloacales

La red de desagües cloacales cubre el 100% de la población. Cabe destacar que la localidad cuenta con una estación de re-bombeo en zonas que no cumplen con las pendientes mínimas para llegar a la cañería principal. Los residuos provenientes de cada domicilio son conducidos a dos lagunas anaeróbicas ubicadas en el ingreso de la Localidad.

#### 3.1.7.3 Desagües Pluviales

El desarrollo urbano altera la cobertura vegetal provocando varios efectos que perturban los componentes del ciclo hidrológico natural. Con la impermeabilización del suelo a través de techos, calles, veredas y patios, el agua que previamente era infiltrada, pasa a escurrir por calles y conductos de desagüe aumentando el escurrimiento superficial. Por tal motivo se llevaron a cabo dos proyectos denominados: "Desagüe Pluvial Urbano" que tuvo como objetivo realizar un estudio del régimen de lluvias en Aldea San Antonio para



conocer los caudales de escorrentía que se generaban y así diseñar los desagües pluviales necesarios, en una zona de dicha localidad.

“Levantamiento Altimétrico” que tuvo como objetivo realizar el relevamiento de cotas nivel de cordones existente y diseñar la cota nivel de cordón en nuevas calles.

La ejecución de los mismos en el año 2013, mejoró los escurrimientos actuales de la localidad y se pudo evacuar hacia el arroyo Manso el agua que escurría por las calles en épocas de lluvias intensas, en la zona de estudio.

#### 3.1.7.4 Energía Eléctrica

El servicio de energía eléctrica está a cargo de una Cooperativa de Provisión de Servicios Públicos que le compra la energía a la ciudad de Basabilbaso.

#### 3.1.7.5 Alumbrado

El servicio de alumbrado público, incluye el trazado en todo el ejido urbano exceptuando el acceso principal a la ciudad.

#### 3.1.7.6 Gas Natural

No se cuenta con este servicio. Actualmente la distribución del mismo a las viviendas y establecimientos se lo hace mediante gas envasado.

#### 3.1.7.7 Telefonía

Se cuenta con el servicio de telefonía fija de Telecom y servicio de internet Arnet. También funcionan todas las compañías de celular (Movistar, Claro y Personal)

#### 3.1.7.8 Higiene Urbana

La higiene urbana se encuentra a cargo de los frentistas, quienes se encargan del barrido y limpieza del sector correspondiente a cada uno. El mantenimiento de las calles y el enripiado le corresponde al Municipio, como también el mantenimiento de la plaza principal, las plazoletas y parques.



## 4. SISTEMA DE RECOLECCION. RESIDUOS EXISTENTES Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AFLUENTES CLOACALES

### 4.1 Predio de disposición final actual

En la actualidad el Municipio cuenta con un vertedero a cielo abierto existente desde el año 1987 ubicado al oeste de la aldea, a 1 km de la planta urbana por ruta 19.

Posee un terreno de dos hectáreas, el cual se encuentra cercado a lo largo de su perímetro lo que evita el ingreso de personas. Por otra parte, a pocos metros del mismo, existe una vivienda familiar.

El vertedero funciona a través de un sistema de trincheras, donde se depositan los residuos sin ningún tipo de tratamiento, ni separación previa. Solamente hay una separación voluntaria del material plástico (botellas) por parte del vecino que las dispone en un sector del corralón municipal para su posterior prensado y comercialización.

El sistema de recolección es semanal fraccionada en una cantidad de 3 días a la semana, siendo lunes-miércoles-viernes depositando los desechos en un camión compactador, el cual tiene una capacidad de 7m<sup>3</sup> que no son completados en cada recolección. Las personas a cargo de esta tarea son alrededor de 14, en turnos rotativos, siendo solo tres de ellas las activas durante la recaudación, 1 chofer y 2 recolectores.

De acuerdo a relevamientos realizados por el área de Medio Ambiente Municipal en el año 2012 la generación per cápita del habitante de Aldea San Antonio es de 0,75 kg/hab/día, totalizando una cantidad equivalente de 1,125 ton/día; 33,75 ton/mes, 405 toneladas anuales. El 55% corresponde a residuos orgánicos y el 45% restante es inorgánico-seco.

Desde el año 2011, el vertedero se encuentra colapsado ya que su espacio ha sido reducido y a través de los años se ha colmado su capacidad.

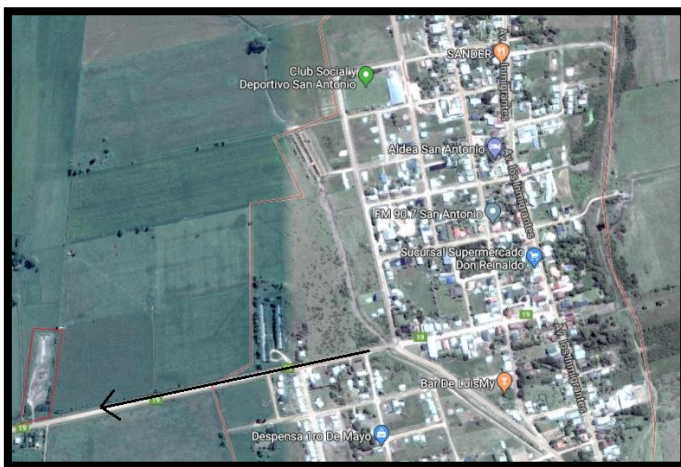


Figura 14: Imagen satelital ubicación del vertedero actual con respecto a la Aldea. Fuente: Google maps 2017.



Figura 15: Foto de la disposición actual final de los desechos. Fuente: Propia.



Figura 16: Foto de la disposición actual final de los desechos. Fuente: Propia.

## 4.2 Planta de tratamiento

Desde hace unos años atrás, el municipio ha detectado la problemática ambiental y ha decidido tomar cartas en el asunto.

En el año 2011 el pueblo es beneficiado por la Nación Argentina con el financiamiento para llevar a cabo la instalación de una planta de tratamiento de residuos con el fin de minimizar el depósito de los mismos en el vertedero a cielo abierto.

Como primera medida se buscó un espacio físico alejado del pueblo para su implantación. Este cuenta con 10 hectáreas de superficie a 5 km del centro de la aldea como se observa en la imagen:



Figura 17: Imagen satelital ubicación del predio en donde se encuentra la planta de tratamiento.  
Fuente: Google maps 2017.

Para presupuestar la maquinaria y materiales necesarios para la instalación de la planta mencionada se realizó un relevamiento del sistema de tratamiento que se encuentra en funcionamiento en la ciudad vecina de Urdinarrain y de esta manera se confecciono el siguiente descriptivo técnico:

- Tolvas de recepción de 5 m<sup>3</sup> (al ras del piso)
- Cinta de elevación de 10 metros aproximadamente, con inclinación 35° y un ancho de 600 mm
- Cinta de clasificación de 12 metros y 800 mm de ancho.
- Tablero eléctrico (gabinete normalizado)
- Estructura elevada para cinta de clasificación: soportes, plataforma y escaleras.
- Depósito contenedor móvil de material: volcadores en forma de tolva de 1m<sup>3</sup>.
- Prensa vertical para plásticos/Cartón/Trapos de 0,9 x 0,6 x 0,9 m con una fuerza de 20 ton.
- Acoplado para transporte de material: acoplado de 4 ruedas con capacidad de carga de 5 m<sup>3</sup>.

Este relevamiento arrojó un presupuesto de \$2.000.000 pesos para llevar a cabo la realización del proyecto.

La planta de clasificación de R.S.U es capaz de procesar hasta aproximadamente 3 toneladas de residuos por hora. Las bandas transportadoras son resistentes a ácidos grasos y detergentes, con un ancho considerable para resistir cargas pesadas.

El funcionamiento de la planta es posible a partir de un transformador monofásico. Con respecto a los demás servicios, el agua es obtenida a partir de pozo mientras que el desagüe cloacal es por pozo ciego.

La estructura elevada de clasificación se construyó de acuerdo a los reglamentos de construcción y leyes de seguridad e higiene laboral vigentes.



Figura 18: Foto vista interior de la planta de tratamiento – Cinta Transportadora. Fuente: propia.



Figura 19: Foto vista interior de la planta de tratamiento - Tolvas. Fuente: Propia

Además, se realizó un playón para la realización de compostaje, la cual se encuentra dentro del predio



Figura 20: Foto del playón para compostaje. Fuente: Propia

### 4.3 Planta de tratamiento de efluentes cloacales

La aldea cuenta con una planta de tratamiento de efluentes cloacales, está se encuentra a 700m del centro de la ciudad. El ingreso a la misma se hace por la calle Francisco Ramírez.



Figura 21: Imagen Satelital ubicación Planta de Tratamiento de efluentes cloacales.  
Fuente: Google maps 2017

El predio contiene una laguna anaeróbica y una laguna facultativa para descargar en el Rio San Antonio; a su vez alrededor del predio hay una cortina de árboles para evitar la salida de los olores. Además no cuenta con ningún servicio básico, tampoco hay planos e información disponible sobre caudales que se vuelcan diariamente.



Figura 22: Foto de la laguna Facultativa. Fuente: Propia.



Figura 23: Foto de la laguna anaeróbica. Fuente: Propia





## 5. DIAGNÓSTICO

A partir del estudio y relevamiento de la zona, las entrevistas a los funcionarios públicos y la información recabada se observan las siguientes problemáticas:

Debido a que nunca se realizó una campaña de concientización ambiental, existe una falta de conocimiento por parte de los habitantes de la aldea en lo que respecta a la problemática ambiental generada por los residuos sólidos urbanos.

Los usuarios desconocen la gran diferencia entre residuos orgánicos, inorgánicos, patológicos y especiales (pilas, roundup, aceites) dado a que no se ha inculcado a la población la costumbre de separación de residuos en sus viviendas. A su vez, no hay noción de los efectos secundarios que se producen sobre el agua potable y la energía.

La Aldea posee una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos que se encuentra sobredimensionada en relación a la cantidad de RSU generados por los habitantes del pueblo, por lo que es económicamente inviable, y por esto está en desuso desde su adquisición. La misma fue puesta en marcha una sola vez a modo de prueba. Además, el municipio cuenta con un amplio parque automotor que podría utilizarse de apoyo, reduciendo así la problemática ambiental de la misma.

Como se mencionó en el relevamiento, la disposición final de los desechos se realiza en el basural existente, el mismo se encuentra colapsado desde el 2011.

Se estima que la contaminación en el sitio podría afectar a la napa freática y alrededores, visto que no se ha hecho ningún tipo de remediación al pasar de los años.

Se desconoce el volumen de residuos y no existe un plan de recuperación del área, sin embargo la gestión municipal expresa el interés en encontrar soluciones viables.

Respecto a los líquidos residuales, se aprecia que no son tratados de la manera adecuada. Los mismos pasan por una laguna anaeróbica que no está cumpliendo su función correctamente, ya que se observa vida acuática dado a que su profundidad no es la apropiada. Además, no hay conocimiento del caudal que circula lo que impide el correcto análisis de su funcionamiento.

Al trabajar de manera incorrecta el sistema, se acarrearán muchos problemas y uno de los más importantes es el desconocimiento del DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) que ingresa al río San Antonio, siendo un parámetro fundamental para determinar el estado o calidad del mismo.



## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivos Generales

Llevar a cabo un plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos para un mejor cuidado del medio ambiente y una calidad de vida superior para la población.

### 6.2 Objetivos Específicos

1. Desarrollar un plan de gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que contemple la remediación del sitio actual de disposición final y la puesta en marcha del nuevo predio, planteando distintas soluciones y adoptando la más beneficiosa desde el punto de vista técnico, económico y social.
2. Llevar adelante un plan de mejora del sistema de tratamiento de efluentes cloacales evaluando distintas alternativas que le den sustentabilidad al sistema.

### 6.3 Planteo de alternativas

#### 6.3.1 Residuos Sólidos Urbanos

##### 1. Remediación del vertedero en el predio actual de disposición final

###### Extracción y reubicación

Mediante el uso del parque automotor disponible por parte del municipio se trabajará sobre el excedente en el vertedero, transportando y depositando el mismo en el nuevo recinto.

Una vez que los excedentes fueron transportados, podemos optar entre dos variantes:

- Efectuar una separación manual entre los desechos orgánicos e inorgánicos. Una vez en planta, los primeros serán tratados mediante el proceso de compostaje, mientras que los segundos serán clasificados en la planta de tratamiento.
- Depositar los desechos sin separación previa dentro de la planta, apartando el material reciclable y el sobrante colocarlo en un sistema de trincheras.

##### 2. Realizar una compactación para disminuir el volumen excedente.

Mediante el uso del parque automotor disponible por parte del municipio se trabajará sobre el excedente en el vertedero, desarrollando tareas de distribución y compactación para una disminución del volumen en toda la superficie.

Una vez alcanzado el nivel de cota deseado, se pueden lograr áreas de recreación para diversas actividades. Como pueden ser:

- Espacios verdes para la población, tales como parques urbanos, plazas o corredores verdes.

- Un parque deportivo con canchas de distintos deportes, como futbol, básquet, tenis, etc.

### **6.3.2 Explotación del nuevo predio de disposición final y puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento**

Si bien existen distintos caminos, todos en menor o mayor medida, alcanzan dichos objetivos. Los mismos son:

#### **Separación de residuos**

- Generar concientización en la población para una correcta separación de residuos de forma tal que, los orgánicos puedan tratarse en las viviendas (compostaje) o bien ser enviados, de forma separada, con los inorgánicos a la planta de tratamiento. Con respecto a aquellos residuos que no forman parte de estos grupos, se efectuará una disposición final apartada.
- Realizar la separación directamente en la planta de tratamiento, fragmentando los orgánicos en la zona de compostaje y los inorgánicos en contenedores. Con respecto a aquellos residuos que no forman parte de estos grupos, se efectuará una disposición final apartada.

#### **Tratamiento de residuos de aldeas aledañas y otros.**

- Aceptar los residuos de las aldeas vecinas, separados o no, y de esta forma aumentar el volumen tratado. Además, incorporar los residuos de las granjas aledañas u otras industrias.

#### **Financiamiento de la planta**

- Crear una cooperativa local.
- Tercerización de la planta.

### **6.3.3 Planta de tratamiento de residuos cloacales**

A la hora de plantear las posibles soluciones para que el sistema de tratamiento cloacal funcione de manera correcta, encontramos varias alternativas pero se optaron por las que explicaremos a continuación.

- Construir un nuevo sistema de tratamiento cloacal.
- Optimizar el sistema de tratamiento actual e incorporar un lecho nitrificante.
- Optimizar el funcionamiento de las lagunas existentes e incorporar un humedal de flujo libre.

Todas las alternativas planteadas, tienen como objetivo el mejorar la calidad del agua que se vierte en el río San Antonio.

#### **1. Construcción de un nuevo sistema de tratamiento**

La primera alternativa se basa en la construcción de un nuevo sistema de tratamiento cloacal utilizando el método de lagunas con sus correspondientes barreras para evitar la contaminación. Esta opción implica la adquisición de un nuevo terreno para su emplazamiento.

## **2. Optimización del sistema de tratamiento actual e incorporación de lecho nitrificante y/o humedal de flujo libre.**

La segunda alternativa se divide en dos sub-alternativas cuya base es la misma, utilizar el predio actual con el mismo sistema de tratamiento, realizando un acondicionamiento del mismo e incorporando un elemento adicional para un correcto tratamiento del efluente.

La primera sub-alternativa dentro de la misma será la utilización de un lecho nitrificante mientras que la segunda será la incorporación de un humedal de flujo libre.



## 7. SELECCIÓN DE ANTEPROYECTO

Planteadas las alternativas para cada una de las problemáticas, se recurre a la selección de aquellas que sean más convenientes para los habitantes de la aldea, mediante un análisis social, económico y cultural. Cada una de las alternativas selectas se convertirá en anteproyectos.

Para ello se confeccionará una matriz de decisión, la cual analizan diversos aspectos. Cada uno de los aspectos recibirá un puntaje entre 1 (más bajo) y 4 (más alto). El puntaje de la alternativa más elevado será la más óptima para desarrollar.

Los aspectos a evaluar serán:

- Técnicos: Consideraciones de técnicas ambientalmente favorables para el desarrollo de la alternativa.

Conceptos a tener en cuenta:

- Técnicas constructivas.
- Complejidad.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Disponibilidad de maquinaria.
- Energía.
- Accesibilidad.

- Económicos: Consideraciones económicas para el desarrollo de la alternativa.

Conceptos a tener en cuenta:

- Costo de construcción.
- Tiempo de construcción.
- Costo de operación y mantenimiento.

- Sociales: Consideración de afectación social de influencia directa o indirecta de la alternativa.

Conceptos a tener en cuenta:

- Beneficios para la salud y calidad de vida.

- Ambientales: Consideraciones de mejora ambiental que otorgue la alternativa.

Conceptos a tener en cuenta:

- Impacto sobre cuerpo receptor.
- Impacto sobre lugar de emplazamiento.
- Impacto sobre el aire.
- Impacto sobre el paisaje.

- Eficiencia: Considerando la eficiencia de la alternativa en busca de la mejora ambiental.

La escala a tomar será en el siguiente orden:

- 1: Muy desfavorable.
- 2: Desfavorable.
- 3: Regular.
- 4: Favorable.
- 5: Muy favorable.

## 7.1 Matriz de decisión – Residuos sólidos urbanos

Las alternativas a analizar con respecto a la planta de tratamiento serán las siguientes:

- Traslado de residuos y reubicación.
- Compactación de residuos en predio de disposición final actual.

### 7.1.1 Argumentos para la selección de puntaje

- **Técnico:** No se observan técnicas constructivas complejas para la realización de ambas alternativas, pero se recalca una necesidad de mayor tiempo de disponibilidad de máquinas y mano de obra en lo que respecta a la alternativa 1.
- **Económico:** Debido a que la alternativa 1 implica un movimiento de residuos del vertedero no controlado a la planta de tratamiento, cuya distancia es de 5 km, hace que la alternativa 2 sea la más factible.
- **Social:** Ambas alternativas muestran beneficios para la sociedad, sin embargo, más allá de realizar la primera alternativa, es necesario la reutilización del vertedero para que el impacto sea más positivo, es por esto la diferencia de puntaje.
- **Ambiental:** De la misma manera que el aspecto anterior, desde un punto de vista ambiental, ambas alternativas son sumamente positivas ya que implica que el vertedero a cielo abierto no sea utilizado nunca más luego de 30 años. Difiere el puntaje una respecto a la otra a partir de la construcción de un espacio recreativo.
- **Eficiencia:**

Ambas alternativas son eficientes con respecto a la mejora ambiental.



## 7.1.2 Matriz de decisión

Alternativas	ASPECTOS					TOTAL
	TECNICO	ECONOMICO	SOCIAL	AMBIENTAL	DE EFICIENCIA	
Traslado de residuos y reubicación	3	2	3	3	4	15
Compactación de residuos en predio de disposición final actual	4	4	4	4	4	20

Tabla 3: Matriz de decisión – Residuos sólidos urbanos. Fuente: Propia.

Finalmente podemos observar que la alternativa número II es la de mayor puntaje, por ende, la electa para desarrollar en el anteproyecto.

## 7.2 Matriz de decisión - Planta de tratamiento

Las alternativas a analizar con respecto a la planta de tratamiento serán las siguientes:

- Separación de residuos en los hogares.
- Separación de residuos en la planta de tratamiento.

### 7.2.1 Argumentos para la selección de puntaje

- **Técnico:** No se observan técnicas constructivas complejas para la realización de ambas alternativas, pero se recalca una menor necesidad de mano de obra en la alternativa 1.
- **Económico:** Este es el factor en donde hay una marcada diferencia económica, ya que al separar los residuos en los hogares se evita un funcionamiento diario y de pocos minutos de la planta.
- **Social:** Sin dudas la alternativa 1 genera un cambio social al introducir un nuevo hábito que es beneficioso para el ambiente.
- **Ambiental:** Desde el punto de vista ambiental, ambas alternativas son beneficiosas, ya que si bien la diferencia está en la forma de separación, el fin es un control en el acopio de residuos.
- **Eficiencia:** Ambas alternativas son eficientes con respecto a la mejora ambiental. Sin embargo, la alternativa 1 tiene el plus de adquirir el compostaje como un hábito del día a día.

### 7.2.2 Matriz de decisión

Alternativas	ASPECTOS					TOTAL
	TECNICO	ECONOMICO	SOCIAL	AMBIENTAL	DE EFICIENCIA	
Separación de residuos en los hogares.	4	4	4	4	4	20
Separación de residuos en planta.	3	2	3	4	4	16

Tabla 4: Matriz de decisión – Planta de tratamiento de residuos. Fuente: Propia.

Finalmente podemos observar que la alternativa número I es la de mayor puntaje, por ende, la electa para desarrollar en el anteproyecto.

## 7.3 Matriz de decisión – Planta de tratamiento de residuos cloacales

Las alternativas a analizar con respecto a la planta de tratamiento serán las siguientes:

- Construcción de un nuevo sistema de tratamiento.
- Optimización del sistema de tratamiento actual e incorporación de lecho nitrificante.
- Optimización del funcionamiento de las lagunas existentes e incorporación de humedal de flujo libre

### 7.3.1 Argumentos para la selección de puntaje

- **Técnico:** Se puede determinar que las alternativas disminuyen su complejidad de forma directa. La alternativa 1 requiere un nuevo lote, el cual puede no tener accesos adecuados para movilizar la maquinaria necesaria, tanto como los materiales y mano de obra necesarios. Además, en base a los requisitos de retiro de la población y cercanía al cuerpo receptor hace improbable la existencia de una fuente de energía acorde al uso en obra. En cambio, las opciones 2 y 3 aseguran acceso, energía y menos complejidad, al tratarse de una adecuación e implementación de un elemento nuevo a un proyecto ya existente.
- **Económico:** Al analizar los factores económicos resulta evidente que la alternativa 1 implica adquirir un nuevo lote, construir accesos y solicitar cableado nuevo de energía eléctrica o bien transformarla a partir de generadores. Además, al tratarse de una obra completa, los costos y los tiempos de construcción son considerablemente mayores. Las alternativas 2 y 3 difieren solo en el costo del elemento adicional a construir. En cuanto al costo de operación y mantenimiento las 3 alternativas se encuentran en el mismo orden.
- **Social:** En cuanto a lo social se analizaron los beneficios para la salud de la población afectada ya que el tratamiento de líquidos cloacales e industriales contribuye a disminuir los factores que producen enfermedades hídricas y mejoran la calidad de vida.
- **Ambiental:** En base a los beneficios obtenidos por la construcción de cualquiera de las 3 alternativas y teniendo presente la reducción al mínimo de estos factores se determinó que impactaran de igual forma al ambiente.
- **Eficiencia:** Al tratarse de eficiencia del proceso de tratamiento se busca que las 3 alternativas se desempeñen de manera óptima.

A raíz de los resultados arrojados por la matriz, se puede determinar que la alternativa 3 que consta del acondicionar el sistema de tratamiento actual y

la incorporación de un humedal de flujo libre es la alternativa que mejor se adapta a las necesidades del proyecto.

### 7.3.2 Matriz de decisión

ALTERNATIVAS	ASPECTOS					TOTAL
	TECNICO	ECONOMICO	SOCIAL	AMBIENTAL	DE EFICIENCIA	
Construcción de un nuevo sistema de tratamiento.	1	1	5	5	5	17
Optimización del sistema de tratamiento actual e incorporación de lecho nitrificante.	3	4	5	5	5	22
Optimización del funcionamiento de las lagunas existentes e incorporación de humedal de flujo libre.	5	5	5	5	5	25

Tabla 5: Matriz de decisión – Planta de tratamiento de efluentes cloacales. Fuente: Propia.

A partir de los puntajes obtenidos se puede observar que la alternativa electa será la optimización del funcionamiento de las lagunas existentes e incorporación de un humedal de flujo libre.



## **8. PROPUESTAS DE ANTEPROYECTOS**

A partir de las alternativas propuestas, se llevara a cabo el desarrollo de dos anteproyectos:

### **8.1 Anteproyecto N° 1: Compactación y nivelación en el vertedero de disposición final actual**

Dicho anteproyecto consta de la realización de una volumetría del excedente existente en el predio de disposición final actual, así como también de las trincheras que allí se observan para luego efectuar una nivelación y compactación del terreno mediante la utilización del parque automotor disponible en el municipio.

Se utilizaran bateas de suelo para cubrir el excedente para una futura formación de espacios verdes, implantando senderos, bancos, cestos, iluminación, equipos de ejercicios, etc.

### **8.2 Anteproyecto N° 2: Explotación del nuevo predio de disposición final y puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento**

La base de este anteproyecto será el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento existente en el nuevo predio, para esto, es necesario realizar una campaña de concientización para lograr que los habitantes realicen una correcta separación de los residuos.

Una vez en la planta, según el tipo de residuo, será separado y ubicado en distintos puntos del predio. Por ejemplo, se construirá un espacio para el acopio de gomas, pilas, vidrios, etc.

Para el caso de los orgánicos se dará uso del playón existente para el proceso de compostaje

Gracias a la gran dimensión que posee dicho espacio, es posible la realización de vertederos controlados a cielo abierto como así también un lugar destinado para la colocación de fardos de material plástico compactado.

Además, para un mejoramiento visual y olfativo se realizaran trabajos de forestación.

### **8.3 Anteproyecto N° 3: Optimización del sistema de tratamiento actual e incorporación de un humedal de flujo libre.**

En este inciso se analizará el funcionamiento de las lagunas que se encuentran actualmente en el predio y de los efluentes que ingresan a ella. Luego se verificará que las lagunas cubran las necesidades planteadas y se

realizará una proyección de las mismas a 50 años de manera que funcionen correctamente con el tiempo.

Finalmente se diseñará un humedal de flujo libre para que el fluido de descarga, cuya final es el río aledaño, cumpla con ciertos parámetros a analizar.

## 9. ANTEPROYECTO N° 1: COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN EN EL VERTEDERO DE DISPOSICIÓN FINAL ACTUAL

A continuación, se desarrollará el anteproyecto de compactación y nivelación del vertedero de disposición final actual para luego la formación de espacios verdes recreativos.

### 9.1 Planteo y objetivos

A partir de las necesidades planteadas por el municipio en el vertedero actual se realizarán las siguientes tareas:

- Compactación, distribución del excedente y trincheras existentes.
- Nivelación y desmonte.
- Transporte de suelo.
- Construcción de una plaza deportiva y recreativa.

La finalidad de este anteproyecto es la remediación del predio para una disminución del impacto ambiental, como así también generar un espacio de recreación beneficioso para los habitantes.

### 9.2 Análisis del predio

El predio se encuentra sobre la calle 25 de mayo, lindando tanto norte, este y oeste con propiedades privadas y en el sur con la calle pública. Con dimensiones de alrededor de una hectárea (195 metros x 53 metros), siendo propiedad del municipio desde el año 1988.

Realizado un análisis visual del suelo, se puede observar el perfil del suelo que conforma el vertedero y así conocer el grado de impacto para finalmente efectuar su mitigación. Se realizaron dos cateos, uno sobre suelo no contaminado ubicado en el límite izquierdo del predio y otro sobre un cumulo de basura cuya finalidad era identificar la altura a la cual el suelo comenzaba a estar no contaminado.



Figura 24: Foto pozo de cateo 1. Fuente: Propia.

En nuestro primer perfil, ubicado en una zona con contenido de desechos, se pudo observar suelo mezclado con residuos hasta una altura de 1 metro. A partir de esta profundidad se observó un suelo arcilloso.



Figura 25: Foto pozo de cateo 2. Fuente: Propia.

En el segundo cateo, ubicado en el terreno lindero izquierdo se observó un perfil homogéneo de tierra negra hasta una profundidad de 1,50 metros, a partir de aquí se puede apreciar un suelo meramente arcilloso.

Con respecto a la vegetación se pueden observar arbustos de distintos tamaños a lo largo y ancho del predio. En la parte frontal, sobre la línea municipal, se puede ver flora de mayor volumen en donde se deberá realizar una deforestación.



Figura 26: foto de vista frontal del predio. Fuente: Propia.

A partir de la imagen satelital, se puede ver una vivienda enfrentada al predio y otras tres a pocos metros. Este aspecto es uno de los más importantes en la formación de este anteproyecto ya que un vertedero a cielo abierto (no controlado) no debe estar tan próximo a la trama urbana. Con respecto a los servicios, los terrenos linderos cuentan con agua de pozo y electricidad. Esta información es útil para futuros proyectos una vez realizada la compactación y nivelación.

### 9.2.1 Ventajas

- Utilización de un predio municipal.
- Remediación de olores.



- Aprovechamiento del terreno.
- Formación de espacios verdes.

### 9.2.2 Desventajas

- No se puede edificar.
- No es posible la existencia de servicios como agua y cloaca.
- No se pueden plantar árboles.

## 9.3 Memoria Descriptiva

En este inciso se desarrollará la memoria descriptiva de la remediación del vertedero en el predio de disposición final actual. La misma se dividirá en dos partes:

- Desmonte, movimiento de suelo, compactación y nivelación.
- Plaza deportiva y recreativa.

En primer lugar, realizaremos un estudio del estado actual del predio para comenzar con los trabajos preliminares.

### 9.3.1 Estado actual

Se cuenta con un terreno de grandes desniveles, con formaciones de lomas a partir de cúmulos de residuos y otros de tierra mezclada con desechos que, con el paso del tiempo, han sido cubiertos con el crecimiento de vegetación.

Se puede dividir el terreno en distintos sectores, en los cuales cada uno deberá ser trabajado de distinta forma, ya sea desmontando, extrayendo suelo, etc. En el siguiente plano se pueden observar estas secciones:

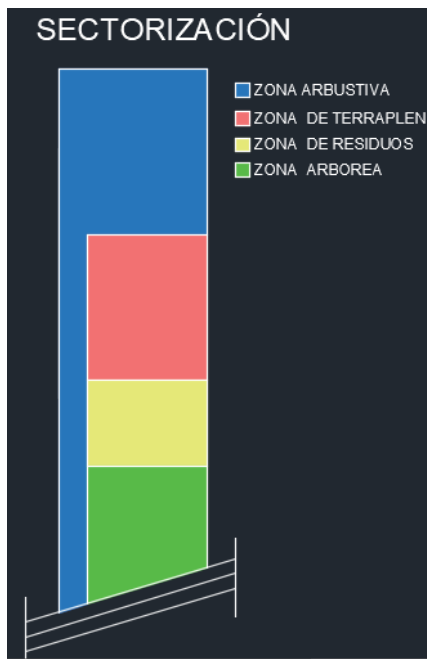


Figura 27: Plano del predio dividido en sectores. Fuente: Propia.

A partir de los niveles obtenidos con el nivel óptico, se puede observar la siguiente topografía:

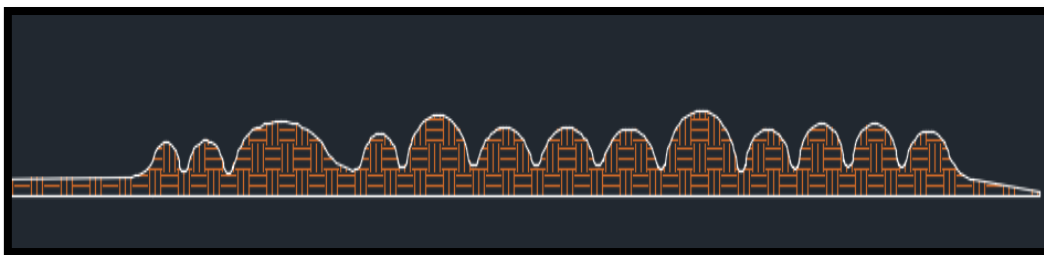


Figura 28: Topografía vertedero actual de sur a norte. Fuente: Propia.



Figura 29: Vista satelital del vertedero. Corte de sur a norte marcado por recta roja. Fuente: Google Maps (08/02/2017).

Se asume la necesidad de una disminución de terraplenes y aumento de nivel en aquellas partes más bajas.

Se observa un intento de control con respecto al acopio de residuos, de forma tal que los mismos no están desparramados a lo largo de la hectárea.

En ciertas zonas la vegetación tiene gran altura lo que provoca una difícil circulación. No se visualizó vida animal. El terreno se encuentra cerrado en todo su perímetro imposibilitando su ingreso excepto en la parte sur.



Figura 30: Foto de cúmulos de basura, vertedero de disposición final. Fuente: propia.



*Figura 31: Foto de lomas de residuos mezclados con tierra y cobertura vegetal. Fuente: propia.*

Con dichos datos, se procede a la descripción de los trabajos a realizar.

### **9.3.2 Desmante, movimiento de suelo, compactación y nivelación**

En primer lugar se realizará el desmante con una retroexcavadora.

En segundo lugar se efectuara una distribución de las trincheras existentes con ayuda de una retroexcavadora sobre oruga. Para que luego con la asistencia de la pala frontal de la retroexcavadora se logre una repartición uniforme.

El siguiente paso será el de la compactación, colocando el material producto de la excavación, proveniente de una cantera o de excedentes para alcanzar los niveles del proyecto, para mejorar o sustituir material natural inestable, para ocultar y confinar cimentaciones o cualquier otra excavación que lo requiera.

Finalmente, una vez realizados los trabajos anteriores se procede a la formación de un espacio recreativo. A modo de ejemplo se detallará aquellos elementos que son parte de una plaza deportiva y recreativa, su ejecución queda a conveniencia del municipio.

### **9.3.3 Plaza deportiva y recreativa**

Nivelado el terreno se procede a la formación de una plaza deportiva y recreativa. La misma cumple un servicio público para el bienestar de la comunidad, incorporando no sólo el concepto del cuidado preventivo, sino también de espacio de encuentro intergeneracional al aire libre, pudiendo ser utilizados por niños, adolescentes, adultos jóvenes y adultos mayores.

### **9.3.4 Senderos**

Se realizarán senderos 1,20 metros de ancho y dos espacios circulares de 15 metros de radio, ambos con una base de 0,15m de broza compactada.

### 9.3.5 Equipamientos

Este ítem puede ser dividido en distintos tipos de equipamientos:

- Equipamiento deportivo.
- Equipamiento recreativo.
- Equipamientos varios.

#### 9.3.5.1 Equipamiento deportivo

Estos están destinados para realizar ejercicios físicos dirigidos a grupos musculares específicos. Si bien existen diferentes tipos, se plantearán aquellos más utilizados.

*Equipos de calentamiento.* Corresponden a aquellos para iniciar la actividad física.

- Volante: Potencia, desarrolla y mejora la musculatura de los hombros. Mejora la flexibilidad general de las articulaciones de hombros, muñecas, codos y clavículas.



*Volante –Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

- La cintura: Ejercita la cintura y ayuda a relajar los músculos de cintura y espalda, refuerza la agilidad y la flexibilidad de la zona lumbar.



*La Cintura – Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

- Timón: Refuerza la musculatura de miembros superiores, así como la flexibilidad y agilidad de las articulaciones del hombro. Especialmente indicado para rehabilitaciones de movilidad de hombro.



*Timón – Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

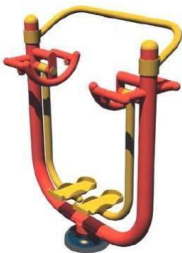
#### 9.3.5.2 Equipos de coordinación de movimiento

- Esquí de fondo: Mejora la movilidad de los miembros superiores e inferiores y mejora la flexibilidad de las articulaciones.



*Esquí de fondo – Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

- Patines: Mejora la movilidad de los miembros inferiores, aportando coordinación al cuerpo y equilibrio, aumenta la capacidad cardiaca y pulmonar reforzando la musculatura de piernas y glúteos.



*Patines – Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

- Surf: Refuerza la musculatura de la cintura, mejora la flexibilidad y coordinación del cuerpo. Recomendado para personas de todas las edades. Ejercita la columna y la cadera. (Está limitado para personas con problemas articulares de espalda o de cadera, deben consultar el médico para hacer este elemento). O las barras: para estiramientos de extremidades.



*Surf – Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

#### 9.3.5.3 Equipamiento de ejercicios

- El ascensor: Refuerza y desarrolla la musculatura de miembros superiores, pecho y espalda, mejorando la capacidad cardiopulmonar.



*El ascensor – Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

- El pony: Fortalece la musculatura de brazos, cintura, abdominal, espalda y pecho, permitiendo un completo movimiento de las extremidades, mejora la capacidad cardio-pulmonar.



*El pony – Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

- El columpio: Desarrolla y refuerza las musculaturas de piernas y de cintura, en concreto cuádriceps, gemelos, glúteos y músculos abdominales inferiores



*El columpio – Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

#### 9.3.5.4 Equipamiento de relajación

- El masaje: Relaja la tensión muscular de cadera y espalda. Ayuda a mejorar la circulación y el sistema nervioso.



*El masaje - Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.*

#### 9.3.5.5 Equipamiento recreativo

Destinado a niños con la finalidad de una integración social para la estimulación de los mismos y disfrutar de un momento agradable en familia.

El parque infantil se compone de un arenero, un pórtico de cuatro hamacas rectas, un sube y baja de dos caños y un multi-juegos formado por tres refugios con toboganes. El total del predio tiene m<sup>2</sup>

- Arenero: está formado por un cantero de 0,05mts de profundidad y tiene un área total de 36 m<sup>2</sup>. La materialización del mismo se deja a criterio del fabricante.



*Arenero – Fuente: Proyecto final UTN – Polideportivo Aldea San Antonio.*

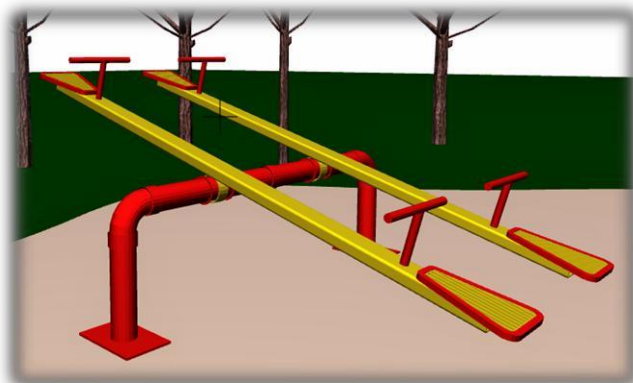
- Hamacas: Las hamacas están suspendidas por de un pórtico de 2,5 mts de alto por 4,85 mts de largo. Se propusieron un total de tres hamacas con materiales a criterio del fabricante



*Hamacas – Fuente: Proyecto final UTN –*

*Polideportivo Aldea San Antonio.*

- Sube y baja: El sube y baja o balancín es doble, es decir compuesto por una estructura principal que sostiene dos caños para sube y baja. La estructura tiene 2 mts de largo por 0,75 mts de alto. Los materiales son a criterio del fabricante.



*Sube y baja – Fuente: Proyecto final UTN – Polideportivo Aldea San Antonio.*

- Multi-juegos: Está compuesto por una estructura que se compone de tres refugios, puentes conectares, una escalera y dos toboganes. Las dimensiones, materiales y diseño son a criterio del fabricante. Se proyectó un multi-juegos con un área de planta de 10,50m<sup>2</sup> y una altura de 2 mts.



*Multi-juegos. Fuente: Proyecto UTN – Polideportivo Aldea San Antonio.*

#### 9.3.5.6 Seguridad y uso de los equipos

Actualmente no existen normativas que recojan los requisitos mínimos de seguridad en estas instalaciones. Los únicos parámetros de seguridad que existen tratan sobre la instalación de los distintos aparatos, aspectos generales de mantenimiento y precauciones. Uno de estos aspectos es el área o distancia de seguridad, destinado al correcto funcionamiento y uso del aparato.

Cada aparato cuenta un área de seguridad específica que se recoge en la siguiente tabla



ELEMENTO	AREA DE SEGURIDAD
Volante	2.000 X 2.500 mm
Cintura	2.700 X 1.500 mm
Timón	2.700 X 1.500 mm
Esquí de fondo	1.500 X 2.500 mm
Patines	3.000 X 1.800 mm
Surf	2.000 X 3.000 mm
Barras paralelas	2.900 X 1.500 mm
Ascensor	3.000 X 1.800 mm
Pony	3.000 X 1.800 mm
Columpio	2.700 X 1.500 mm

Tabla 6: áreas de seguridad. Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.

Además, estos equipos deberán disponer de una placa de instrucciones que incorpore textos sencillos y dibujos donde el usuario pueda comprender el funcionamiento del aparato. Aconsejando el número de repeticiones que se deben realizar.

A continuación se pueden observar los precios de los equipamientos a utilizar.

Presupuesto: Plaza biosaludable					
Nº	ITEM-TAREA	UNID.	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL
1	<b>EQUIPAMIENTO</b>				
1.1	Aparato: VOLANTE	gl	1	\$16.250,00	<b>\$16.250,00</b>
1.2	Aparato: CINTURA	gl	1	\$16.250,00	<b>\$16.250,00</b>
1.3	Aparato: TIMON	gl	1	\$9.100,00	<b>\$9.100,00</b>
1.4	Aparato: ESQUÍ DE FONDO	gl	1	\$15.600,00	<b>\$15.600,00</b>
1.5	Aparato: PATINES	gl	1	\$11.570,00	<b>\$11.570,00</b>
1.6	Aparato: SURF	gl	1	\$16.250,00	<b>\$16.250,00</b>
1.7	Aparato: BARRAS PARALELAS	gl	1	\$11.700,00	<b>\$11.700,00</b>
1.8	Aparato: ASCENSOR	gl	1	\$11.700,00	<b>\$11.700,00</b>
1.9	Aparato: PONY	gl	1	\$11.700,00	<b>\$11.700,00</b>
1.10	Aparato: COLUMPIO	gl	1	\$17.550,00	<b>\$17.550,00</b>
1.11	Aparato: MASAJEADOR	gl	1	\$17.550,00	<b>\$17.550,00</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>\$155.220,00</b>
<b>SON PESOS: ciento cincuenta y cinco mil doscientos veinte pesos con 00/00 centavos</b>					

Tabla 7: Tabla de precios. Fuente: Proyecto UTN Polideportivo Aldea San Antonio.

### 9.3.5.7 Equipamientos varios

Se dispondrán de bancos, cestos y bicicleteros para una mayor comodidad.

- Banco colón con respaldo: se colocaran bancos de 2m de largo, 70cm de ancho y 70cm de alto. El tipo de material del mismo será a criterio del fabricante.



- Cestos de basura americano: los mismos tienen un diámetro de 45cm y una altura de 75 cm. El tipo de material del mismo será a criterio del fabricante.



- Bicicleteros colón: bicicleteros de 30cm de altura y una base de 20 por 60cm. Tipo de material a criterio del fabricante.



### 9.3.6 Control de emisión de gases

Una vez realizada la nivelación se procederá a la implantación de cilindros de PVC para la ventilación y expulsión de gases provocados por los residuos.

### 9.3.7 Freatímetros

Los freatímetros son perforaciones de diámetro variable hechas para el control de la altura y/o la toma de muestras para el análisis de la primera napa de agua (freática). Dado el deterioro ambiental causado por el hombre, estas perforaciones son imprescindibles para conocer las alturas y características de las aguas subterráneas

Estas perforaciones se encamisán para facilitar el trabajo de muestreo y evitar derrumbes obstructivos o contaminantes, deben ser algo más profundas que la superficie de la napa que se estudia teniendo especial cuidado de no pasar el piso impermeable sobre la que la freática se mantiene, el encamisado se realiza con un caño plástico al que se le ha colocado en su base una malla y grava con el objeto de que permitan el libre flujo del agua al interior de la camisa ranurada.

### 9.3.8 Señalización

La plaza contará con carteles donde se informe al ciudadano de los beneficios de la práctica de la actividad física. Los mismos estarán en el camino aeróbico, claramente identificados.

### **9.3.9 Iluminación**

Se colocará luminaria led para un menor consumo. El diseño del mismo será a criterio del fabricante.

### **9.3.10 Control de la escorrentía superficial**

El desarrollo de un proyecto de nivelación y compactación en un terreno altera la cobertura vegetal provocando cambios que perturban los componentes naturales del ciclo hidrológico natural. Con la impermeabilización del suelo mediante la greda, el agua que previamente se infiltraba, pasa a escurrir por los laterales del predio hacia el sur donde se encuentra drenaje principal.

Se contempló el diseño del drenaje de manera de asegurar el libre escurrimiento de los derramos pluviales canalizándolos hasta los emisores finales. La realización de cunetas, el diseño de obras de captación y conducción se efectuó de acuerdo a normativa, escogiendo los tipos y características de estas obras teniendo en cuenta los factores físicos e hidráulicos, así como también facilidad de mantenimiento y construcción. Se tuvo especial cuidado en no modificar sustancialmente el macro sistema de drenaje natural, intentando reproducir un esquema similar al escurrimiento superficial original sin alterar las condiciones hidrológicas preexistentes en la zona de estudio y aledañas.

El diseño de los desagües se basó en datos hidráulicos obtenidos en el lugar ya sean niveles y pendientes, así como también con la ayuda del programa HCANALES para la pre dimensión de estos.

#### **9.3.10.1 Sistema de desagües adoptado**

Para erogar los caudales pluviales se proyectaron dos canales a cielo abierto de forma parabólicos en los laterales del terreno de Norte a Sur manteniendo la pendiente natural del terreno para el escurrimiento por gravedad. Estos conducirán el agua hacia la calle 25 de Mayo donde actualmente se encuentra un canal que no está en buenas condiciones debido a la gran cantidad de flora y tampoco posee una continuación entre los lados del acceso. Es por esto que se proyectará la construcción de un nuevo canal con las mismas características para eliminar el excedente de agua y además contará con una obra de arte, en este caso alcantarilla, para lograr el ingreso al terreno la misma será de hormigón pre moldeado.

Para los cálculos, en primer lugar, se realizó un análisis hidráulico de escurrimiento superficial de toda la zona aledaña. Para ello se procede al cálculo de caudales de diseño. Se define la cuenta de aporte, los parámetros que intervienen en el cálculo del caudal, como son, el coeficiente de escorrentía, la intensidad de lluvia y el tiempo de concentración.

#### **9.3.10.2 Caudal de diseño**

Para el cálculo de los caudales de diseño es necesario determinar el área de la cuenca de aporte, pero en este caso no contamos la altimetría completa del lugar, sino que solo conocemos los niveles correspondientes al terreno donde se van a efectuar los trabajos. Es por ello que se consideró que la subcuenca de aporte será el terreno donde se van a realizar dichas tareas.

### 9.3.11 Cerco del predio

El cerco perimetral estará ubicado en los laterales y fondo para delimitar el predio, el mismo será olímpico con postes de hormigón de 2m de alto con tejidos de alambre de rombo.



Figura 32: Foto cerco olímpico. Fuente: Google.



## **10. PROYECTO EJECUTIVO N°1: COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN EN EL VERTEDERO DE DISPOSICIÓN FINAL ACTUAL**

Se desarrollará el proyecto ejecutivo correspondiente a la remediación del vertedero de disposición final actual.

### **10.1 Memoria Descriptiva**

Se trata de un espacio recreativo ubicado al Sur-Oeste de la Aldea SA de dimensiones aproximadas referentes a 1Ha, a una distancia de 1km con respecto al centro de la ciudad.

Está compuesto por un espacio de juegos y otro destinado a actividades de entrenamiento físico. Para la ubicación de los primeros, se proyectaron espacios circulares y los segundos, se ubican a lo largo de los senderos perimetrales.

#### **10.1.1 Objeto y destino del proyecto**

El objeto de dicho proyecto ejecutivo se basa en la remediación del vertedero de disposición final actual para la formación de espacios verdes destinado a los habitantes de Aldea San Antonio.

Un gran parque recreativo ofrece un camino para el conocimiento de un ecosistema concreto y también para una educación ecológica o ambiental facilitando la comprensión de la compleja estructura de un ecosistema, y los servicios ambientales que presta. Algunos de los servicios ecológicos, ambientales y sociales que prestan estos espacios son:

- Filtrado del aire o regulación de gases.
- Evacuación de excedentes hídricos como exceso de agua de lluvia y agua de revenimiento de napa.
- Recreación, espacio para el descanso o el deporte.
- Cultural, ya que estos espacios nos proveen oportunidades para percibir el valor estético, y artístico de los ecosistemas y nos permite utilizar el valor educativo. También es importante como espacio para el desarrollo espiritual de las personas.
- Integración social, como lugar de encuentro de los vecinos y vecinas del barrio.

#### **10.1.2 Criterios de diseño**

Debido a los grandes desniveles existentes en el terreno, se procede a utilizar criterios topográficos de forma tal que el predio no quede muy elevado con respecto a la línea municipal, terrenos linderos y que posea una pendiente mínima necesaria para lograr una escorrentía por gravedad hacia la calle. Para

la cobertura del terreno, una vez nivelado, se utilizara aquel material en abundancia y de menor costo de la zona.

No se utilizara ningún tipo de estructura pesada debido a que el terreno podría tener posibles descensos a causa de la compactación de residuos provocada por el peso propio del suelo de cobertura.

Se preverá la construcción de un sistema de venteo para el control de expulsión de gases. Por causa de los residuos cubiertos en el terreno, no es posible la forestación de cualquier tipo de flora, teniendo en cuenta aquella apta para este lugar.

Al momento de diseñar la plaza recreativa se buscó grandes espacios y varios senderos para una fácil circulación a través de todo el predio. Los grandes espacios cuentan de dos círculos con diferentes usos que queda a criterio del municipio. Los juegos deportivos se encontraran a un lado de los senderos perimetrales del terreno. **Se anexa plano con modelo de plaza recreativa y deportiva. Plano N°10.2**

## **10.2 Especificaciones Técnicas Generales**

A continuación se detallaran las especificaciones técnicas particulares más importantes para la correcta ejecución de tareas

### **10.2.1 Trabajos preliminares**

El predio cuenta con red eléctrica y solo posee un solo acceso. El mismo es por la parte sur.

### **10.2.2 Limpieza y preparación general del terreno**

Antes de iniciar las obras, se procederá a la limpieza del terreno donde se retiraran las malezas existentes, árboles y cercando el predio en aquellos lugares donde sea necesario. A su vez se rellenaran aquellos espacios huecos hasta el nivel de proyecto.

### **10.2.3 Distribución del excedente y compactación**

A partir de los perfiles topográficos obtenidos en campo, se procede a realizar una repartición controlada del excedente existente y posteriormente su compactación.

En primer lugar se calculó el volumen a distribuir y teniendo el área del predio obtendremos una noción de los cm por encima de nuestro nivel cero (Calle 25 de mayo). A partir de esto se procederá a racionar el excedente de manera tal que se logre la formación de la pendiente necesaria para un efectivo escurrimiento. Una vez realizada la distribución hasta los niveles deseados, se procede a una compactación uniforme en todo el terreno.

Se realizará un paquete estructural por encima del terreno perfilado conformado por una sub-base, base y terminación.

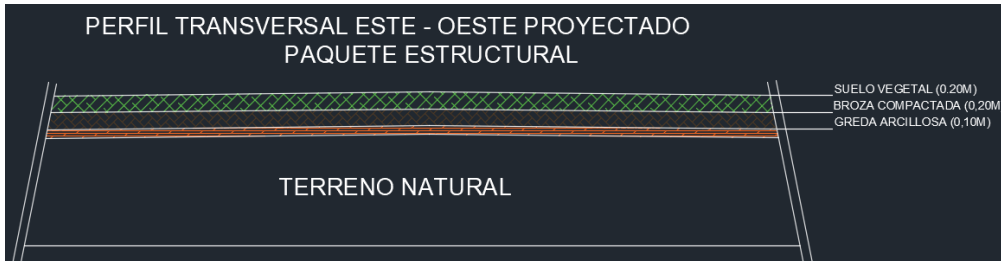


Figura 33: Perfil transversal, paquete estructural. Fuente: propia.

Nuestro paquete estará conformado por una sub-base para impedir el ingreso de agua, evitar que se ponga en contacto con los residuos y finalmente una contaminación de la napa freática. El material electo para la misma será greda arcillosa y tendrá un espesor de 0,10 m.

Una vez compactada la sub-base, se procede a la colocación de una base de broza compactada de 0,20 m de espesor.

Finalmente, para la terminación de nuestro paquete se utilizará una capa de suelo vegetal de 0,20 metros para una futura revegetalización. **Se anexa perfiles longitudinales y transversales proyectados. Plano N°10.4 y N°10.5**

#### 10.2.4 Circulación – Espacios verdes.

La formación de senderos y espacios circulares para la colocación de juegos se proyectarán de forma tal que su nivel se encuentre 5 centímetros por debajo del nivel de suelo vegetal, como se puede observar en la siguiente imagen.

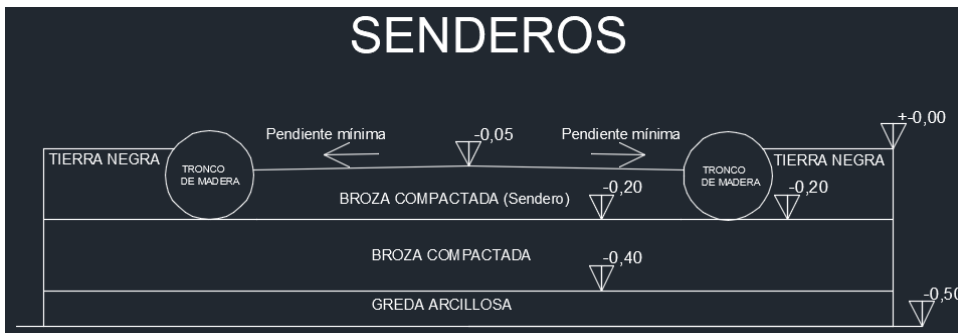


Figura 34: Imagen, perfil de senderos. Fuente: Propia.

Las dimensiones de los senderos serán de 1,2m de ancho por 0,25m de espesor y los espacios circulares de 30 metros de diámetro por 0,25m de espesor tal como se muestra en el plano adjunto. La construcción de estos se realizará una vez perfilado el terreno con broza y antes de la colocación del suelo vegetal.

Se proyectará un sendero para el ingreso al predio que solo diferirá de los anteriores en su ancho, siendo del mismo de 5 metros.

Para su formación se colocaran troncos de 0,30cm de diámetro que nos servirán de encofrado y como límite para una separación suelo-broza.



Transversalmente deberá cumplir con una pendiente mínima y longitudinalmente adoptara la pendiente natural del terreno.

La longitud total de los senderos será aproximadamente de 550 metros lineales aproximadamente y el área total de los espacios circulares será de 1414 m<sup>2</sup>.

Para la colocación de los juegos y equipamientos de actividad física se deberán crear bases para la estabilización de los mismos. **Se anexa plano de detalles de senderos. Plano N°10.6**

### 10.2.5 Expulsión de gases

Para lograr este ítem se utilizará un sistema de venteo de gases a partir de tubería de PVC de 160mm de diámetro hasta la profundidad donde se encuentran los residuos. Estos deben sobresalir 1m en la superficie, se le colocara un sombrerete (o cualquier pieza en forma de T) para evitar el ingreso de agua o cualquier otra partícula de gran tamaño.

Antes de su colocación se realizaran, en las mismas, perforaciones con taladro. Para lograr su estabilidad, una vez colocados, se introducirá piedra partida con grava. Se camuflarán los mismos con vegetación.

El momento de realizar los trabajos de excavación será luego realizada la colocación de cobertura vegetal. **Se anexa plano con ubicación de los mismos. Plano N° 10.7**

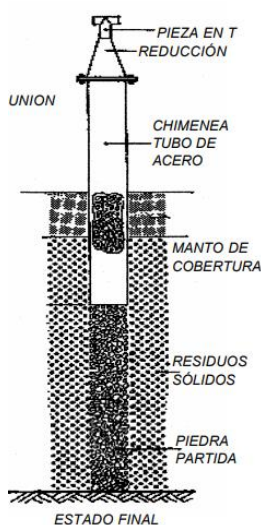


Figura 35: chimenea para vertedero. Fuente: Proyecto Universidad Nacional de Córdoba.

### 10.2.6 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica será monofásica para alimentar la iluminación del predio y el tendido se realizara de forma subterránea.

### 10.2.7 Desagües

Como se explicó en el anteproyecto, el escurrimiento se provocara de manera natural, es decir, por gravedad. Se realizaran dos cunetas colectoras pluviales en los laterales (este y oeste) con pendiente al sur. Además, se proyectará el

mejoramiento del canal a cielo abierto ubicado en la entrada. **Se anexa plano de escurrimiento y pendientes. Plano N°10.8**

## 10.2.8 Freatímetros

### 10.2.8.1 Determinación del lugar

Para colocarlos se deben elegir los lugares muertos dentro del terreno (ángulos, zonas parquizadas o de baja circulación, etc.); en una red de monitoreo, por lo menos uno de los pozos debe ubicarse “aguas arriba” topográficamente, y dos o más “aguas abajo”.

### 10.2.8.2 Construcción y encamisado de los pozos

Realizar un pozo de unos 15 cm de diámetro en forma vertical con una hoyadora, de las comúnmente utilizadas para postes o una tunelera llegando a una profundidad 30 a 50 cm por debajo de la medida observada más baja de la napa (sequías prolongadas); esta profundidad se observa generalmente en los pozos de agua, molinos etc. cercanos. Procurando no perforar la capa impermeable inferior o “piso”.

### 10.2.8.3 Encamisado

Encamisar el pozo con un caño de PVC de 110 mm de diámetro ranurado en el último tercio. Enterrarlo dejando unos 80 o 90 cm sobre la superficie.

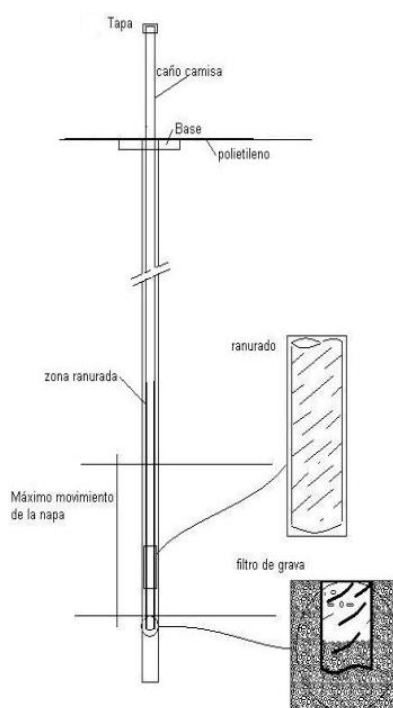


Figura 36: Freatímetro en corte. Fuente: Proyecto Universidad Nacional de Córdoba.

### 10.2.8.4 Permeabilizar el extremo inferior

Permeabilizar el extremo inferior, lo que se logra envolviendo el extremo del caño con una plastillera o tul fino, y luego colocar a través de él grava o arena gruesa tratando de rellenar la base y el primer tramo del caño, siempre por debajo del nivel mínimo de la napa.

Afirmar con una base de hormigón armado a nivel para evitar movimientos, y un film de polietileno de 1,5 metros para disminuir las malezas cercanas.

10.2.8.5 Colocar una tapa de PVC para caño de 110 mm.

Pintar todo de amarillo o naranja para evitar accidentes con desmalezadoras o vehículos, en algunos lugares conviene colocar postes protectores. Dejar reposar una semana antes de la medición de profundidad o toma de muestra.

La realización de la excavación de los pozos se realizara una vez colocada la capa de suelo vegetal. **Se anexa plano de ubicación de los mismos. Plano N°10.7. Detalles constructivos en planos del Proyecto Ejecutivo N°2**

### 10.2.9 Parque automotor

Para la realización de las tareas anteriormente descritas se precisara la ayuda de maquinarias dispuesta por el municipio.

Para la distribución de tierra se utilizará una retroexcavadora sobre oruga o una retroexcavadora con pala frontal y camiones disponibles.

Una vez realizado, se procede a la compactación con ayuda de un compactador con rodillo liso o pata de cabra hasta el nivel deseado. Se repite el proceso una vez colocada la greda arcillosa y el suelo vegetal de cobertura.

La broza de los senderos será compactada con un compactador por percusión o similar hasta el nivel deseado.

Para llevar a cabo los freatímetros se deberá alquilar una pozera capaz de llegar a la segunda napa.

## 10.3 Memoria de cálculo

A continuación se detallaran cálculos y mediciones necesarios para llevar a cabo el proyecto.

### 10.3.1 Plan de actividades

A partir de los objetivos planteados, se confecciona un cronograma de actividades que se detallan a continuación:

- Análisis y relevamiento topográfico.
- Análisis y cálculo de volúmenes.
- Análisis y diseño del perfil del terreno.
- Análisis y proyección del sistema de venteo de gas.
- Análisis y diseño de desagües.

### 10.3.2 Análisis y relevamiento topográfico

Se procede a la confección de una cuadrilla a partir de los niveles actuales en el predio, tomando como referencia el nivel 0 la calle 25 de mayo, ubicada en el lado sur. Dicha cuadrilla se realizó tomando niveles cada 10 metros en dirección sur a norte y de oeste a este.

Se anexa plano con la ubicación de cada uno de los puntos y una tabla de resumen con los niveles correspondientes.

Se puede observar que la parte más alejada del terreno con respecto a la calle tiene una diferencia de nivel de 2,47 metros.

Para la realización de esta tarea se utilizó un nivel óptico, regla, cinta métrica y la ayuda de dos operarios.

Finalmente se confecciona el plano de niveles actuales.

### 10.3.3 Análisis y cálculo de volúmenes

Gracias al relevamiento realizado, se contabilizaron 13 lomas que definen los desniveles más importantes del terreno.

En la siguiente tabla se podrán visualizar las alturas promedio de los mismos, sus áreas y volúmenes. Sumando el volumen de cada una de las lomas podremos obtener el volumen total que representa el excedente.

Loma	Altura Promedio [m]	Area [m2]	Volumen [m3]
1	2,70	105	283,50
2	3,28	92	301,76
3	3,91	154	601,63
4	3,64	36	131,04
5	4,04	77	311,34
6	4,08	30	122,40
7	4,08	30	122,40
8	3,50	42	147,00
9	4,59	160	734,40
10	3,97	85	337,45
11	4,30	85	365,50
12	4,30	85	365,50
13	3,81	85	323,43
		<b>Total</b>	<b>4147,34</b>

Tabla 8: Calculo de volumen de excedente. Fuente: Propia

Se puede observar a partir de la tabla que el excedente total tiene un volumen de 4147 m3.

Además de estos terraplenes, existen partes del terreno donde el nivel está por debajo del nivel 0. El volumen a rellenar es el siguiente.

Pozo	Profundidad promedio [m]	Area [m2]	Volumen[m3]
1	1	32	32
2	2,6	740	1924
		<b>TOTAL</b>	<b>1956</b>

Tabla 9: Calculo de volumen a rellenar. Fuente: Propia

Los valores de los distintos volúmenes planteados anteriormente fueron obtenidos mediante estimación ya que el ingreso a la zona era poco accesible

debido a la abundancia de forestación. Se buscó un nivel medio para de esta forma conocer el excedente real a distribuir en el predio.

Podemos observar en la siguiente tabla las alturas de proyecto, que, realizando una diferencia con aquellas obtenidas anteriormente adquiriremos aquel volumen excedente a esparcir por todo el terreno.

Loma	Altura Promedio [m]	Altura proyectada [m]	Diferencia [m]	Area [m2]	Volumen [m3]
1	2,70	1,35	1,35	105	141,75
2	3,28	1,36	1,92	92	176,64
3	3,91	1,38	2,53	154	389,11
4	3,64	1,40	2,24	36	80,64
5	4,04	1,55	2,49	77	191,99
6	4,08	1,64	2,44	30	73,20
7	4,08	1,61	2,47	30	74,10
8	3,50	1,69	1,81	42	76,02
9	4,59	1,87	2,72	160	435,20
10	3,97	2,01	1,96	85	166,60
11	4,30	2,05	2,25	85	191,25
12	4,30	2,07	2,23	85	189,55
13	3,81	2,07	1,74	85	147,48
				<b>Total</b>	<b>2333,52</b>

Tabla 10: Calculo de volumen real. Fuente: Propia

A partir del análisis de los resultados obtenidos, podemos observar que el volumen a extraer puede ser reubicado en el terreno sin provocar grandes cambios en la topografía del lugar. **Se adjunta plano con los niveles relevados. Plano N°10.2**

### 10.3.4 Análisis y diseño del perfil del terreno

A partir de los niveles obtenidos se procede a una proyección de un perfil nuevo que cumpla con la condición fundamental de la existencia de la pendiente para el escurrimiento por gravedad.

Debido a que el nivel de proyecto supera el nivel de los terrenos linderos, es necesario realizar cunetas de recolección en todos los bordes del predio. Estas se proyectaran como un canal a cielo abierto.

Actualmente de norte a sur los niveles presentan un descenso progresivo formando una pendiente natural, la cual se adoptará en el nuevo proyecto.

Las pendientes proyectadas serán del 1,9% en los primeros 70 metros y de 0,9% hasta la parte más alejada.

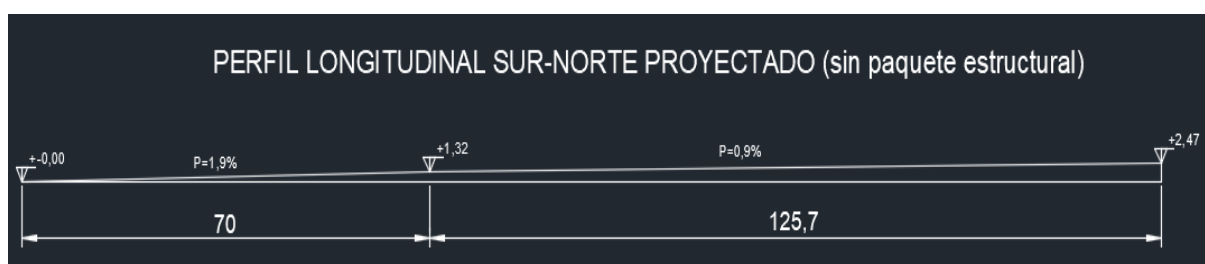


Figura 37: Plano Corte – Perfil longitudinal proyectado sin paquete estructural. Elaboración: Propia.

De oeste a este, si bien la pendiente no está definida de forma clara, se puede afirmar que la misma tiene una orientación hacia el este.

Nuestro nuevo perfil será proyectado de forma tal que la parte más alta será la central con pendiente hacia los laterales terminando en cunetas que derivan en calle 25 de mayo con una pendiente del 1,00%.



Figura 38: Plano Corte – Perfil transversal proyectado. Fuente: Propia.

De manera resumida, podemos observar en la siguiente planta las pendientes requeridas. Es conveniente que en caso de no obtener estas pendientes de manera exacta, se consiga aquellas que sean de un valor mayor.

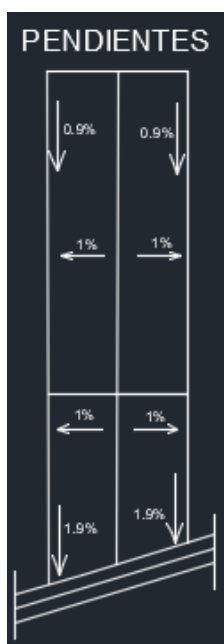


Figura 39: Plano de planta con pendientes. Fuente: Propia.

### 10.3.5 Análisis y diseño de desagües

A continuación, se realizará el cálculo para poder obtener las dimensiones de nuestras cunetas a partir del Método Racional el cual fue explicado en el Anteproyecto N°1.

Partimos de la fórmula del Método Racional.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

El primer dato que ya obtenemos es el área de la cuenca de aporte, debido a la falta de información con respecto a la altimetría en el lugar donde se van a desarrollar los trabajos, se toma una subcuenca de aporte dos veces mayor el

tamaño del predio. Si en un futuro es posible conocer esta información se deberá verificar si este cálculo es viable.

Área (A)= 2 x 9912 m<sup>2</sup> = **19824 m<sup>2</sup>**

Calculo Coeficiente de escorrentía (C)

Como se explicó anteriormente, es necesario obtener el coeficiente de escorrentía ponderado en función del uso de suelo y tipo de superficie. En nuestro caso, toda la superficie está cubierta por suelo vegetal por lo que se optara un valor de Ci = 35 por lo que el valor de C queda determinado por:

$$C = \frac{\sum(C_i \times A_i)}{\sum A_i} = \frac{0,35 * 19824 \text{ m}^2}{19724 \text{ m}^2} = 0,35$$

Calculo Intensidad de lluvia (I)

Con la ecuación obtenida con las curvas de I – D – F, podemos calcular la intensidad de lluvia, pero previamente debemos determinar el tiempo de retorno (Tr) el cual ya fue explicado y la duración de la lluvia (d) medido en tiempo de concentración mediante las ecuaciones empíricas de Kirchip.

Partimos de la ecuación de intensidad.

$$i = \frac{K * (Tr)^m}{(d + c)^n} = \frac{1170,1 * (Tr)^{0,23}}{(d + 9)^{0,78}}$$

Para determinar el tiempo de retorno nos basamos en la siguiente tabla:

	TIPO DE OBRA HIDRAULICA	Tr ( AÑOS)
<b>1</b>	<b>DRENAJE PLUVIAL</b>	
1.1	Lateral libre en calles de poblados donde se tolera encharcamiento de corta duración .....	2
1.2	Lateral libre en calles de poblados donde no se tolera encharcamiento temporal .....	2
1.3	Zonas agrícolas .....	5
1.4	Zonas urbanas:	
	a) Poblados pequeños con menos de 100,000 habitantes .....	2-5
	b) Poblados medianos entre 100,000 y 1 000,000 habitantes .....	5-10
	c) Poblados grandes con mas de 1 000,000 de habitantes .....	10-25
1.5	Aeropuertos, estaciones de Ferrocarril y Autobuses .....	10
1.6	Cunetas y contracunetas en caminos y carreteras .....	5

Tabla 11: Tiempo de retorno. Fuente: apuntes Hidraulica Aplicada UTN.

Donde obtendremos el tiempo de retorno para una zona urbana para menos de 100.000 habitantes un Tr = 5 años.

La ecuación de Kirchip es la siguiente:

$$T_c = 0,01947 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

Longitud (L)	Cota Inicial	Cota Final	Pendiente (S)
195,43	2,47	0	0,013

$$T_c = 0,01947 * 195,43^{0,77} * 0,013^{-0,385} = 6,02$$

Una vez obtenido el tiempo de concentración procedemos a calcular la intensidad para un tiempo de retorno de 5 años.

$$I_5 = \frac{1170,1 * 5^{0,23}}{(6,02 + 9)^{0,78}} = 204,73$$

Finalmente obtenemos el caudal:

$$Q_5 = \frac{0,35 * 204,73 * 1,9824}{360} = 0,395$$

Cabe recalcar que, debido al perfil transversal adoptado para el terreno, este caudal se repartirá en dos cunetas por lo que el caudal de diseño será:

$$Q_5 = \frac{0,395}{2} = 0,1975$$

Para el dimensionado de la cuneta utilizaremos el programa de cálculo HCANALES el cual solicita la incorporación de características físicas de la cuneta como lo son la rugosidad (n), la pendiente natural de terreno (S) y el espejo de agua (T), este último representa el ancho de la cuneta debido a la forma que se adoptó para la construcción de estas.

La rugosidad la obtendremos de la tabla 12 presentada a continuación, la pendiente se obtuvo anteriormente y el espejo de agua será de 0,40m.

MATERIAL		n (sm <sup>-1/3</sup> )
Cuneta	Sin vegetación. Superficie uniforme	0,020-0,025
	Sin vegetación. Superficie irregular	0,020-0,033
	Con vegetación herbácea segada	0,033-0,040
	Con vegetación herbácea espesa	0,040-0,050
	En roca. Superficie uniforme	0,029-0,033
	En roca. Superficie irregular	0,033-0,050
	Fondo de grava. Cajeros de hormigón	0,017-0,020
	Fondo de grava. Cajeros enchachados	0,022-0,033
	Encachado	0,020-0,029
	Hormigón proyectado	0,017-0,022
	Revestida con hormigón in situ	0,013-0,017
Pavimento con mezclas bituminosas		0,013-0,018
Hormigón en marcos y otras estructuras in situ		0,014-0,017
Gaviones		0,020-0,040
Tubo de hormigón		0,012-0,017
Tubo de fundición		0,010-0,015
Tubo de acero		0,010-0,014
Tubo de materiales poliméricos		0,008-0,013

Tabla 12: Rugosidad del canal. Fuente: apuntes Hidraulica Aplicada UTN.

El valor adoptado para la rugosidad según las características del terreno es una superficie uniforme sin vegetación n=0.02


Los datos obtenidos para el cálculo son:



Caudal de diseño	Espejo de agua	Rugosidad	Pendiente
0,1975	0,6	0,02	0,013

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s  
 Espejo de agua (T):  m  
 Rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):  m  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>  
 Foco de la parábola (k):  m  
 Número de Froude (F):   
 Tipo de flujo:

Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m  
 Velocidad (v):  m/s  
 Energía específica (E):  m-Kg/Kg

Figura 40: Cálculo del canal a cielo abierto. Fuente: Hcanales 3.0

Nuestro canal a cielo abierto será de 0,60 metros de ancho y 0,35 metros de profundidad más una revancha de 0,15 m.

Uno de los parámetros a verificar para un correcto funcionamiento es la velocidad admisible (V), cuyo valor se puede obtener a partir de la siguiente tabla:

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

Tabla 13: Velocidad admisible. Fuente: Apuntes Hidráulica Aplicada UTN.

Adoptando un canal con vegetación herbácea permanente adquirimos una velocidad admisible entre 1,20 – 1,80 m/s, mientras que la obtenida con ayuda del programa es de 1,54 m/s

$$1,20 \text{ m/s} < \mathbf{1,54 \text{ m/s}} < 1,80 \text{ m/s} \quad \mathbf{VERIFICA}$$

En el caso del tubo de hormigón premoldeado, como los caudales son similares, se optará por uno de fábrica de 0,40 metros cm de diámetro x 1,20 metros de largo.

### 10.3.6 Análisis y proyección del sistema de venteo de gas

Para la construcción del sistema de venteo de gas son necesarios dos caños de PVC por hectárea. Nuestro predio tiene casi una hectárea por lo que se decidió colocar dos tubos cilíndricos dispuestos en la parte más alta y en la parte más baja en donde se encuentren restos residuales.

### 10.3.7 Cómputo y presupuesto

En este inciso se procede a realizar un conteo estimado de los elementos que comprenden al estadio de usos múltiples, para posteriormente efectuar un presupuesto aproximado del mismo. Para determinar los precios unitarios se llevó a cabo un análisis detallado de cada ítem (análisis de precios) para los cuales se consideraron los efectos de la mano de obra, materiales y maquinarias incidentes en cada uno.

Se tomó para dicho análisis un factor  $K=1,52$  el cual se determinó en función a los gastos e impuestos de una empresa promedio. En el caso de la mano de obra se consideraron los precios de la escala salarial de la "Zona A" según UOCRA con el 22% de aumento respecto al básico de Marzo de 2016 siendo: Hora de Oficial: \$193,72 - Hora de Ayudante: \$163,97

En el caso de los materiales, se han pedido presupuestos en corralones de la zona como así también en fábricas de la provincia en el caso de aquellos materiales en los que no había stock en corralones o no se distribuían. Por último para las maquinarias se consideraron precios del valor de alquiler de horas máquinas según empresas de la zona.

#### 10.3.7.1 Análisis de precio

<b>1</b>	<b>ANALISIS DE PRECIO:</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			<b>Uni.</b>
<b>1.1</b>	<b>Limpieza del terreno , desmonte de arbustos y arboles</b>				<b>m2</b>
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT	P. PARCIAL
<b>EQUIPOS</b>	Camión	hs	0,07	1000,00	70,00
	Retroexcavadora	hs	0,06	1000,00	60,00
				<b>TOTAL A</b>	<b>130,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	-	-	-	-	-
				<b>TOTAL B</b>	<b>0</b>
	COSTO DIRECTO		TOTAL C= A+B		130,00
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO ITEM</b>				<b>170,30</b>
<b>1</b>	<b>ANALISIS DE PRECIO:</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			<b>Uni.</b>
<b>1.2</b>	<b>Replanteo</b>				<b>gl</b>
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT	P. PARCIAL
<b>EQUIPOS</b>	-	-	-	-	-
				<b>TOTAL A</b>	
<b>MATERIALES</b>	Madera, clavos, tanza, etc.	gl	1,00	1500,00	1500,00
				<b>TOTAL B</b>	<b>1500,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	Oficial	hs	50,00	193,72	9686,00
	Ayudante	hs	50,00	163,97	8198,50
				<b>TOTAL C</b>	<b>17884,50</b>
	COSTO DIRECTO		TOTAL D= A+B+C		19384,50
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO ITEM</b>				<b>25393,70</b>

2	ANALISIS DE PRECIO:	MOVIMIENTO DE	Uni.		
2.1	Nivelación y compactación del terreno		m3		
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT	P. PARCIAL
EQUIPOS	Camión	hs	0,07	1000,00	70,00
	Compactador	hs	0,06	900,00	54,00
	Motoniveladora	hs	0,06	1000,00	60,00
	Retroexcavadora	hs	0,04	850,00	34,00
	Minicargadora	hs	0,06	900,00	54,00
				<b>TOTAL A</b>	272,00
MANO DE OBRA	Ayudante	hs	0,20	163,97	32,79
				<b>TOTAL B</b>	32,79
	COSTO DIRECTO			TOTAL C= A+B	304,79
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO ITEM</b>				<b>399,28</b>
2	ANALISIS DE PRECIO:	MOVIMIENTO DE SUELO	Uni.		
2.2	nivelación y compactación de sub-base, base y terminación		m3		
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT	P. PARCIAL
EQUIPOS	Camión	hs	0,07	1000,00	70,00
	Compactador	hs	0,06	900,00	54,00
	Motoniveladora	hs	0,06	1000,00	60,00
	Retroexcavadora	hs	0,04	850,00	34,00
	Minicargadora	hs	0,06	900,00	54,00
				<b>TOTAL A</b>	272,00
MATERIALES	Greda	m3	0,20	800,00	160,00
	Broza	m3	1,30	155,00	201,50
				<b>TOTAL B</b>	361,50
MANO DE OBRA	Ayudante	hs	0,20	163,97	32,79
				<b>TOTAL C</b>	32,79
	COSTO DIRECTO			TOTAL D= A+B+C	666,29
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO ITEM</b>				<b>872,85</b>
3	ANALISIS DE PRECIO:	OBRA	Uni.		
3.1	SENDEROS Y ESPACIOS CIRCULARES		m3		
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT	P. PARCIAL
EQUIPOS	Compactador por percusión	hs	0,06	900,00	54,00
	Retroexcavadora	hs	0,04	850,00	34,00
				<b>TOTAL A</b>	88,00
MATERIALES	Broza	m3	1,30	155,00	201,50
				<b>TOTAL B</b>	201,50
MANO DE OBRA	Ayudante	hs	0,20	163,97	32,79
				<b>TOTAL C</b>	0,00
	COSTO DIRECTO			TOTAL D= A+B+C	289,50
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO ITEM</b>				<b>379,25</b>

3,00	ANALISIS DE PRECIO:		OBRA		Uni.
3.2	SISTEMA DE VENTEO Y FREATIMETRO				Un
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT	P. PARCIAL
<b>EQUIPOS</b>	Hoyadora	hs	0,10	335,71	33,57
	Pozero	hs	1,00	15000,00	15000,00
				<b>TOTAL A</b>	<b>15033,57</b>
<b>MATERIALES</b>	Caños de PVC (160mm)x6m	u	0,50	93,99	47,00
	Caños de PVC (110mm)x6m	u	0,50	75,86	37,93
	Piedra partida	m3	0,02	900,00	18,00
				<b>TOTAL B</b>	<b>102,93</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	Ayudante	hs	0,05	163,97	8,20
				<b>TOTAL C</b>	<b>8,20</b>
	COSTO DIRECTO			TOTAL D= A+B+C	15144,69
	FACTOR K	1,53			
	<b>PRECIO ITEM</b>				<b>23171,38</b>

3	ANALISIS DE PRECIO:		OBRA		Uni.
3.3	DESAGUES				m
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT	P. PARCIAL
<b>EQUIPOS</b>	Retroexcavadora	hs	0,04	850	34,00
				<b>TOTAL A</b>	<b>34,00</b>
<b>MATERIALES</b>	-	-	-	-	-
				<b>TOTAL B</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>	Ayudante	hs	0,05	163,97	8,20
				<b>TOTAL C</b>	<b>8,20</b>
	COSTO DIRECTO			TOTAL D= A+B+C	42,20
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO ITEM</b>				<b>55,28</b>

3	ANALISIS DE PRECIO:		OBRA		Uni.
3.4	Instalación electrica				gl
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT	P. PARCIAL
<b>EQUIPOS</b>	Grua Enersa	hs	48,00	1000,00	48000,00
				<b>TOTAL A</b>	<b>48000,00</b>
<b>MATERIALES</b>	Varios para instalación (Cables, herramientas)	gl	1,00	1000,00	1000,00
				<b>TOTAL B</b>	<b>1000,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	Oficial especializado	hs	125,00	193,71	24213,75
				<b>TOTAL C</b>	<b>24213,75</b>
	COSTO DIRECTO			TOTAL D= A+B+C	73213,75
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO ITEM</b>				<b>95910,01</b>

3	ANALISIS DE PRECIO:	OBRA		Uni.
3.5	Parquización			gl
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT P. PARCIAL
EQUIPOS				
				TOTAL A
MATERIALES	Varios para la parquización	gl	1,00	40000,00 40000,00
				TOTAL B 40000,00
MANO DE OBRA	Ayudante de jardineria	hs	180,00	104,03 18725,40
				TOTAL C 18725,40
	COSTO DIRECTO		TOTAL D= A+B+C	58725,40
	FACTOR K	1,31		
	PRECIO ITEM			76930,27
3	ANALISIS DE PRECIO:	OBRA		Uni.
3.6	Varios			gl
	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	P. UNIT P. PARCIAL
EQUIPOS	-	-	-	- -
				TOTAL A
MATERIALES	Tubo de hormigón (40)	gl	2,00	600,00 1200,00
	Troncos de madera (4m)	gl	125,00	500,00 62500,00
				TOTAL B 63700,00
MANO DE OBRA	-	-	-	- -
				TOTAL C
	COSTO DIRECTO		TOTAL D= A+B+C	63700,00
	FACTOR K	1,31		
	PRECIO ITEM			83447,00

### 10.3.7.2 Cómputo y presupuesto

Presupuesto Anteproyecto n°1: Compactación y nivelación del terreno							
N°	Item - Tarea	Unid.	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL	P. ITEM	% INCID.
1	OBRAS PRELIMINARES					\$1.713.407,30	23%
1.1	Limpieza del terreno, desmonte de arbustos y arboles	m2	9.912,00	\$ 170,30	\$1.688.013,60		
1.2	Replanteo	gl	1,00	\$ 25.393,70	\$ 25.393,70		
2	MOVIMIENTO DE SUELO					\$5.257.548,71	71%
2.1	Nivelación y compactación del terreno	m3	2.333,52	\$ 399,28	\$ 931.728,19		
2.2	Nivelación y compactación de sub-base, base y terminación	m3	4.956,00	\$ 872,85	\$ 4.325.820,5		
3	OBRAS COMPLEMENTARIAS					\$ 415.227,35	6%
3.1	Senderos	m3	350,00	\$ 379,25	\$ 132.735,75		
3.2	Sistema de venteo y freaticos	gl	6,00	\$ 221,38	\$ 1.328,30		
3.3	Desagues	m	450,00	\$ 55,28	\$ 24.876,02		
3.4	Instalación eléctrica	gl	1,00	\$ 95.910,0	\$ 95.910,01		
3.6	Parquización	gl	1,00	\$ 76.930,27	\$ 76.930,27		
3.7	Varios	gl	1,00	\$ 83.447,00	\$ 83.447,00		
PRECIO TOTAL DE OBRA					\$ 7.386.183,35	\$ 7.386.183,35	100%
SON PESOS: siete millones, trescientos ochenta y seis mil, ciento ochenta y tres con 35/00							

**Obteniendo el costo de la obra: \$ 7.386.183,35 (Pesos Argentinos siete millones trescientos ochenta y seis mil, ciento ochenta y tres con 35/00) SIN IVA.**

### 10.3.8 Plan de trabajo y curva de inversión

A continuación se planteará un plan de trabajo medido en semanas para la ejecución de tareas de forma tal de conocer el tiempo necesario para llevar a cabo el proyecto ejecutivo.

Plan de trabajos en semanas							
Anteproyecto n°1: Compactación y nivelación en el vertedero de disposición final actual							
Item	Precio Total	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
<b>Obras Preliminares</b>							
Limpieza del terreno, arbustos y árboles	\$1.688.013,6	100%					
Replanteo	\$ 25.393,70				100%		
<b>Movimiento de suelos</b>							
Nivelación y compactación del terreno	\$ 931.728,19		75%	25%			
Nivelación y compactación de sub-base, base y terminación	\$4.325.820,5			40%	40%	20%	
<b>Obras complementarias</b>							
Senderos	\$ 132.735,75				30%	70%	
Sistema de venteo y featrimetros	\$ 1.328,30					100%	
Desagues	\$ 24.876,02				40%	30%	30%
Instalación eléctrica	\$ 95.910,01						100%
Parquizado	\$ 160.377,27						100%
Monto parcial		\$1.688.013,6	\$ 698.796,14	\$1.963.260,25	\$ 1.805.493,0318	\$ 966.870,2	\$ 263.750,09
Monto Acumulado		\$1.688.013,6	\$2.386.809,7	\$ 4.350.070,0	\$ 6.155.563,0	\$7.122.433,3	\$7.386.183,3
Avance Parcial		23%	9%	27%	24%	13%	4%
Avance Acumulado		23%	32%	59%	83%	96%	100%

**SEMANA 1:** La primera tarea a realizar será la de limpieza del terreno, arbustos y árboles. Se extraerán aquellas malezas existentes y se deforestará todo el predio

**SEMANA 2:** Se comenzará con la nivelación del excedente existente de residuos y tierra en todo el predio reubicándolo para una nivelación y compactación.

**SEMANA 3:** Se finalizaran las tareas de la semana dos y se comenzará con la construcción de la base y sub-base.

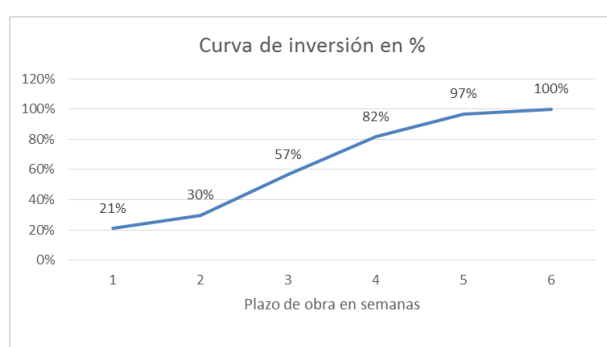
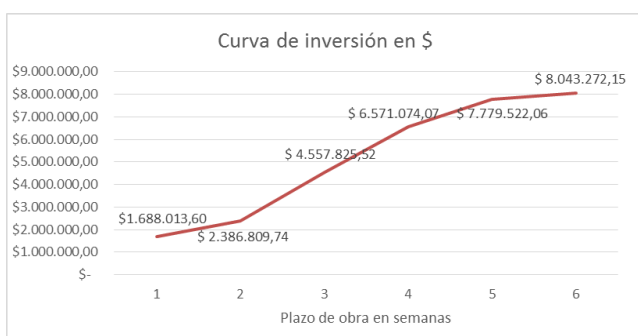
**SEMANA 4:** Colocada la broza, finalizando la base, se comenzará con el replanteo y construcción de los senderos y espacios circulares. Estas tareas se realizaran de forma ordenada, de norte a sur, rellenando los espacios vacíos con suelo vegetal hasta el nivel especificado a medida que se avanza. A su vez, colocado el suelo vegetal, se irán construyendo las cunetas para la recolección de agua pluvial. Como opción se podrá utilizar tierra negra proveniente del terreno de las lagunas de tratamiento de efluentes.

**SEMANA 5:** Una vez proyectados los senderos y espacios circulares se podrán realizar las excavaciones correspondientes para los sistemas de venteos y freatímetros.

**SEMANA 6:** Para concluir con los desagües, se reconstruirá el canal ubicado en zona frontal del predio. Finalmente, se realizara las instalaciones eléctricas correspondientes y el parquizado.

A continuación se expresa de manera gráfica una curva de inversiones según el palazo, en porcentajes y en pesos.

Plan de trabajos en semanas							
Anteproyecto n°1: Compactación y nivelación en el vertedero de disposición final actual							
Item	Precio Total	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
<b>Obras Preliminares</b>							
Limpieza del terreno, arbustos y arboles	\$1.688.013,6	100%					
Replanteo	\$ 25.393,70				100%		
<b>Movimiento de suelos</b>							
Nivelación y compactación del terreno	\$ 931.728,19		75%	25%			
Nivelación y compactación de sub-base, base y terminación	\$4.325.820,5			40%	40%	20%	
<b>Obras complementarias</b>							
Senderos	\$ 132.735,75				30%	70%	
Sistema de venteo y feafrímetros	\$ 1.328,30					100%	
Desagues	\$ 24.876,02				40%	30%	30%
Instalación eléctrica	\$ 95.910,01						100%
Parquizado	\$ 160.377,27						100%
Monto parcial		\$1.688.013,6	\$ 698.796,14	\$1.963.260,25	\$ 1.805.493,0318	\$ 966.870,2	\$ 263.750,09
Monto Acumulado		\$1.688.013,6	\$2.386.809,7	\$ 4.350.070,0	\$ 6.155.563,0	\$7.122.433,3	\$7.386.183,3
Avance Parcial		23%	9%	27%	24%	13%	4%
Avance Acumulado		23%	32%	59%	83%	96%	100%



## 10.4 Evaluación de impacto ambiental

Para lograr la identificación de los impactos ambientales que produce el anteproyecto sobre el ambiente en el que se localiza se procede a la elaboración de la matriz de impacto ambiental.

### 10.4.1 Matriz de impacto ambiental

Como se mencionó anteriormente, se determinó la importancia del impacto ambiental que producirá la obra, mediante la utilización de una matriz, la cual es de doble entrada (método de BEJERMAN). En la misma se estimaron los efectos de las acciones desarrolladas durante las etapas de construcción y operación del sistema propuesto, sobre los recursos naturales, sociales, la economía y desarrollo urbano del sector, los aspectos sanitarios, laborales y paisajísticos del área.

La metodología está basada en la elaboración de un algoritmo que considera atributos con posibles valoraciones. Los atributos son:

**Naturaleza:** los impactos pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Los primeros son caracterizados por el signo positivo (+), a los segundos se los expresa como negativos (-). Por último, se identifican con X los efectos previsibles pero difíciles de calificar.

**Intensidad (I):** representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto. Para ponderar la magnitud se considera: baja (1), media (3) y alta (6).

**Extensión (EX):** se refiere a la zona de influencia de los efectos. A veces la incidencia del impacto está limitada; en otros casos se extiende disminuyendo sus efectos hasta que los mismos no son medibles. La extensión se valora de la siguiente manera: puntual (1), parcial (3) y extenso (6).

**Momento en el que se produce (MO):** Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto. La predicción del momento de aparición del impacto, será mejor cuanto menor sea el plazo de aparición del efecto. El momento se valúa como sigue: Inmediato (1), mediato (3) y largo plazo (6).

**Persistencia (PE):** Se refiere al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorna a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras. Este atributo se evalúa de la siguiente manera: fugaz (1), temporal y permanente (6).

**Reversibilidad (RV):** La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial. Se asignan, a la reversibilidad, los siguientes valores: corto plazo (1), mediano plazo (3), largo plazo (6) e irreversible (10).

**Recuperabilidad (RE):** Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras. Se valora de la siguiente manera: mitigable - totalmente recuperable de manera inmediata (1), mitigable - totalmente recuperable a mediano plazo (3), mitigable - totalmente recuperable a largo plazo (6) e irrecuperable (10).

Se resume en las siguientes tablas:

1. NATURALEZA		2. INTENSIDAD (I)		3. EXTENSIÓN (EX)		4. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE (MO)	
+	Beneficioso	1	Baja	a	Puntual	A	Inmediato
-	Perjudicial	2	Media	b	Parcial	B	Mediato
X	Previsible pero difícil de calificar	3	Alta	c	Extenso (todo el ámbito)	C	Largo plazo
5. PERSISTENCIA (PE)		6. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO (RV)				7. RECUPERABILIDAD (RE)	
1	Fugaz	a	Corto plazo		A	Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata	
2	Temporal	b	Mediano plazo		B	Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo	
3	Permanente	c	Largo plazo		C	Mitigable, parcialmente recuperable.	
		d	Irreversible		D	Irrecuperable	



1. NATURALEZA		2. INTENSIDAD (I)		3. EXTENSIÓN (EX)		4. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE (MO)	
Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor
Beneficioso	+	Baja	1	Puntual	1	Inmediato	1
Perjudicial	-	Media	3	Parcial	3	Mediato	3
Previsible pero difícil de calificar	X	Alta	6	Extenso (todo el ámbito)	6	Largo plazo	6
5. PERSISTENCIA (PE)		6. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO (RV)		7. Recuperabilidad (RE)			
Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor
Fugaz	1	Corto plazo	1	Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata	1		
Temporal	3	Mediano plazo	3	Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo	3		
Permanente	6	Largo plazo	6	Mitigable, parcialmente recuperable.	6		
		Irreversible	10	Irrecuperable	10		

El algoritmo empleado por

el método es el siguiente:

$$I = 3*I + 2*EX + MO + PE + RV + RE$$

Dicho algoritmo determina la importancia del impacto. De acuerdo al valor obtenido se caracterizan con distintos colores los impactos de acuerdo a su grado. A continuación se muestra una tabla donde se tienen los distintos valores de importancia del impacto y los colores asignados para cada uno de ellos.





Categoría	Valor	Color Identificador
Irrelevante	< 14	
Moderado	15 - 27	
Severo	28 - 44	
Crítico	> 45	

Tabla 10-11 Valores de Importancia del Impacto Ambiental

En el caso de impactos beneficiosos, la expresión a utilizar es la siguiente:

Para este caso no se valoran reversibilidad ni recuperabilidad. La categoría del impacto beneficio se determina de acuerdo a la tabla siguiente.




Categoría	Valor	Color
Beneficioso	< 17	
Muy beneficioso	18 a 27	
Sumamente beneficioso	> 28	

Tabla 10-12 Valores de Importancia de Impactos Beneficiosos

$$I = 3*I + 2*EX + MO + PE$$

Para construir la matriz, se identificaron las acciones que integran el proyecto (columnas) y se buscaron aquellas interacciones con los componentes o factores del medio (filas) sobre los que podría producirse un impacto. Se aplicaron los algoritmos anteriores a cada una de estas en el caso que correspondió, analizando el impacto que tiene cada etapa de la obra sobre el

ambiente. De esta manera se construyeron las matrices que se observan en las siguientes tablas:





Debido a que las tareas que implican el cierre del vertedero no controlado y la construcción del espacio verde no son de impacto negativo en el ambiente, no se realizarán mitigaciones al respecto.

#### **10.4.2 Plan de monitoreo**

El plan de monitoreo se basa en la resolución N° 554 resuelta por el secretario de ambiente en la ciudad de Paraná, Entre Ríos, se dictan los siguientes artículos:

Artículo N°1: Disponer que todo establecimiento productivo, industrial y/o de servicio instalado o por instalarse en el territorio provincial, cuyos efluentes líquidos puedan ser utilizados como riego forestal, cumplan con lo establecido en la presente.

Artículo N°2: Aprobar los límites de emisión para riego forestal de las actividades productivas industrial y/o de servicio, según lo dispuesto en el anexo II de la presente.

Artículo N°3: Aprobar el plan de monitoreo para riego forestal de las actividades productivas industrial y/o de servicio, según lo dispuesto en el anexo II de la presente.

Artículo N°4: Disponer que para la aplicación de la presente resolución sea condición, sin qua non, la obtención del Certificado de Aptitud Ambiental dispuesto según el Decreto 4977/09.

Artículo N°5: Esta secretaria en uso de sus facultades, podrá requerir información complementaria que considere pertinente, a los efectos de poder garantizar el cumplimiento de los objetivos de la presente.

Artículo N°6: Registrar, comunicar y archivar, cumplido a notificar a los efectos que correspondan.



# **11. ANTEPROYECTO N°2: EXPLOTACION DEL NUEVO PREDIO DE DISPOSICION FINAL Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

En el presente capítulo desarrollaremos el anteproyecto del nuevo predio de disposición final y puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento.

Abordaremos los diferentes procesos que se pondrán en marcha para la recuperación de los diferentes tipos de residuos. El diseño del predio, el modo de trabajo y los métodos de difusión a la sociedad.

## **11.1 Estudios preliminares**

Aldea San Antonio cuenta con una planta de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos que fue donada en el año 2011 por el Gobierno de la Nación Argentina, posterior a ello adquieren un terreno de 10 hectáreas para la implantación y puesta en marcha del equipo.

Actualmente se encuentra en desuso ya que la capacidad del equipo es mayor respecto a los residuos generados en el lugar y no cuentan con personal capacitado para el uso de la misma y todo lo que conlleva el desafío ambiental.

### **11.1.1 Conceptos fundamentales**

Los residuos sólidos urbanos son aquellos que provienen de las actividades domésticas, comerciales, industriales (pequeña industria y artesanía), institucionales (administración pública, establecimientos de educación, etc.), de mercados, y los resultantes del barrido y limpieza de vías y áreas públicas de un conglomerado urbano, y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales.

El problema de los RSU está presente en la mayoría de las ciudades y pequeñas poblaciones por su inadecuada gestión y tiende a agravarse en determinadas regiones como consecuencia de múltiples factores, entre ellos, el acelerado crecimiento de la población y su concentración en áreas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo, el uso generalizado de envases y empaques y materiales desechables, que aumentan considerablemente la cantidad de residuos.

Ante esta situación, es imprescindible que los municipios y los demás organismos afronten racionalmente la gestión de los residuos sólidos, teniendo en cuenta, entre otras consideraciones: el nivel de educación ambiental de la comunidad, las implicaciones que acarrea la mezcla de residuos; el valor económico de algunos de estos y su probable mercado. Por otro lado también, los sistemas de tratamiento y disposición final; y el costo de los procesos que suponen su recolección, transporte, tratamiento y eliminación.

Los residuos sólidos urbanos se generan en todas aquellas actividades en las que los materiales son considerados por su propietario o poseedor como

desechos sin ningún valor adicional y pueden ser abandonados o recogidos para su tratamiento o disposición final.

En el siguiente gráfico se muestran las actividades generadoras de residuos:

ACTIVIDADES GENERADORAS	COMPONENTES	% DEL TOTAL DE RSU
<b>Residencial y domiciliario</b>	Desperdicios de cocina, papeles y cartón, plásticos, vidrio, metales, textiles, residuos de jardín, tierra, etc.	50 a 75
<b>Comercial:</b> almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos.	10 a 20
<b>Institucional:</b> oficinas públicas, escuelas, colegios, universidades, servicios públicos y otros.	Semejantes al comercial	5 a 15
<b>Industria (pequeña industria y artesanía):</b> manufactura, confecciones de ropa, zapatos, sastrerías, carpinterías, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Incluye residuos de comida, cenizas, demolición y construcción, especiales y peligrosos.	5 a 30
<b>Barrido de vías y áreas públicas</b>	Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excrementos, etc.	10 a 20

Tabla n°14: Actividades generadoras. Fuente: "Curso de aprendizaje: Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales".

### Composición de los Residuos Sólidos Urbanos

Los RSU son aquellos subproductos originados en las actividades que se realizan en la vivienda, la oficina, el comercio y la industria (lo que se conoce comúnmente como basura). Se pueden distinguir en distintos grupos como: *Residuos Orgánicos*, *Residuos Inorgánicos* y *Residuos Patógenos*.

Los *Residuos Orgánicos* son aquellos que se identifican como sobras de comida. Dentro de este grupo se incluyen las hojas y restos de jardín, papel, cartón, y madera, ya que se consideran como materiales biodegradables.

Los que conforman el grupo de los *Residuos Inorgánicos* son vidrios, plásticos, metales, objetos de caucho, material inerte y otros.

Y por último los *Residuos Patológicos* son aquellos potencialmente infecciosos. En otras palabras: se trata de residuos capaces de producir una enfermedad infecciosa en el organismo.

### Efectos de la inadecuada gestión de residuos sólidos

**Riesgos para la salud.** La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas. Para comprender con mayor claridad sus efectos en la salud de las personas, es necesario distinguir entre los riesgos directos y los riesgos indirectos que provocan.



**Riesgos directos.** Son los ocasionados por el contacto directo con los residuos, por la costumbre de la población de mezclarlos con materiales peligrosos tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura.

**Riesgos indirectos.** El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades.

**Efectos ambientales que produce.** El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural. La degradación del paisaje natural, ocasionada por la basura arrojada sin ningún control, va en aumento, es cada vez más común observar basura amontonada en cualquier lugar.

El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el *líquido percolado (lixiviado)*. Los *lixiviados* son el resultado de la degradación de los residuos sólidos debido a un proceso de descomposición. Estos líquidos contienen una alta concentración en sales minerales, nutrientes y microorganismos. Tienen una coloración negra-marrón. En muchos casos los lixiviados son de gran utilidad. Se lo puede utilizar como fertilizante líquido orgánico. La calidad de un lixiviado siempre dependerá del material inicial y de muchos otros factores.

Como dijimos, es necesario llamar la atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, conocidas como mantos freáticos o acuíferos, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras. Las fuentes contaminadas implican consecuencias para la salud pública cuando no se tratan debidamente y generan grandes gastos de potabilización.

**Contaminación del suelo.** Otro efecto negativo es el deterioro estético de los pueblos y ciudades, con la consecuente desvalorización, tanto de los terrenos donde se acumula basura y de las áreas vecinas. Además, la contaminación o el envenenamiento de los suelos es otro de los perjuicios de dichos sitios, debido a las descargas de sustancias tóxicas y a la falta de control por parte de la autoridad ambiental.

**Contaminación del aire.** Los residuos sólidos abandonados en sitios ilegales a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemaduras y los humos, que reducen la visibilidad, y del polvo que levanta el viento en los períodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes.

**Riesgos para el desarrollo urbano.** La inadecuada disposición de RSU también es fuente de deterioro de los ecosistemas urbanos de borde, como

tierras agrícolas, zonas de recreación, sitios turísticos y arqueológicos, entre otros. Ello, a su vez, afecta a la flora y fauna de la zona.

## 11.2 Planteo y objetivos

Para llevar adelante éste proyecto se plantea lo siguiente:

### **Concientización ambiental**

- Concientizar y educar a la población sobre la importancia de la separación de residuos.
- Proveer programas de educación ambiental conforme a los objetivos del presente proyecto.
- Promover la participación de la población en programas de reducción, reutilización y reciclaje de residuos.
- Recolección diferenciada. Evaluación y mejora de la logística de recolección de residuos sólidos urbanos y puntos limpios.

La recolección de los RSU deberá realizarse mediante métodos que prevengan y minimicen el impacto negativo en el ambiente y la calidad de vida de la población.

El transporte de los residuos a los predios habilitados para el tratamiento y disposición final, deberá realizarse en vehículos debidamente acondicionados, de modo que garanticen una adecuada contención de los mismos, evitando así su dispersión en el ambiente.

Se plantea un nuevo recorrido de camión y se detallan los días en que deberán sacar los distintos tipos de residuos. Se realiza difusión a toda la población.

Actualmente el recorrido se inicia desde el corralón municipal y brinda el servicio en toda el área urbana. Se realiza 3 días en la semana (lunes, miércoles y viernes) comenzando a las 8:00 am hasta las 11:00 am aproximadamente. El recorrido abarca las calles principales como las calles: Inmigrante, Constituyentes, San Martín y también las que no tienen continuación. En este último caso, el camión espera en la esquina o vuelve marcha atrás, pero no dejan sin brindar el servicio a ninguna calle de la Aldea San Antonio. Realizan dos descargas en el vertedero actual.

El equipo de trabajo está formado por un chofer y dos recolectores.

### **Nuevo predio**

El mismo contará con una serie de sectores bien diferenciados, donde cada uno cumple una función determinante.

- Sector de disposición inicial en el predio.
- Sector de compostaje.
- Sector de separación y reciclado.
- Sector de prensado.
- Sector de fardos reciclados.
- Sector de residuos industriales.

- Sector de pilas.
- Sector de disposición final (trincheras)
- Área de servicios para el personal con estacionamiento.

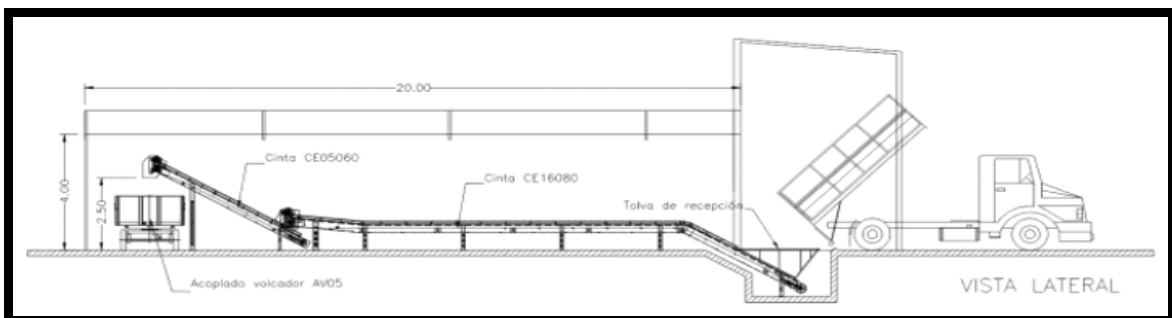


Figura 41: Funcionamiento de la planta en corte. Fuente: Municipalidad de ASN.

A continuación mostramos una imagen esquemática de la Planta de Residuos Sólidos Urbanos.

### 11.3 Tamaño y localización

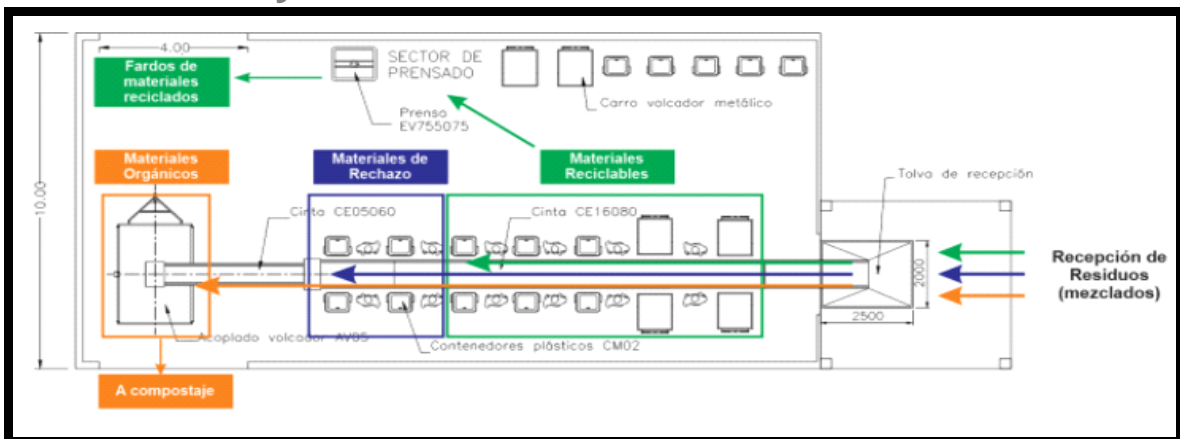


Figura 42: Funcionamiento de la planta en planta. Fuente: Municipalidad de ASN.

Tanto el tamaño como la ubicación del mismo se encuentran definidos, ya que la planta de tratamientos sólidos urbanos ya se halla instalada en el predio que se destinó para ponerla en marcha.



Figura 43: Ubicación del predio en donde se encuentra la planta de tratamiento. Fuente: Google maps 2017.

Este sitio de 10 hectáreas se encuentra a 7 km del centro de la Aldea, el mismo fue elegido con el objetivo de evitar problemas en la ciudad tales como olores o ruidos molestos.

Se puede acceder por caminos afirmados que se encuentran en un buen estado por el uso de las maquinarias del municipio.

Se construyó un tinglado con las instalaciones básicas, dotado de la infraestructura necesaria para la puesta en marcha de la planta de RSU (prensa, enfardadora, cinta transportadora, etc.). También adquirieron una chipeadora y un camión recolector dotado de una caja volcadora.

## 11.4 Memoria Descriptiva

En este inciso se desarrolla la memoria descriptiva de la puesta en marcha de la planta de tratamiento de RSU.

### 11.4.1 Concientización Ambiental

En este inciso se proponen diferentes planes de concientización de los distintos tipos de residuos, orgánicos e inorgánicos.

También se plantea la incorporación de puntos limpios.

#### 11.4.1.1 Programa de recolección selectiva de materiales inorgánicos

La recolección selectiva de materiales inorgánicos se hace con una finalidad: reducir el impacto de los residuos de envases al medio ambiente. Para esto, se debe tener en cuenta que los procedimientos que se van a aplicar para alcanzar este objetivo estén alineados con el fin pretendido: mejorar el medio ambiente. Es de suma importancia garantizar que el impacto neto de la recolección selectiva de materiales sea favorable. Para ello, es imprescindible una adecuada elección de los vehículos, rutas, procedimientos, concientización, y por supuesto contenedores de basura y sus ubicaciones.

#### ***Programa puntos limpios***

Para introducir este nuevo concepto vamos a explicar antes su significado. Un punto limpio es una instalación donde se recogen o almacenan temporalmente y de forma gratuita los residuos domésticos que, por su volumen o peligrosidad, no deben arrojarse a la bolsa de la basura.

#### **¿Qué residuos se llevan a los puntos limpios?**

Los productos más comunes que pueden llevarse a un punto limpio son:

- Envases de aceite de cocina.
- Envases de aceites de motor.
- Ropas, trapos, calzado.
- Pinturas, barnices, aguarrás.
- Pilas.
- Baterías de vehículos.
- Cartones, papel, maderas, objetos plásticos.
- Entre otros.

Dado este concepto importante, vamos a plantear el programa de recolección.

### ***Recolección selectiva de envases de plástico***

La propuesta consiste en recuperar envases plásticos a través de contenedores de PVC. Los mismos, estarán ubicados en diferentes zonas estratégicas de la ciudad para que los vecinos coloquen los envases separados previamente en los hogares, instituciones, comercios, etc. La recolección se realizará a través de un camión y luego se clasificarán los materiales por tipo y color.

Una vez llegados a la planta de RSU se prensarán formando fardos por medio de una prensa hidráulica. Los fardos serán almacenados hasta su despacho, con el objetivo de comercializarlos.

### ***Recolección selectiva de papel, cartón, vidrio, metales y pilas***

El programa de recolección de estos desechos también tiene como finalidad la reducción del impacto ambiental.

El proyecto de papeles, cartón, vidrios y metales, consiste en realizar contenedores para el acopio y exigiendo para la recolección un contenedor lleno. Los mismos se dispondrán en sectores estratégicos de la ciudad y se recolectarán en un vehículo cerrado.

Es importante dar instrucciones a la sociedad acerca de la preparación del material.

Una vez recolectados todos los contenedores, se llevarán a la planta de tratamiento de RSU y se acumularán en un sector especial del sitio. Llegado al momento de acopio máximo, los mismos serán comercializados de acuerdo a los valores del mercado.

Para obtener un mejor resultado, precisamos que las entidades generadoras de grandes cantidades de papel y cartón, participen en este proyecto, como por ejemplo los Municipios, Escuelas y demás. Por otro lado, el programa de recolección de pilas y baterías agotadas, es un tema de gran importancia ya que tiene un efecto sumamente negativo en el ambiente.

### **¿Por qué es significativo tomar conciencia de la contaminación de las pilas?**

Las pilas son uno de los inventos del hombre que más contaminación generan. No solo dañan al medio ambiente sino que también dañan la salud y el agua. Son dispositivos que convierten la energía química en eléctrica. Cuando las arrojamos junto a la demás basura del hogar, sufren la corrosión de sus carcazas, momento en el que se produce la contaminación al derramarse los electrolitos internos y arrastran los metales pesados hacia los suelos, aguas subterráneas y superficiales.

Una pila es capaz de contaminar desde 5000 lts de agua y tardan más de 50 años en comenzar a degradarse pero pueden ser nocivos durante más de mil años.

Transmitida esta problemática, enunciaremos el programa de recolección de pilas.

Las pilas serán acumuladas en botellas de plástico cerradas por los vecinos de la Aldea SA. Cuando deseen descartarse de las mismas, deberán ser llevadas por los mismos a las entidades encargadas.

### **Objetivos.**

Para todos estos programas de recuperación es importante realizar buenas difusiones a los ciudadanos y profundizar en la educación ambiental. Además es necesario generar un compromiso por parte de los vecinos en la tarea de clasificar los residuos como pilas, envases plásticos, papeles, cartones y otros, como vidrios.

Además de incentivar el trabajo en conjunto entre el Municipio y la comunidad para reducir los residuos en la ciudad, se busca valorizar los materiales recuperados.

### **Beneficios ambientales.**

Los beneficios ambientales que podemos lograr a la hora de reciclar son de gran magnitud. Al reducir los residuos que van a parar al vertedero: 3000 botellas de vidrio o 20000 de PET recicladas son 1000 kilos menos de basura. Se reduce la contaminación en el aire en un 20% y evitamos el problema de los vertederos incontrolados.

La distribución de los puntos limpios en la ciudad se presentará en el proyecto ejecutivo. Estos puntos fueron estudiados de tal manera que obedezcan la demanda de los vecinos y entidades de la Aldea SA.

Se estima que con una muy pequeña inversión influirá beneficiosamente sobre el volumen de residuos y composición final.

#### 11.4.1.2 Programa de reciclado de materiales orgánicos

En la ciudad, muchos vecinos pasan una cierta cantidad de horas cortando, barriendo, rastrillando para mantener limpios y atractivos los jardines o huertas. Todas estas actividades producen grandes cantidades de desechos. Muchas veces el desecho del jardín es mayor a las cantidades de papel, metal, vidrio y plásticos.

Por otro lado, las podas de arbolado público, forman materiales que muchas veces son el inicio de un mini basural debido a que se acopian en baldíos o en caminos.

A su vez, debemos decir que diariamente generamos desechos de sobras de comida.

Para poder reducir todos estos materiales orgánicos, se propone realizar actividades de compostaje tanto en los domicilios como en las escuelas.

#### **¿Qué significa compostar?**

El compostaje es un proceso de transformación de la materia orgánica para obtener un compost, es decir un abono natural. Esta operación se puede llevar a cabo en cualquier casa sin ningún tipo de mecanismo, ningún motor ni tampoco gastos de mantenimiento.

La basura diaria que se genera en los hogares contiene un 40% de materia orgánica, que puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus

para las plantas y cultivos. De cada 100kg de basura se pueden obtener 30kg de compost.

A través de esta técnica se contribuye a la reducción de las basuras que se llevan a los vertederos.

Conocido el término de compostaje, planteamos el proyecto de reciclado en el hogar y las escuelas.

### ***Proyecto de reciclado en el hogar y las escuelas***

Es un proyecto a desarrollar en el área educativa con extensión a los hogares, teniendo como objetivos los siguientes puntos:

- Dar capacitaciones teóricas y prácticas para los docentes, a fin de que a través de actividades experimentales, de campo y reflexivas, desarrollen en sus alumnos y comunidad la habilidad de realizar consultas, suposiciones e hipótesis acerca de la reducción y producción de Residuos Sólidos Domiciliarios.

- Difundir la práctica del compostaje como amigable por naturaleza al medio ambiente.

- Contribuir a disminuir la contaminación del ambiente a partir de un manejo adecuado de los RSD.

- Sensibilizar a la población sobre problemas ambientales e incentivar a la participación activa en planes de selección en origen de los residuos.

- Formar a jóvenes en la valoración de sustentabilidad del ecosistema y el crecimiento equilibrado.

### **Ventajas de separación de materia orgánica domiciliaria**

Existe una numerosa cantidad de ventajas, las cuales son:

- Aumenta la vida útil de trincheras
- Minimiza las movilizaciones de metales pesados en los lixiviados
- Reducen las dimensiones de la cinta de clasificación
- Separar las áreas húmedas y secas
- Se reduce la contaminación del material inorgánico a separar
- Control de olores y lixiviados en la cinta
- Mayor rendimiento en la clasificación de materiales

## **11.4.2 Predio de tratamiento de los RSU: Reconocimiento del sitio**

Para comenzar a trabajar estudiamos el lugar donde se encuentra instalada la planta de tratamiento de RSU. Mediante trabajos de campo obtuvimos información que es de suma importancia para llevar a cabo su funcionamiento.

### **11.4.2.1 Relevamiento de la infraestructura existente**

Para esta actividad se utilizaron herramientas topográficas tales como distanciómetro, cintas métricas, etc. proporcionadas por el municipio local como también los planos del galpón y sus instalaciones.

En campo se tomaron las medidas faltantes y luego se realizaron los trabajos de gabinete correspondientes. (Ver planos adjuntos).

#### 11.4.2.2 Estudio del suelo

Se tomaron muestras de las zonas mayor y menor altimetría del predio para analizarlas en laboratorio a fin de determinar las características del suelo. Las obtenidas en las zonas de mayor altura son determinantes para la ubicación de las trincheras.

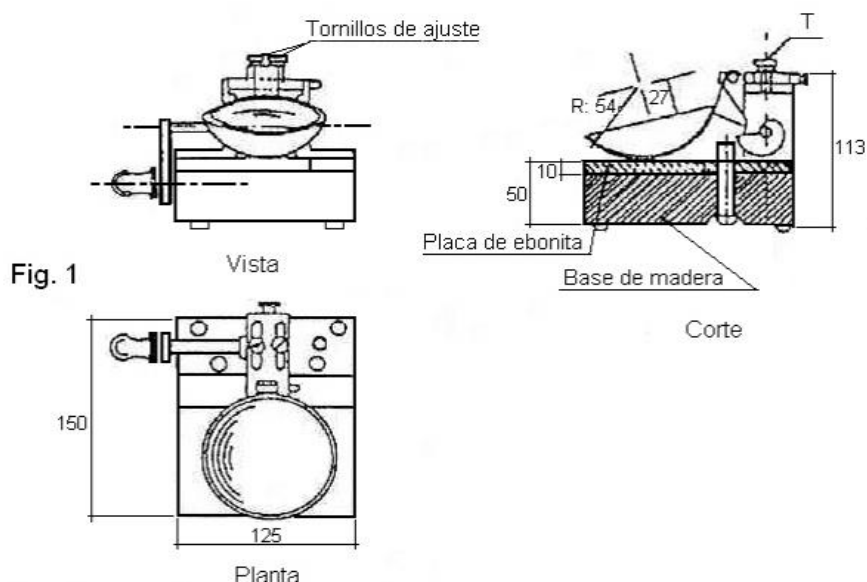
Durante el trabajo de campo se realizó un examen tacto-visual de suelo, identificando al mismo como un suelo fino, por su tamaño y textura.

Por ello, en el laboratorio se realizaron los ensayos de los límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico para cada una de las muestras con el fin de determinar el tipo de suelo.

#### LÍMITE LÍQUIDO

El límite líquido es el contenido de humedad, expresado en por ciento del peso del suelo seco, existente en un suelo en el límite entre el estado plástico y el estado líquido del mismo.

#### APARATO SEMIAUTOMATICO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO



estado líquido del mismo. Este límite se define arbitrariamente como el contenido de humedad necesario para que las dos mitades de una pasta de suelo de 1 cm. de espesor fluya y se unan en una longitud de 12 mm., aproximadamente, en el fondo de la muesca que separa las dos mitades, cuando la cápsula que la contiene golpea 25 veces desde una altura de 1 cm., a la velocidad de 2 golpes por segundo.

#### LÍMITE PLÁSTICO

El límite plástico es el contenido de humedad existente en un suelo, expresado en por ciento del peso de suelo seco, en el límite entre el estado plástico y el estado sólido del mismo.

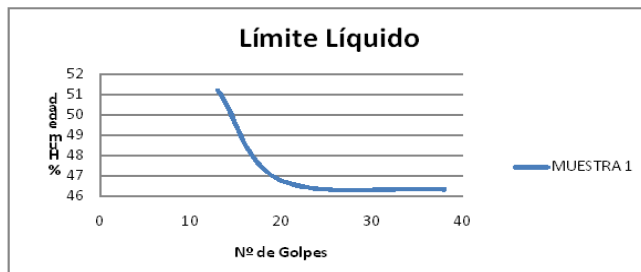


Este límite se define arbitrariamente como el más bajo contenido de humedad con el cual el suelo, al ser moldeado en barritas cilíndricas de menor diámetro cada vez, comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener 3 mm.de diámetro.

## RESULTADOS

### MUESTRA 1 (Zona alta)

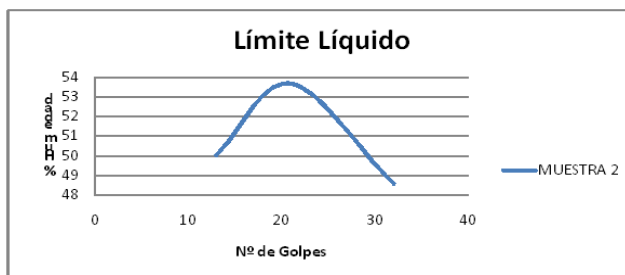
Clasificación de Suelos					
Fecha Ensayo: Marzo 2018					
Tipo de Suelo			MUESTRA 1		
<b>Límite Plástico</b>					
Ppf [g]:	9,59	Peso Suelo Húmedo		3,05	
Ppf + Ww [g]:	12,64	Peso Suelo Seco		2,47	
Ppf + Ws [g]:	12,06	LP	23		
<b>Límite Líquido</b>					
Nº Golpes	Peso Pf	Pf + Ww	Pf + Ws	% Humedad	
13	14,22	43,72	33,73	51	
20	9,58	39,93	30,26	47	
38	14,35	38,77	31,04	46	
LL	47				



Índice de Plasticidad	
LP	24

### MUESTRA 2 (Zona Baja)

Clasificación de Suelos					
Fecha Ensayo: Marzo 2018					
Tipo de Suelo			MUESTRA 2		
<b>Límite Plástico</b>					
Ppf [g]:	14,2	Peso Suelo Húmedo		5,05	
Ppf + Ww [g]:	19,25	Peso Suelo Seco		3,77	
Ppf + Ws [g]:	17,97	LP	34		
<b>Límite Líquido</b>					
Nº Golpes	Peso Pf	Pf + Ww	Pf + Ws	% Humedad	
13	9,35	39,93	29,73	50	
21	9,61	33,34	25,05	54	
32	14,53	39,61	31,41	49	
LL	51				



Índice de Plasticidad	
LP	17

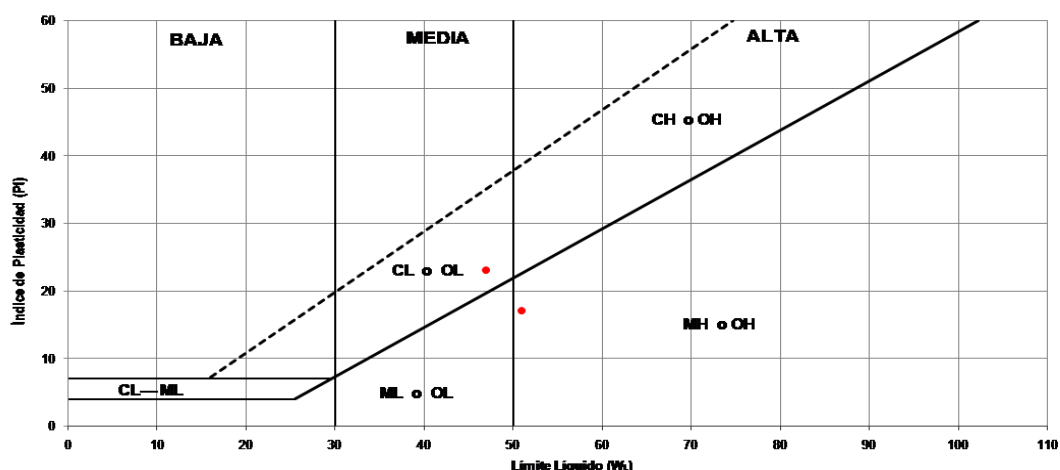
Obtenidos el límite líquido y el índice de plasticidad (LL-IP) procedemos al reconocimiento del suelo a través de la carta de Casagrande. En ella se dibujan como abscisas los límites líquidos obtenidos de las muestras y como ordenadas los índices plásticos. La misma divide a los suelos finos en 6 zonas:

- Limos inorgánicos, simbolizados con la letra M.

- Arcillas inorgánicas, representadas con la letra C.
- Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O.

Cada uno de estos tres tipos de suelo se subdivide según su límite líquido en dos grupos. Si tienen su LL menor de 50% son suelos de compresibilidad baja y se representan con la letra L (Lowcompressibility), obteniendo por esta combinación los grupos *ML*, *CL*, *OL*. Los suelos finos con LL mayor a 50%, de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo la letra H (highcompressibility), teniéndose así los grupos *MH*, *CH* y *OH*.

La compresibilidad de un suelo es función directa del límite líquido, de modo que un suelo es más compresible a mayor límite líquido.



En esta figura se pueden observar los resultados obtenidos.

La Muestra 1 (con LL=47%) está contemplada en el grupo CH y la Muestra 2 (con LL= 52%) se encuentra en el grupo OL. Son suelos en donde una pequeña adición de materia orgánica coloidal hace que el LL de una arcilla inorgánica crezca, sin apreciable cambio de su Índice de Plasticidad.

#### 11.4.2.3 Profundidad de la Napa freática y calidad del agua potable.

Debido a la dificultad de que conlleva realizar este tipo de estudios y la falta de herramientas necesarias, se consultó la profundidad de la napa freática a lugareños que han realizado perforaciones para la obtención de agua potable, quienes también comentaron sobre la calidad de la misma. Estos aseguran que la primera napa se encuentra entre los 8 y 10 m, y la segunda napa entre 20 y 25 m.

De la cooperativa de agua potable de la Aldea nos proporcionaron el último análisis físico-químico del agua proveniente del pozo de consumo, que se encuentra a 55 m de profundidad. Este examen indica que las muestras analizadas cumplen con los parámetros microbiológicos exigidos por el artículo 983 del CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO para agua potable.

#### 11.4.2.4 Altimetría del terreno.

Con elementos topográficos, tales como nivel óptico, miras, cintas y otras herramientas se hizo un reconocimiento de los distintos niveles que tiene el terreno.

Para realizar esta tarea se conformó una cuadrícula de 34 puntos, cada 10 y 20 m aproximadamente con el fin de obtener los perfiles del sitio.

En la primera imagen se muestra en distintos colores las líneas de los puntos relevados. Cada uno de estos puntos fue enumerado como puede observarse en el plano adjunto y de esta manera se confeccionaron los perfiles que se ubican debajo de cada una de las imágenes.

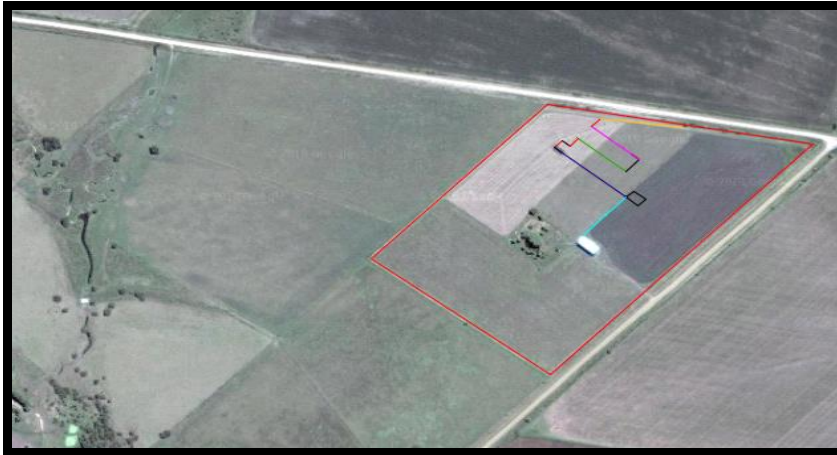


Figura 44: IMAGEN A - Ubicación de puntos relevados. Fuente: propia.

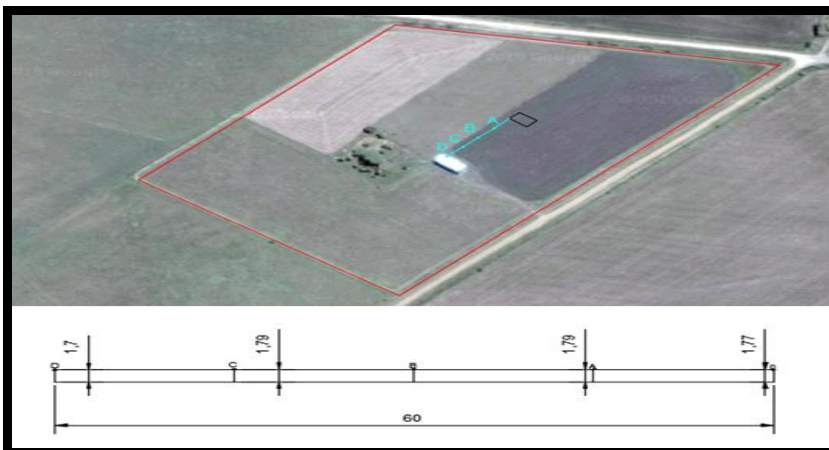


Figura 45: IMAGEN B - Ubicación de puntos relevados. Fuente: Propia.

En esta imagen, podemos observar el primer perfil realizado, el cual tiene una altimetría muy regular.

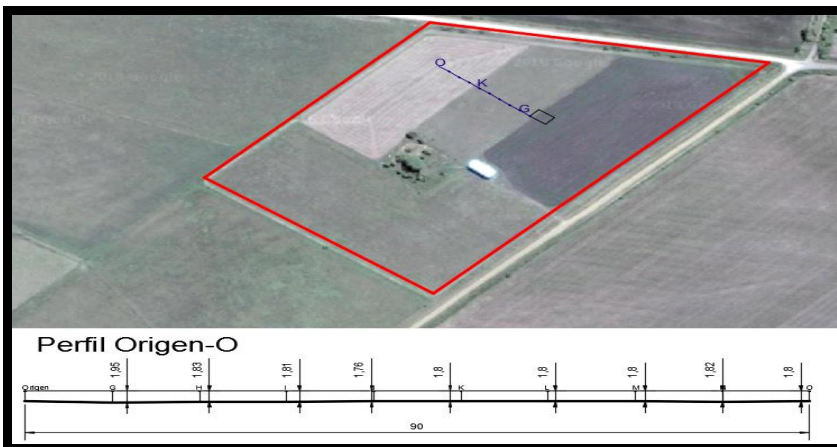
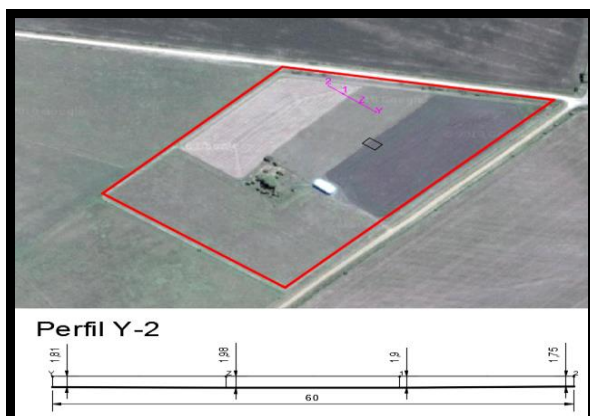


Figura 46: IMAGEN C – Ubicación de puntos relevados. Fuente: Propia.

En la siguiente imagen puede observarse que el desnivel del terreno también es mínimo. Tomamos como origen de lectura un vértice del playón (destinado a compostaje) y continuamos realizando lecturas de puntos hacia el lugar tentativo de la construcción de trincheras, es decir al Noroeste del terreno.



Fuente 47: IMAGEN D – Ubicación de puntos relevados. Fuente: Propia.

La siguiente nos muestra otro perfil transversal del terreno donde podemos ver un escasa variación de niveles.



Figura 48: IMAGEN E – Ubicación de puntos relevados. Fuente: Propia.

Nuevamente observamos otro perfil transversal en el cual incrementamos la cantidad de puntos estudiados.

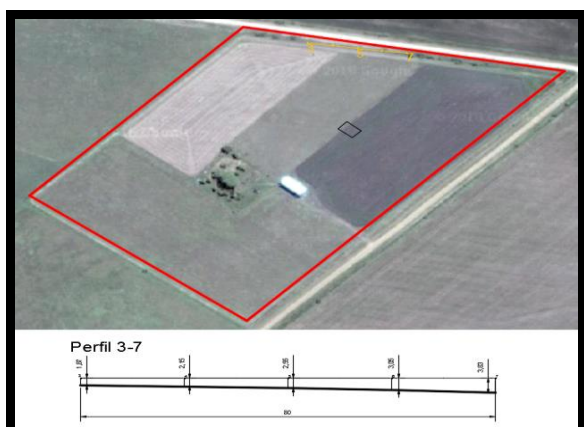


Figura 49: IMAGEN F – Ubicación de puntos relevados. Fuente: Propia.

Este último perfil corresponde a una parte del perímetro del terreno, donde el desnivel es muy marcado y se puede ver con claridad la zona más alta.

En resumen, con la altimetría realizada se pudo detectar que el nivel del terreno es poco significativo. De todos modos logramos reconocer una zona que posee mayor elevación y que para nosotros es de gran interés y utilidad.

Concretada esta investigación determinamos el sitio en donde colocaremos las trincheras para la disposición final de los RSU, ubicado al Noroeste del terreno.

### **11.4.3 Planta de tratamiento de RSU**

A continuación se describen los equipos existentes para el tratamiento de los residuos

#### **Área de recepción y separación de residuos orgánicos:**

1. TOLVA DE RECEPCION: la tolva de recepción tiene una capacidad 5 m<sup>3</sup> y está integrada y hermanada con el bastidor de la cinta de elevación en forma perpendicular. La misma se encuentra al ras del piso. Construida en chapa de acero de espesor de 3,2mm con armazón y refuerzos L38x44.7 y planchuela 38x4.7.

2. CINTA DE ELEVACION: cinta transportadora DIMEC CE08060 para elevar el residuo con una longitud aproximada de 10,00 metros con una inclinación de 35°, un ancho de banda de 600 mm y una potencia de 4 CV. Posee una velocidad de banda de 8m/min. La inclinación para extracción regulada desde tolva, posibilita trabajar a tolva llena e ir extrayendo paulatinamente el contenido de la misma. Cuenta con un motor eléctrico monofásico normalizado IEC con protección mínima IP54. Rodillos de apoyo en caño de acero de espesor 5,5 mm, montados sobre rodamientos blindados 2RS, con eje de diámetro 22 mm en acero SAE 1045. La banda será resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos y álcalis presentes en los residuos. La misma posee tacos de empuje metálico, de espesor 4,7 mm con labio superior reforzado, para bloquear el desplazamiento de las bolsas. Patas en perfil UPN80 con diagonales en ángulo L38x4.7, fijadas al piso mediante brocas metálicas expansivas.

Bastidor en chapa laminada en caliente espesor 3.2mm, con bridas y refuerzos en perfiles L38x4.7 y planchuela 38x4.7.

Bandejas colectora inferior estanca de espesor 3,2 mm, desmontable para reemplazo de perfiles de deslizamiento del retorno.

Barandas laterales en chapa laminada en caliente espesor de 2 mm, con soportes abullonados de espesor 4.7 mm. Tolva de descarga espesor 2 mm, con refuerzos en planchuela 38x4.7.

La provisión incluye los elementos de comando eléctrico (con variador de velocidad) integrados al tablero general de la instalación, y el conexionado eléctrico desde el tablero hacia los motores y elementos de comando y protección.

#### **Área de recuperación, clasificación y acondicionamiento de inorgánicos**

3. CINTA DE CLASIFICACIÓN: cinta transportadora DIMEC CE12080 de una longitud aproximada de 12 metros, con un ancho de banda 800 mm y una potencia de 3 CV con velocidad de banda de 14 m/min.

Motor eléctrico monofásico normalizado IEC, con protección mínima IP54.

Cuna de deslizamiento en chapa de espesor 3,2 mm integrada al bastidor de la cinta. Cuenta con rodillo de retornos auto limpiantes con ruedas independientes de material sintético. La banda transportadora es reforzada T120, espesor 4 mm, carcasa 100% poliéster, impregnación y cobertura superior en PVC, cara inferior sin cobertura. La misma es resistente al desgarramiento y ataque de ácidos grasos y álcalis presentes en la basura.

Patas en perfil UPN/UPA con diagonales en ángulo L38x4.7. Barandas laterales en chapa laminada en caliente espesor 2 mm con soportes abullonados en chapa de espesor 4.7 mm.

Tolva de descarga espesor 2 mm con refuerzos en planchuela 38x4.7.

#### 4. ESTRUCTURA ELEVADA PARA CINTA DE RECUPERACIÓN:

Tiene una longitud de 12 m y un ancho de 3.2 m. Altura: 2,2 m. Estructura de soporte y plataforma construida por largueros de perfil UPA4", patas de tubo 100x100x3.2, travesaños menores en L38x3.2, diagonales en L38x4.7. Piso de chapa semillada antideslizante.

El ancho mínimo de pasarela es de 60 cm para lograr una circulación cómoda de los operarios. Posee dos escaleras desarrolladas para acceso a la zona superior, con largueros de UPA4" y escalones antideslizantes. Huella 0,26 m y contrahuella 0,20 m.

Tanto las escaleras como la plataforma superior estarán previstas de barandas reglamentarias de altura 1.05 m, con pasamanos de tubo de diámetro 2", guarda rodillas en perfil L32x3.2 y guardapiés en planchuela de altura 100 mm.

Doce conductos de descarga de materiales seleccionados, de 600x400 mm de sección, construidos en chapa laminada en caliente con espesor de 1.6 y 3.2 mm, borde superior plegado ubicado a la misma altura que la baranda de contención de la cinta, con refuerzos de L38x4.7 y planchuelas de L38x4.7.

Todo el conjunto será fijado sobre el piso mediante brocas metálicas expansivas.

5. PRENSA VERTICAL PARA PLASTICOS / CARTON / TRAPOS: prensa compactadora vertical DEISA EV05 para prensar plásticos, papel, cartón y bolsas. Alta capacidad de compactación, para lograr fardos de hasta 250 Kg, con dimensiones de 0.90 x 0.60 x 0.90 m. Fuerza de prensado 20 ton. Actuación electrohidráulica, comando de válvula manual y enclavamientos de seguridad. Estructura cerrada, sin partes móviles a la vista. Cámara de compactación con puerta frontal en el sector de carga, con enclavamiento de seguridad. Con eyector de fardos. Comando eléctrico mediante guarda motor o contactor con relevo térmico.

### **Área de tratamiento mecánico-biológico de la fracción orgánica**

6. CARROS DE TRANSPORTE DE ORGÁNICO/ RECHAZO: acoplado para transporte de material de 4 ruedas DEISA AF50 con capacidad de carga de 5m<sup>3</sup>.

Apto para transporte de fardos o material de rechazo a granel a las trincheras. Las medidas de la caja son de 3,0X1,9X0,9 m. Chasis de larguero y de travesaños de chapa estampada espesor 4.7 mm y 3.2 mm, soldados. La caja de carga posee un piso de BG14, lisa sin nervaduras. Puertas laterales tipo batientes (permiten trabajar a caja cerrada y transportar material a granel), en chapa BG16 con plegados de refuerzo y trabas para retención durante el volcado de material.

Cuatro ruedas con llanta 16" de champa estampada y cubiertas neumáticas con cámara. Ejes macizos cuadrados de 2", montados sobre elásticos de acero desplazables, con puntas de ejes reforzadas, provistas de rodamientos de rodillos cónicos. Tren delantero con plato crapodina a bolillas. Lanza Pivotante para enganche de tractor agrícola.

#### 11.4.4 Disposición final: vertederos controlados.

Realizada la altimetría y los ensayos de suelo determinamos como solución para la disposición final un relleno sanitario manual.

**Relleno sanitario.** El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos urbanos que no causa peligros para la salud o la seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

##### 11.4.4.1 Tipos de relleno sanitario

- Relleno sanitario mecanizado
- Relleno sanitario semi mecanizado
- Relleno sanitario manual

**Relleno sanitario mecanizado.** El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería complejo, que va más allá de operar con equipos pesados. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

Para operar en este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.



**Relleno sanitario semi mecanizado.** Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSU en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de los residuos, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos se puede utilizar un tractor agrícola adaptado con una topadora o cuchilla y un rodillo para realizar la compactación.



**Relleno sanitario manual.** Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen menos de 15 t/día.

El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de equipos de baja capacidad. Para nuestro proyecto adoptaremos un relleno sanitario manual debido a la poca cantidad de residuos que genera la población de la Aldea SA.

#### 11.4.4.2 Métodos constructivos de un relleno sanitario

El método constructivo y operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario.

**Método de trinchera o zanja.** Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora. Los RSU se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.



Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. A partir de esto se deben construir canales perimetrales para captarlas y desviarlas. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.

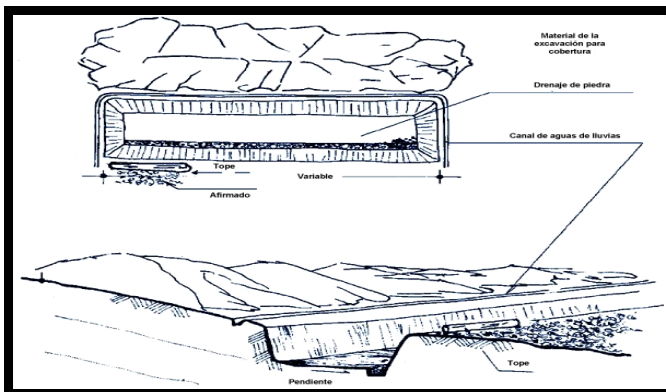


Figura 50: Método de trinchera o zanja. Fuente: "Curso de aprendizaje: Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales".

**Método de área.** En áreas donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar los residuos, éste puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno. Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad.

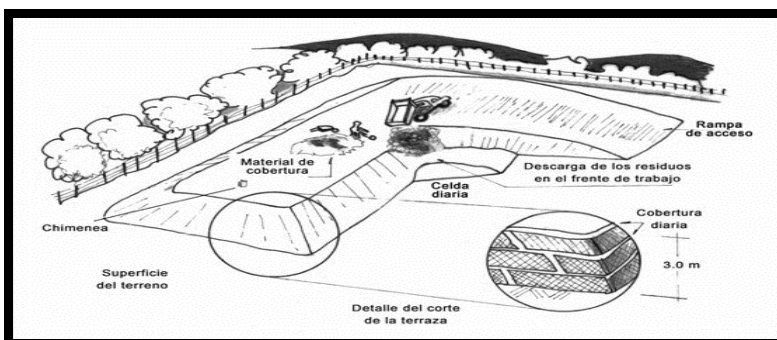


Figura 51: Método de área. Fuente: "Curso de aprendizaje: Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales".

**Combinación de ambos métodos.** Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados.

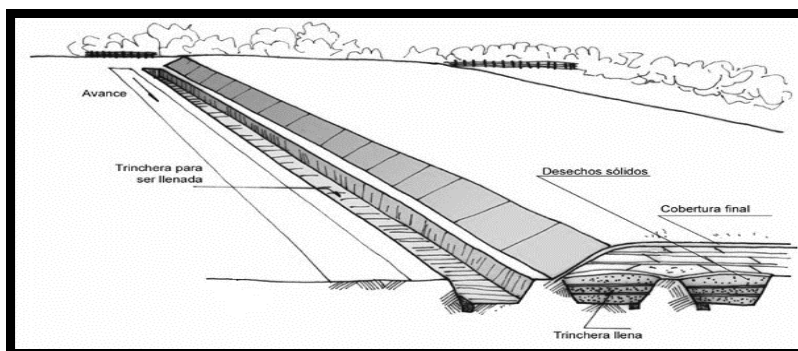


Figura 52: Combinación de ambos métodos. Fuente: "Curso de aprendizaje: Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales".

Definidos una vez estos conceptos y particularidades importantes de los rellenos sanitarios, estamos en condiciones de concretar cómo será nuestro relleno. En función de las características de la Aldea SA, como superficies, cantidad de habitantes, residuos generados, entre otros, adoptaremos un Relleno Sanitario Manual realizado con el Método de Trincheras.

### 11.4.5 Selección de sitio

A la hora de seleccionar el sitio en el predio de disposición final de RSU tuvimos en cuenta los siguientes requisitos:

- Las aguas en la napa freática deben estar mínimo 2 metros del fondo de la trinchera.
- Debe ser una zona alta a fin de evacuar los lixiviados y evitar inundaciones producto de las precipitaciones.

Con el estudio realizado en el presente anteproyecto resolvemos realizar la construcción de las trincheras en el Noroeste del terreno, tal como se observa en la figura:

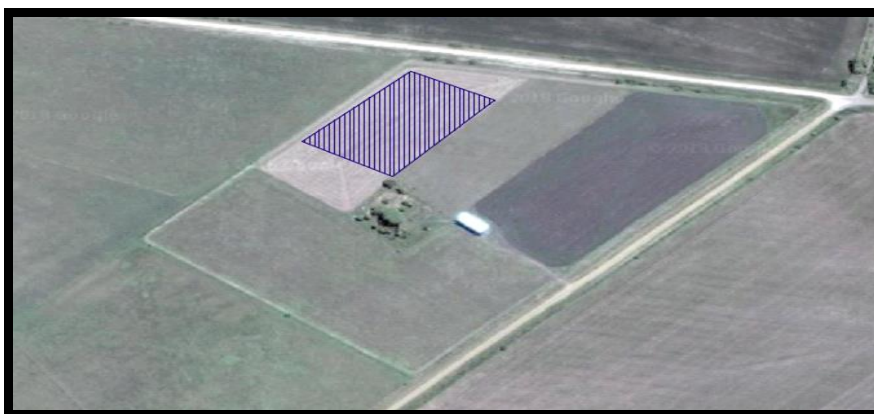


Figura 53: Ubicación de trincheras. Fuente: Propia.

Una vez seleccionado el sitio, procedemos a calcular la cantidad diaria de residuos generados por la población a fin de conocer el volumen necesario para la trinchera.

Un estudio realizado en 2011 estimó que la producción semanal de RSU era de 5000 kg y la población de Aldea San Antonio de 1153 habitantes, de donde obtuvimos que la generación por persona por día era de 0,62 kg/día

Actualmente contamos con una población de 2.213 habitantes por lo que podemos determinar que se generan 9596 kg/semana, lo que es igual a 1370 kg/día.

Calcularemos el volumen de la basura recolectada, no compactada. Teniendo en cuenta que 1 tonelada de basura no compactada equivale a cerca de 4 m<sup>3</sup>, por lo tanto:

$$\text{Vol. recolectado} = 1,37 \text{ ton/día} * 4 \text{ m}^3/\text{ton}$$

$$\text{Vol. recolectado} = 5,48 \text{ m}^3/\text{ton}$$

Admitiendo que la densidad de la basura compactada manualmente en los rellenos puede alcanzar hasta unos 400 kg/m<sup>3</sup> podemos calcular el volumen de relleno:

$$\text{Vol. recolectado} = \frac{1370 \text{ kg/día}}{400 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Vol. recolectado} = 3,425 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para calcular el volumen diario de la trinchera considerando un 20% como material de cubierta:

$$\text{Vol. diario} = 3,425 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 1,2$$

$$\text{Vol. diario} = 4,11 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Determinando así que por día la trinchera recibirá 4, 11 m<sup>3</sup>

## 11.4.6 Reacciones que se generan en un relleno sanitario

### Cambios físicos, químicos y biológicos

Los RSU depositados en un relleno sanitario presentan una serie de cambios físicos, químicos y biológicos de manera simultánea e interrelacionada. Estos cambios se describen a continuación a fin de dar una idea de los procesos internos que se presentan cuando los residuos son confinados.

**Cambios físicos.** Los cambios físicos más importantes están asociados con la compactación de los RSU, la difusión de gases dentro y fuera del relleno

sanitario, el ingreso de agua y el movimiento de líquidos en el interior y hacia el subsuelo, y con los asentamientos causados por la consolidación y descomposición de la materia orgánica depositada.

El movimiento de gases es de particular importancia para el control operacional y el mantenimiento del sistema. Por ejemplo, cuando el biogás se encuentra atrapado, la presión interna puede causar agrietamiento de la cubierta y fisuras, lo que permite el ingreso de agua de lluvia al interior del relleno sanitario, lo que provoca mayor generación de gases y lixiviados. Lo anterior contribuye a que se produzcan hundimientos y asentamientos diferenciales en la superficie y que se desestabilicen los terraplenes por el mayor peso de la masa de desechos.

**Reacciones químicas.** Las reacciones químicas que ocurren dentro del relleno sanitario e incluso en los vertederos a cielo abierto abarcan la disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en los líquidos que se infiltran a través de la masa de RSU, la evaporación de compuestos químicos y agua, la adsorción de compuestos orgánicos volátiles afectan la disolución de metales y sales metálicas. Esto es de suma importancia ya que la descomposición de los productos orgánicos reside en que estos materiales pueden ser transportados fuera del relleno sanitario o del vertedero a cielo abierto con los lixiviados.

**Reacciones biológicas.** Las más importantes reacciones biológicas que ocurren en los rellenos sanitarios son realizadas por los microorganismos aerobios y anaerobios, y están asociadas con la fracción orgánica contenida en los RSU. El proceso de descomposición empieza con la presencia del oxígeno (fase aerobia); una vez que los residuos son cubiertos, el oxígeno empieza a ser consumido por la actividad biológica. Durante esta fase se genera principalmente dióxido de carbono. Una vez consumido el oxígeno, la descomposición se lleva a cabo sin él (fase anaerobia): aquí la materia orgánica se transforma en dióxido de carbono, metano y cantidades de amoníaco y ácido sulfhídrico.

#### 11.4.7 Generación de líquidos y gases

Casi todos los residuos sólidos sufren cierto grado de descomposición, pero es la fracción orgánica la que presenta los mayores cambios. Los subproductos de la descomposición están integrados por líquidos, gases y sólidos.

**Líquido lixiviado o percolado.** La descomposición o putrefacción natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado.

Las aguas de lluvia que atraviesan las capas de basura aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los RSU, de ahí que sea importante interceptarlas y desviarlas para evitar el incremento de lixiviado; de lo contrario, podría haber problemas en la operación del relleno y contaminación en las corrientes y nacimientos de agua y pozos vecinos.

**Gases.** Las trincheras se comportan como un digestor anaerobio. Debido a la descomposición o putrefacción natural de los RSU, no solo se producen líquidos sino también gases y otros compuestos. La descomposición de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio tiene dos etapas: aerobia y anaerobia.

La aerobia es aquella fase en la cual el oxígeno que está presente en el aire contenido en los intersticios de la masa de residuos enterrados es consumido rápidamente.

La anaerobia, en cambio, es la que predomina en el relleno sanitario porque no pasa el aire y no existe circulación de oxígeno, de ahí que se produzcan cantidades apreciables de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), así como trazas de gases de olor punzante, como el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), amoníaco (NH<sub>3</sub>) y mercaptanos.

El gas metano reviste el mayor interés porque, a pesar de ser inodoro e incoloro, es inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15% en volumen; los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno y aprovechan cualquier fisura del terreno o permeabilidad de la cubierta para salir. Cuando el gas metano se acumula en el interior del relleno y migra a las áreas vecinas, puede generar riesgos de explosión. Por lo tanto, se recomienda una adecuada ventilación de este gas, aunque en los pequeños rellenos este no es un problema muy significativo.

#### **11.4.8 Hundimientos y asentamientos diferenciales**

En el relleno sanitario se producen también hundimientos (asentamientos uniformes o fallas) que son el problema más obvio y fácil de controlar con una buena compactación; además, asentamientos diferenciales en la superficie, que con el tiempo originan depresiones y grietas de diversos tamaños, lo que causa encharcamientos de agua y un incremento de lixiviados y gases. Estos problemas dependen de la configuración y altura del relleno, del tipo de desechos enterrados, del grado de compactación y de la precipitación pluvial en la zona.

#### **11.4.9 Principios básicos de un relleno sanitario**

Se considera oportuno resaltar las siguientes prácticas básicas para la construcción, operación y mantenimiento de un relleno sanitario:

- Supervisión constante durante la construcción con la finalidad de mantener un alto nivel de calidad en la construcción de la infraestructura del relleno y en las operaciones de rutina diaria, todo esto mientras se descarga, recubre la basura y compacta la celda para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica tener una persona responsable en su operación y mantenimiento.

- Desviación de las aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario.

- Considerar la altura de la celda diaria para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad.

- El cubrimiento diario con una capa de 0,10 a 0,20 metros de tierra o material similar.

- La compactación de los RSU con capas de 0,20 a 0,30 metros de espesor y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, pues con él se puede alcanzar, a largo plazo, una mayor densidad y vida útil del sitio.

- Lograr una mayor densidad (peso específico), pues resulta mucho más conveniente desde el punto de vista económico y ambiental.

- Control y drenaje de lixiviados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.

- El cubrimiento final de unos 0,40 a 0,60 metros de espesor se efectúa con la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que pueda generar y sostener la vegetación a fin de lograr una mejor integración con el paisaje natural.

#### **11.4.10 Importancia de la cobertura**

El cubrimiento diario de los residuos y la cobertura final del relleno sanitario con tierra es de vital importancia para el éxito de esta obra. Ello debe cumplir las siguientes funciones:

- Minimizar la presencia y proliferación de moscas y aves.
- Impedir la entrada y proliferación de roedores.
- Evitar incendios y presencia de humos.
- Reducir los malos olores.
- Disminuir la entrada de agua de lluvia a la basura.
- Orientar los gases hacia los drenajes para evacuarlos del relleno sanitario.
- Darle al relleno sanitario una apariencia estética aceptable.
- Servir como base para las vías de acceso internas.
- Permitir el crecimiento de vegetación.

A continuación, en el correspondiente Proyecto Ejecutivo N°2 se describen los métodos a seguir para la elaboración del relleno sanitario.

## **12. PROYECTO EJECUTIVO N°2: EXPLORACION DEL NUEVO PREDIO DE DISPOSICION FINAL Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

El presente proyecto ejecutivo tiene como fin la puesta en funcionamiento del Centro de Disposición Final de la localidad de Aldea San Antonio.

Para ello se procede a la planificación de logística, diseño y dimensionamiento de la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos de la ciudad.

En primer lugar haremos referencia a las cuestiones relacionadas con la capacitación a los ciudadanos, la recolección diferenciada, puntos limpios y el acarreo de RSU al Centro de Disposición Final.

Luego procedemos a la puesta en funcionamiento del nuevo sitio, diseñando y dimensionando las diferentes áreas que hacen a éste un centro de disposición final de Residuos considerando las construcciones ya existentes.

Luego se plantea el plan de operaciones que se llevara a cabo para lograr el correcto funcionamiento y control del mismo.

### **12.1 Objetivo y destino del proyecto**

Para poner en marcha este proyecto plantearemos una capacitación en las escuelas previo al inicio del mismo a fin de divulgar y educar a los ciudadanos, dando a conocer el plan de gestión integral a desarrollar en la localidad.

Deberán estar contemplados los conceptos básicos de concientización ambiental, los métodos de separación de residuos y se informaran tanto los días de recolección como los sitios en donde estarán ubicados los diferentes puntos limpios. También se repartirán elementos para motivar a los ciudadanos a colaborar con el proyecto, como bolsas de los diferentes colores, tachos, entre otros.

Paralelo a la concientización se comenzara con los trabajos de acondicionamiento del nuevo predio. Dado que ya cuenta con la nave industrial que alberga la planta de residuos y el playón de compostaje con su correspondiente planta de tratamiento de lixiviados, comenzaremos con la apertura del relleno sanitario manual, caminos, drenajes y todas las construcciones complementarias necesarias para el correcto funcionamiento.

Superada la etapa de concientización, la instalación de puntos limpios y concluidas las tareas de acondicionamiento del predio damos comienzo a la puesta en funcionamiento del Centro de Disposición Final. Por el volumen de RSU que se generan en la Aldea se proponen 3 días en la semana de

recolección en donde un día se colectaran los residuos orgánicos, otro los inorgánicos y por último los residuos patógenos.

Los residuos orgánicos se volcaran en el playón de compostaje, serán tratados y luego se dispondrán en trincheras. Por otro lado los residuos inorgánicos serán acumulados para luego ser procesados y separados en la Planta de RSU, la misma se pondrá en funcionamiento una vez por semana. En cuanto a los patógenos, serán depositados en unas trincheras especiales para ellos, debido a que no pueden estar mezclados con los residuos orgánicos ya que pueden hacer que el resto se transforme en peligroso.

## 12.2 Criterios de diseño

El presente proyecto ejecutivo se dividió en tres partes de acuerdo a las diferentes necesidades que fueron mencionadas en los párrafos anteriores:

- 1) Capacitación y Diseño.
- 2) Plan de construcción del Relleno y acondicionamiento del nuevo predio.
- 3) Plan de operación.

## 12.3 Plan de capacitación

### 12.3.1 Programa de capacitación

En este inciso se plantean las posibles capacitaciones a distintos sectores de la población con el fin de abarcar la mayor parte de la misma.

Planteamos las capacitaciones en escuelas y a pequeños productores, pero también se sugieren que se hagan campañas vecinales, en oficinas y a todo ente que el municipio considere necesario.

#### 12.3.1.1 Capacitación en Escuelas

Con el fin de llegar a todos los hogares se concientizará en primer lugar en escuelas.

Se sugieren concientizaciones en horario de clases con material para que los alumnos lleven a sus hogares. También se proponen concursos grupales a fin de incentivarlos.

Se tomó como guía el “Plan de gestión de residuos en las escuelas” impulsado por el gobierno de Buenos Aires.

Dicha capacitación cuenta de dos partes, una para los docentes/adultos y otra para los alumnos.

#### **Capacitación para docentes/alumnos**

Se plantea un índice con explicación de cada uno de la información necesaria.

1. Plan de “Gestión integral de residuos” en las escuelas

Breve explicación de que trata el plan con sus objetivos e intervinientes.



## 2. Rol del establecimiento.

En este inciso se informará sobre los siguientes temas:

- Presentación de plan de gestión de residuos.
- Plantear la posibilidad de designar un referente ambiental en cada escuela.
- Capacitación de alumnos, personal docente y no docente a través de material educativo referente a la separación diferenciada.
- Entrega de equipamiento.
- Seguimiento y evaluación.

## 3. Formación de los docentes.

Se dará al docente la información necesaria para un mejor entendimiento del plan y que a su vez pueda compartirla.

Deberán ser explicados, como mínimo, los siguientes títulos:

- Tipo de residuos, volumen generado por la aldea.
- Tratamiento de residuos inorgánicos.
- Tratamiento de residuos orgánicos.
- Circuito de recolección de basura.
- Disposición final.
- Fabricación de productos a partir de residuos.
- Beneficios ambientales y sociales.

## 4. Actividades educativas.

Es positivo el planteo de actividades para que el plan deje de ser teórico y se ponga en práctica como hábito de todos los días.

### ***Guía para alumnos.***

De la misma forma que la guía anterior, se toma como referente la guía para alumnos planteada por el gobierno de Buenos Aires.

#### 1. Introducción.

Breve desarrollo de la guía.

#### 2. Residuos en la aldea.

Se informará a los alumnos sobre los siguientes puntos:

- Tipo de residuos que genera la aldea.
- Tipo de gestión.
- Etapa de los residuos.
- Puntos limpios.
- Lugar de disposición final.

- Recomendaciones (Que hacer, como separar, etc.)
- Beneficios ambientales y sociales.

### 3. Actividades educativas.

Planteo de actividades por parte del docente para que los alumnos pongan en práctica el conocimiento adquirido.

#### 12.3.1.2 Capacitación a pequeños productores

Se propone la capacitación a este sector dada la cantidad de productores en la zona, generadores de desechos contaminantes.

La capacitación debe hacer hincapié en sus productos específicos y debe estar acompañado de un plan o propuesta evaluada por el municipio que contemple una recolección especial, siempre y cuando los residuos puedan ser tratados en el nuevo predio. De no corresponder, el municipio debe brindar una solución a los mismos a fin de evitar la quema o el entierro de este tipo de RSU.

A partir del relevamiento realizado se observa que los productores generan en mayor proporción residuos orgánicos. Por lo que es necesario dar a conocer en qué consiste la técnica de compostaje.

Se plantea un índice para la formación de una breve guía.

#### 1. Introducción.

Planteo de la técnica a utilizar, objetivos e intervinientes.

#### 2. Tratamiento de residuos orgánicos: compostaje.

Dicho capítulo tendrá que poseer, como mínimo, la siguiente información:

- ¿Qué es el compostaje?
- Como realizar el compostaje.
- Equipamiento necesario.
- Beneficios ambientales.

### 12.3.2 Puntos limpios

Como parte del proyecto integral de RSU se plantea la colocación de tachos plásticos de dimensión 1m<sup>3</sup> de colores verdes y amarillos ubicados en distintos puntos de la ciudad.

Estos tachos son fabricados con PAED (**polietileno de alta densidad**) con aditivos UV de excelente resistencia al envejecimiento, a la intemperie, agentes químicos e impactos.

Diseñados para la separación de papel, cartón, plásticos, vidrios y metales. El vaciado es manual, puede ser llevado a cabo por operario sin necesidad de hidrogrúas, apto para pequeños municipios. Se utiliza con bolsones de Rafia de 1 m<sup>3</sup> el cual es anclado por 4 ganchos.

La operatoria de vaciado es muy sencilla, se destraba el capuchón de la campana y se retira. Una vez desenganchado el bolsón, se aísla el cuerpo lateral de la campana para poder retirarlo y colocar otro vacío. Equipado con cierres metálicos triangulares de seguridad anti-vandalismo.

Su capacidad de carga es de 5000 kg y su capacidad en cuanto a volumen es de 1m<sup>3</sup>. Estarán asentados sobre una base de hormigón calidad H8, con un espesor de 10cm. Tendrán como refuerzo un malla sima de Φ5mm de 15cmx15cm.

Dimensiones de los tachos:

- Ancho: 110 cm
- Alto: 130 cm
- Profundidad: 110 cm

Las demás especificaciones se encuentran en el plano adjunto. **Ver Plano N° 12.01.1**



Se seleccionaron puntos estratégicos: lugares públicos, de gran tránsito y fácil acceso para su ubicación a fin de facilitar la tarea del usuario. **Ver Plano N° 12.01.2**

Para que los Puntos Limpios funcionen, es necesario que los vecinos viertan los residuos previamente separados y los depositen en los contenedores específicos.

El vecino accederá a la zona de acopio donde depositará los residuos en su correspondiente volquete dispuestos en el sector de volcado de residuos. Solo se admiten botellas plásticas, papel y cartón.

Cada punto limpio dispone de 2 contenedores específicos, según se detalla a continuación.

- Tachos amarillo: Botellas plásticas
- Tachos Verde: Papeles, Cartón, Tetra Brick, vidrio.

No está permitido el volcado de residuos orgánicos, metálicos, peligrosos, restos de poda.

Los puntos limpios determinados son:

1. Municipalidad de Aldea San Antonio.
2. Club Social y Deportivo San Antonio.
3. Centro de Salud.
4. Estación de servicio.

La recolección de los puntos limpios corresponderá al mismo día de recolección de residuos inorgánicos. En bolsas diferenciadas para facilitar el trabajo en el predio de disposición final.

Las botellas serán compactadas y apiladas formando fardos que luego serán comercializados. Por otro lado, el papel será acopiado hasta tener una cantidad suficiente para su venta, al igual que el cartón y el vidrio.

### 12.3.3 Plan de Recolección

Los días de recolección serán los que existen actualmente, definiremos los residuos a recolectar en cada uno de ellos de acuerdo al plan estratégico del sitio de disposición final de RSU.

Día	Tipo de residuo
Lunes	Orgánico - Patológicos
Miércoles	Inorgánico - Patológicos
Viernes	Orgánico - Patológicos

Debido a que los residuos orgánicos se pueden descomponer de forma rápida, se asignaron dos días para este tipo de residuo.

Se dispone el recorrido en el **Plano N° 12.02**

## 12.4 Plan de construcción del relleno

### 12.4.1 Memoria de Cálculo

En esta sección se presenta el diseño de los componentes del Centro de Disposición Final, siendo el principal el relleno sanitario donde se dispondrán los residuos. Además, se dimensionan y describen los componentes estructurales complementarios y se establece su disposición espacial en el predio.

Resulta de suma importancia estimar la población futura que tendrá la comunidad, a fin de calcular la cantidad de RSU que se deberá disponer diaria y anualmente a lo largo de la vida útil del relleno sanitario.

Para realizar los cálculos, utilizaremos el estudio demográfico de la población que se desarrolló en el relevamiento específico del presente Proyecto con una tasa de crecimiento de 5,88 %, donde obtuvimos:

- Población en 2017: 2.213 habitantes.
- Población en 2020: 2.625 habitantes.
- Población en 2030: 4.650 habitantes.
- Población en 2040: 8.233 habitantes.

- Población en 2060: 25.813 habitantes.

A continuación procedemos al cálculo del volumen y área del vertedero controlado.

#### 12.4.1.1 Volumen total del relleno

Consideramos el cálculo realizado en el Anteproyecto N°2 del volumen del relleno sanitario para el primer año de vida útil de la trinchera:

$$Vol. diario = 4,11 \frac{m^3}{dia}$$

Contemplando una vida útil de 10 años, con una generación per cápita de residuos de 0,62 kg/día se obtiene:

Volumen del relleno sanitario para el primer año:

$$Vrs = 4,11 \frac{m^3}{dia} * 365 dias$$

$$Vrs = 1500,15 \frac{m^3}{año}$$

Para conocer el volumen total ocupado durante la vida útil, se tiene la siguiente fórmula:

$$Vrs_{vu} = \sum_{i=1}^{20} Vrs$$

Siendo

VRSvu = Volumen relleno sanitario durante la vida útil (m3).

Se presenta el siguiente cuadro donde se observa la generación de residuos de la población desde el primer año de diseño hasta el último, considerando que la tapada es de un 20% del volumen diario.

Año vida util	Poblacion	GPC (Kg/hab. Dia)	RSU (Kg/Total. Dia)
1	2212	0,62	1646
2	2342	0,62	1743
3	2480	0,62	1845
4	2626	0,62	1954
5	2780	0,62	2069
6	2944	0,62	2190
7	3117	0,62	2319
8	3300	0,62	2455
9	3494	0,62	2600
10	3700	0,62	2753
			21573

Tabla 15: Generación de residuos en el primer año de diseño. Fuente: Propia.

Por lo tanto, el volumen total del vertedero no compactado será:

$$V_{total} = 21.573 \frac{kg}{dia} * 365 dias$$

$$V_{total} = 7.874.145 kg$$

Al igual que el cálculo efectuado en el Anteproyecto N°2 para el cálculo del vertedero consideramos que la densidad de los residuos compactada manualmente en los rellenos puede alcanzar hasta unos 400 kg/m<sup>3</sup> podemos calcular el volumen total compactado del relleno:

$$V_{total} = \frac{7.874.145 kg}{400 \frac{kg}{m^3}}$$

$$V_{total} = 19.685,4 m^3$$

#### 12.4.1.2 Área necesaria

Con el volumen estimaremos el área requerida para la construcción del relleno sanitario, con la profundidad o altura que tendrá el relleno.

Para estimar el área necesaria, basta con definir una altura de coronamiento del relleno sanitario (h). En este caso se tomará un valor medio de 3 m, el cual representa solamente el volumen del cuerpo de residuos y el material de cobertura intermedio, sin contabilizar la altura de la capa impermeabilizante, los taludes y la cobertura final. De esta manera, el área del relleno sanitario rondaría el siguiente número:

$$A_{RS} \cong \frac{V_T}{h} = \frac{19.685,4 m^3}{3 m} = 6.561,8 m^2$$

El área del relleno sanitario es de 0,65 hectáreas.

Finalmente, se calcula de forma aproximada el área total necesaria considerando que el porcentaje de área ocupada por las instalaciones e infraestructura complementarias guarda una relación directa con el tamaño del relleno sanitario. Si bien estos componentes adicionales serán dimensionados en detalle, se tomará como criterio para el cálculo del área total una demanda adicional del 40% del área del relleno sanitario.

$$A_{RS} = 0,65 ha * 1,4$$

$$A_{RS} = 0,91 ha$$

### Ver Plano N° 12.03

#### 12.4.1.3 Dimensionamiento de la trinchera

Los rellenos sanitarios para residuos urbanos son obras de ingeniería construidas en el suelo y muchas de sus estructuras o partes son ejecutadas con tierra.

Entre las principales obras de un relleno podemos mencionar: construcción de terraplenes, construcción de bermas de equilibrio, excavación de trincheras,

excavación de canales de drenaje, construcción de accesos en tierra y de capas de tierra compactada para impermeabilización o protección.

En las etapas de construcción y operación, uno de los principales aspectos que se debe tener en cuenta para los rellenos sanitarios manuales es la estabilidad de los taludes de tierra y de los terraplenes de residuos.

Taludes en terraplén: en relación con los taludes de residuos para la conformación de los terraplenes en el relleno sanitario manual, se recomienda 2:1 o 3:1. Se garantizará su estabilidad con una buena compactación manual de los residuos y la construcción de taludes compuestos con berma intermedia.

La forma adoptada para el relleno sanitario es la de un trapecio compuesto por una pirámide truncada. De esta manera, al definir la forma del sólido, se pueden calcular con precisión las dimensiones de la estructura en base al volumen del cuerpo de residuos estimado anteriormente.

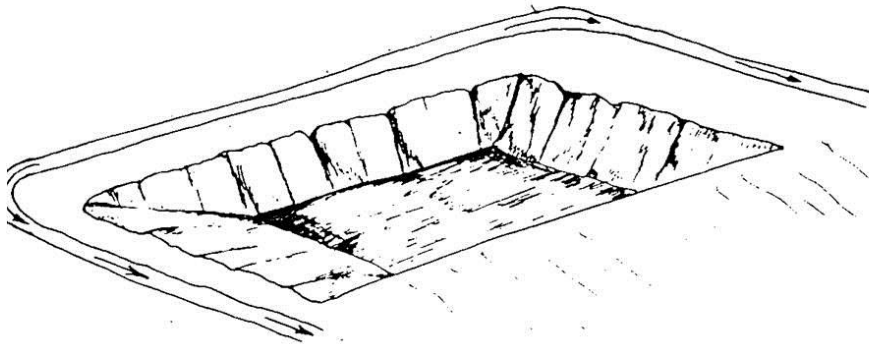


Figura 54: Trinchera. Fuente: Propia.

El volumen de la pirámide está dado por la siguiente relación:

$$V = \frac{h(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1A_2})}{3}$$

$V$  = *volúmen del prismoide*

$h$  = *altura del tronco de la pirámide*

$A_1$  = *área menor*

$A_2$  = *área mayor*

La relación entre las áreas menores y mayores se define de acuerdo a los taludes perimetrales del relleno. En este caso se trabajará con una inclinación 2H:1V, tanto para los taludes inferiores como superiores, formando un ángulo respecto a la horizontal de 27° aproximadamente, valor que se encuentra por debajo del ángulo de reposo (inclinación máxima respecto a la horizontal) para suelos arcillosos.

Habiendo establecido estas relaciones geométricas, se continúa con el cálculo de las dimensiones del cuerpo de residuos. La operación consiste en despejar

de la fórmula del volumen las magnitudes correspondientes a los lados de las bases de las pirámides truncadas.

$$V_T = \frac{h * (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2})}{3}$$

A efectos de la resolución de este cálculo determinamos que:

$$A_1 = L_{1a} * L_{1b}; \text{ consideramos } L_{1b} = 3 * L_{1a}$$

$$A_2 = L_{2a} * L_{2b}; \text{ consideramos } L_{2b} = 3 * L_{2a}$$

$$L_2 = L_1 + 2 * (h * \tan(27^\circ))$$

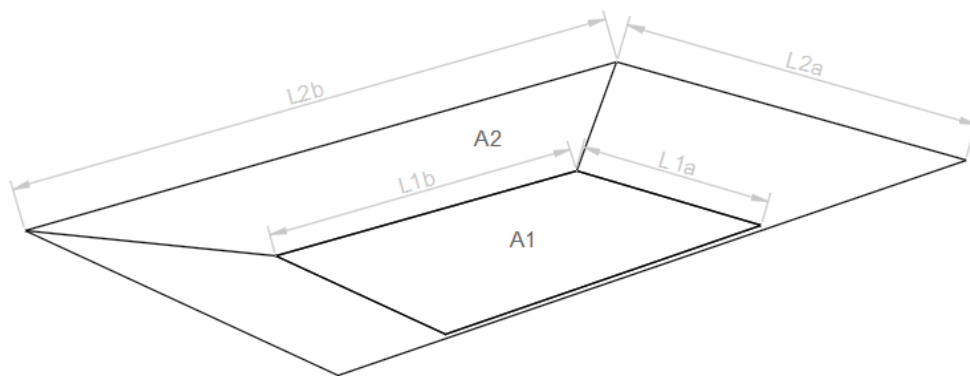


Figura 55: Dimensionamiento de trinchera. Fuente: Propia.

$$V_T = \frac{h * (3L_1^2 + 3L_2^2 + \sqrt{9 * L_1^2 L_2^2})}{3}$$

$$V_T = \frac{h * (3L_1^2 + 3L_2^2 + 3L_1 L_2)}{3}$$

$$V_T = \frac{h * 3(L_1^2 + L_2^2 + L_1 L_2)}{3}$$

$$\frac{V_T}{h} = (L_1^2 + (L_1 + (2 * \tan(27^\circ)))^2 + L_1 * (L_1 + 2 * \tan(27^\circ)))$$

**Con  $V_T = 19.685,4 \text{ m}^3$  y  $h = 3 \text{ m}$**

Resolviendo la ecuación se obtienen los siguientes resultados:

**$L_{1a} = 45,257 \approx 45 \text{ m}$**

Reemplazando en las ecuaciones iniciales se obtienen los siguientes resultados:

**$L_{1b} = 135,3 \approx 135 \text{ m}$**



$$L2a = 48 \text{ m}$$

$$L2b = 144 \text{ m}$$

$$A_2 = 0,689 \text{ ha}$$

$$A_1 = 0,64 \text{ ha}$$

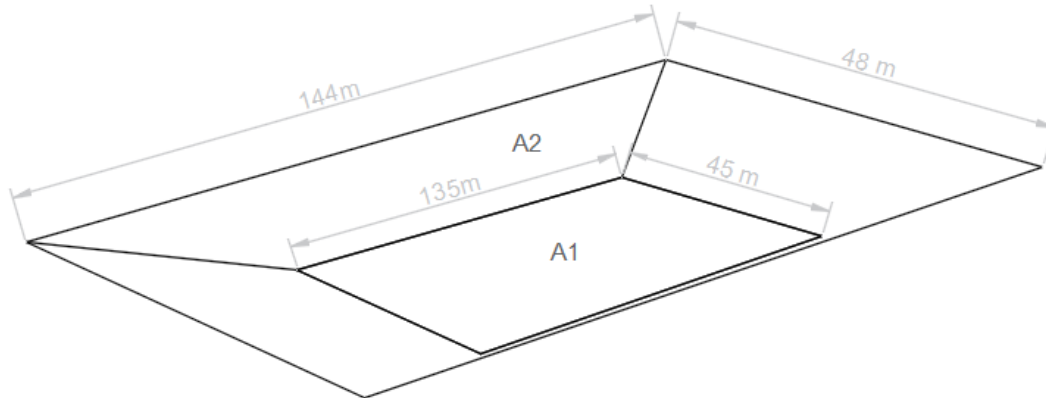


Figura 56: Dimensionamiento de trinchera. Fuente: Propia.

#### 12.4.1.4 Dimensionamiento de Celdas

El llenado del relleno se realiza a través de la disposición diaria de los residuos en forma de capas o celdas. Se trabajará con capas horizontales (en lugar de capas inclinadas sobre un talud) por el hecho de que se facilita la tarea de los operarios y mejora la compactación manual de los residuos y la cobertura.

Se establecerán criterios de uniformidad a los fines de dimensionar las capas (medidas promedio) y establecer un orden para el llenado del relleno:

- Se adoptará un espesor de capas de 0,20 m ( $e_{capa}$ ) a los fines de lograr una buena compactación.
- La cobertura diaria corresponde a un 20% del volumen que conforma la celda.
- El ancho de la celda se determina al considerar un frente de trabajo suficiente para el aparcamiento del camión recolector y el depósito de los residuos ( $FT_{celda} = 4 \text{ m}$ )
- El relleno operará 3 días a la semana.

Se calcula el volumen promedio a disponer semanalmente, a partir del volumen total calculado anteriormente, sin considerar el material de cobertura.

$$V_{RS,semanal} = \frac{V_{RSU \text{ a relleno}}}{480 \text{ semanas}} = \frac{19685 \text{ m}^3}{480 \text{ semanas}} = \frac{41,01 \text{ m}^3}{semana}$$

Luego, el volumen diario (volumen de la celda/capa) se determina de acuerdo al n° de jornadas laborales:

$$V_{celda\ diaria} = \frac{41,01\ m^3}{semana} * \frac{1\ semana}{3\ jornadas\ laborales} = 13,67\ \frac{m^3}{jornada}$$

Finalmente, se calculan las dimensiones de la celda:

$$A_{celda} = \frac{V_{celda\ diaria}}{e_{capa}} = \frac{13,67\ m^3}{0,20\ m} = 68,35\ m^2$$

$$L_{celda} = \frac{A_{celda}}{FT_{celda}} = \frac{69\ m^2}{3m} = 17,25\ m$$

#### 12.4.1.5 Dimensionamiento de Fajas

Denominamos fajas a las disposiciones de RSU que abriremos progresivamente en el relleno sanitario para un mayor orden en el plan de operaciones.

Dimensionaremos las fajas en función de las celdas calculadas anteriormente utilizando su ancho y largo.

Las fajas se disponen en la dirección transversal de la trinchera.

Para su dimensionamiento consideramos el largo de la trinchera y de las celdas:

$$L_{Faja} = \frac{144\ m}{17,25\ m}$$

$$L_{Faja} = 8,347\ m$$

Por lo tanto, dividiremos a la trinchera en 8 fajas de 17,25 m de largo y 48 m de ancho. Ver **Plano N° 12.04**

#### 12.4.1.6 Lixiviado

Como se mencionó anteriormente, el lixiviado se genera como consecuencia de la humedad de los residuos, los procesos de descomposición en el interior del relleno y la infiltración y percolación de aguas provenientes de fuentes externas. Se trata de una mezcla heterogénea que escurre por el cuerpo de residuos hasta el fondo del mismo, presentándose como un líquido turbio, con alta carga de contaminantes y mal olor. A continuación calcularemos su volumen.

#### Cálculo de la generación de lixiviado

El volumen de lixiviado en un relleno sanitario depende de los siguientes factores:

- Precipitación pluvial en el área del relleno. Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea.
- Evapotranspiración.
- Humedad natural de los RSU.
- Grado de compactación.
- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los RSU para

retener humedad).

El volumen de lixiviado está en función de la precipitación pluvial. No solo la escorrentía puede generarlo, también las lluvias que caen en el área del relleno hacen que su cantidad aumente, ya sea por la precipitación directa sobre los residuos depositados o por el aumento de infiltración a través de las grietas en el terreno.

El método Suizo permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado mediante la ecuación:

$$Q_{lix} = \frac{k \times P \times A}{t}$$

- Q = Caudal medio de lixiviado (L/seg)
- P = Precipitación media anual (mm/año)
- A = Área superficial del relleno (m<sup>2</sup>)
- t = Número de segundos en un año (31.536.000 seg/año)
- K = Coeficiente que depende del grado de compactación de los residuos, cuyos valores recomendados son los siguientes:

Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0,4 a 0,7 t/m<sup>3</sup>, se estima una producción de lixiviado entre 25 y 50% (k = 0,25 a 0,50) de precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

$$Q_p = \frac{1061 \frac{mm}{año} \times 0,375 \times 6890m^2}{31536000 \frac{seg}{año}} = 0,09 \frac{l}{s} = 312,94 \frac{l}{h} = 7,51 \frac{m^3}{d}$$

#### 12.4.1.7 Diseño del sistema de drenaje de lixiviado

En esta sección planificaremos los sistemas para controlar el lixiviado generado en la trinchera.

Tal como vimos en el cálculo del lixiviado diario, apartado 5.1.6, el volumen no es de gran tamaño, por lo que haremos un sencillo diseño para el drenaje de los lixiviados.

Ver **Plano N° 12.05**

#### 12.4.1.8 Gases

Los rellenos sanitarios constituyen una fuente importante de biogás, resultado del proceso de descomposición biológica de residuos sólidos de origen orgánico, conformado por metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), encontrándose también trazas de compuestos orgánicos volátiles (COV).

Dado que el presente proyecto propone la técnica de compostaje para los residuos orgánicos, se prevé que la existencia de estos será casi nula en el relleno sanitario.

Por lo tanto se diseña una red de conductos de ventilación como medida de protección, la misma contará con las dimensiones mínimas.

## 12.4.2 Especificaciones técnicas

### 12.4.2.1 Preparación del terreno y construcción de infraestructura.

#### ***Limpieza y desmonte***

En el terreno se preparara un área que sirva de base o suelo de soporte a los terraplenes que conformarán el relleno; en nuestro caso no tendremos grandes inconvenientes ya que no es necesaria la tala de árboles. Esta limpieza se hará por etapas y de acuerdo con el avance de la obra. De este modo, se evitará la erosión del suelo.

#### ***Tratamiento del suelo soporte***

El trabajo continúa con la remoción de las primeras capas de suelo. Es recomendable dejar el terreno intacto, con el fin de usar su capacidad de absorción y filtración para remover contaminantes del lixiviado.

En la preparación de los módulos para la recepción de los residuos, se debe prestar especial atención a la impermeabilización del fondo para evitar la contaminación de las aguas subterráneas por la filtración del líquido lixiviado generado en el proceso de estabilización de los residuos. Las pautas de diseño asociadas a la base del relleno son las siguientes:

- La base del relleno deberá estar a una distancia mínima de 1,5 metros (un metro y cincuenta centímetros) del nivel de la capa freática.
- La base del relleno y las paredes deberán ser de material arcilloso compactado o arcilla con bentonita, cuyo espesor no deberá ser menor de 0,60 m. y la permeabilidad no deberá ser inferior a  $1 \times 10^{-7}$  cm/s, o de otro material, o combinación de materiales, que reúna las características de permeabilidad antes mencionadas (barrera geológica).

A los fines de cumplimentar las especificaciones enunciadas, se adoptarán las siguientes medidas:

El fondo del relleno deberá diseñarse de modo que la profundidad no supere en ningún punto los 4,50 m desde el nivel del terreno. De acuerdo a esta restricción, el sistema de drenaje se deberá proyectar con pendientes y canales tales que la profundidad se encuentre dentro de los límites previstos.

La superficie de la base de la trinchera se diseña con una pendiente negativa de 2% con respecto a los taludes del fondo y laterales, con el objetivo de garantizar el escurrimiento rápido del lixiviado y su almacenamiento en las zanjas de drenaje.

En cuanto a la base y taludes serán impermeabilizados mediante una capa de suelo de baja permeabilidad. No será necesario crear la barrera artificialmente ya que el suelo cuenta con las propiedades antes mencionadas.

#### ***Excavación y compactación de trinchera propuesta***

Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes, el movimiento de tierra se hará por etapas, comenzaremos con la Faja N°1 hasta que esta se complete totalmente, luego continuaremos progresivamente tal lo indica el **Plano N° 12.06**

Se almacenará la cubierta vegetal de las áreas dispuestas como se indica en el **Plano N° 12.07**, ya que servirá para la siembra de pasto a medida que se vayan llenando las fajas.

En la nivelación del suelo de soporte y base de los terraplenes se empleará equipo pesado, tractor de orugas y/o retroexcavadora. El mismo equipo servirá para la construcción del camino de acceso y vías internas o la extracción y el almacenamiento de material de cobertura; es preferible que esta última actividad se realice solo en periodos secos.

#### 12.4.2.2 Infraestructura del relleno sanitario

De acuerdo a los cálculos realizados, se propone un relleno sanitario separado en 8 fajas, las cuales estarán marcadas con estacas. Estas se abrirán por etapas.

Comenzaremos con la faja número uno y operaremos en ella hasta completar todas las celdas. Para esta tarea se utilizará una retroexcavadora y se realizará una excavación, cuya altura fue definida en el anteproyecto 2, 3 metros.

En los lados perimetrales, dentro de la trinchera, se formaran circulaciones internas para facilitar la forma de trabajo en la celda y hacerla más segura. Dichas circulaciones tendrán un ancho de 3 metros y estarán ubicadas en un nivel medio entre el fondo y la parte superior.

Si bien esta especificación es para la celda N°1, cabe destacar que el mismo proceso deberá repetirse en las celdas siguientes.

Una vez realizada la excavación se obtendrá cierto volumen de tierra vegetal, la cual será colocada anterior a la faja que se esté trabajando. No se deberá transportar este material ya que será de utilización en los trabajos próximos.

Concluidas todas las celdas realizamos el cierre de la faja y procedemos de igual manera con las demás.

Es de vital importancia que se respete el plan propuesto para el correcto funcionamiento.

Ver **Plano N° 12.08**

#### ***Drenaje del lixiviado***

Se implementará un sistema de colección del lixiviado a través de una red de tuberías perforadas que se ubican en canales excavados en el fondo del módulo. Para conducir el líquido hacia estos canales, se debe perfilar el fondo del relleno con las pendientes suficientes como para asegurar la conductividad hidráulica. Para ello, se subdivide en 8 compartimentos de superficie aproximada 48 x 17,25 m con pendiente de 1,5% orientada hacia los canales

de drenaje secundarios, que a su vez conducen el lixiviado al colector principal. Ver **Plano N° 12.05**

Dos fajas consecutivas tendrán pendientes contrarias y desaguan en una zanja ubicada en su intersección, a la que denominaremos zanja secundaria. Cada faja tendrá una pendiente de 1,5, las impares irán de derecha a izquierda y las pares de izquierda a derecha tal se observa en el **Plano N° 12.09**

Estos drenajes están conectados a un colector principal de 160 mm de diámetro que conduce el lixiviado a un Sumidero que está ubicado por fuera del relleno sanitario con dimensiones de 1mx1m y 4,50 m de profundidad. El lixiviado pasa a una cámara seca donde se instala una bomba con sistema de detección del nivel de lixiviado en el interior del pozo, iniciando el bombeo cuando hay nivel suficiente y deteniéndose cuando este baja. Por el bajo grado de humedad de los residuos es posible plantear la recirculación del lixiviado sobre la masa de residuos con el objetivo de eliminarla por evaporación y así minimizar la cantidad de lixiviado existente. Para ello se usará una manguera flexible de polietileno.

Los canales secundarios se construirán de forma rectangular con base de 0,60 m. La profundidad es de 0,30 m (medidos desde el fondo del relleno) en su inicio hasta alcanzar 0,60 m en la desembocadura hacia el colector principal, obteniendo una inclinación del 0,5%. En el fondo de cada canal se ubica una tubería perforada de PVC 110 mm con ranuras en los cuadrantes superiores de 1 mm.

#### Construcción del sistema de drenaje interno de lixiviado

En primer lugar trazamos en el terreno la línea por donde se ubicará el drenaje, tal lo indica el **Plano N° 12.09**, el mismo se construirá a medida avanza el plan de trabajo propuesto.

Luego se excavan las zanjas del drenaje principal de 0,6 metros por 0,3 y se construyen los 48 m de largo de la faja, comenzando por el drenaje correspondiente a las fajas 1 y 2. También se hará la construcción del primer tramo del canal colector hacia el sumidero.

Se llenan las zanjas con piedras que midan entre 4 y 6 pulgadas y la cañería de PVC perforada envuelta en una media sombra que permita infiltrar los líquidos y retener las partículas finas que lo puedan colmatar.

Para evitar que el agua de lluvia incremente el volumen del lixiviado, se construirá dentro de las faja en la que se está operando bermas de separación, que consisten en terraplenes de menor altura, con el objeto de mantener los líquidos lixiviados en la menor área posible y evitar que entren en contacto con el agua de lluvia. Del lado virgen de la berma se colocará una bomba a fin de extraer el agua de lluvia que se acumule.

Las bermas deberán tener como mínimo un metro de alto y serán materializadas con la tierra excavada de la faja.

Cuando los residuos alcancen el lugar donde se encuentre ubicada una de estas bermas, será removida parcialmente, para permitir que todo el lixiviado de un sector pueda llegar al lugar donde se coloquen los tubos de control y extracción de este líquido. De esta manera se minimiza significativamente el volumen del mismo.

### ***Drenaje de gases***

El drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación de piedra que funciona a manera de chimeneas o tubos de ventilación que atraviesan en sentido vertical todo el relleno.

Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno, procurando que su entorno esté bien compactado. Se recomienda que cada una tenga un diámetro de 180 mm y que sean instalados cada 20 metros quedando una chimenea por faja.

La primera se colocará a 10 m del inicio de la trinchera y luego se colocarán cada 20 metros, tendremos una por faja, y finalmente se colocará la última a 10 m del final del relleno sanitario.

Se facilita la captación de los gases al aprovechar la difusión natural de éstos (mayormente en sentido horizontal) hacia la chimenea más próxima y por ella de manera controlada hacia afuera del relleno. Cada chimenea genera un gradiente de presión en el entorno de su radio de acción, favoreciendo el flujo de los gases hacia estas.

Los conductos de ventilación estarán conformado por 4 puntales de madera envueltos con una malla metálica formando una jaula de base de 0,3 m x 0,3 m donde se coloca una tubería perforada de PVC 180 mm, para luego rellenar el volumen restante con la misma piedra grava utilizada en los canales de drenaje de lixiviados.

Para la ventilación del biogás se utilizará un acople de PVC no perforado de longitud de 0,50 m, por debajo del cual se realiza el sellado de la chimenea con una capa mineral de 0,30 m; al igual que la propia chimenea, tanto la capa de sellado como el acople de ventilación, se irán elevando parcialmente con el crecimiento del cuerpo de residuos.

Ver **Plano N° 12.10**

#### 12.4.2.3 Relleno de Seguridad

Para los residuos patológicos se construye un relleno de seguridad. Este se encontrará luego de la cuarta trinchera proyectada. Ver **Plano N° 12.11.01**

Solo se pueden desechar los residuos peligrosos tales como hospitalarios y todos aquellos que sean capaces de contraer enfermedades. Dentro de los más comunes pueden ser: algodones, gasas, apósitos, guantes, vendas, jeringas, objetos cortantes o punzantes, material descartable, etc. Es importante tener especial cuidado con estos residuos por la carga contaminante que poseen.

El relleno de seguridad, será una trinchera de 24 m de ancho por 144 m de largo y con una profundidad de 3 metros. La misma se abrirá en fajas de dimensiones 24 m x 17,5 m y serán 2 fajas por trinchera. **Ver plano N° 12.11.02**

Para brindar una mayor impermeabilización y evitar la contaminación de napas, se colocará bentonita en la base de la trinchera mezclando con el suelo del lugar.

#### 12.4.2.4 Infraestructura Periférica

##### **Vías de acceso**

El relleno sanitario manual se encuentra sobre vía pública a unos metros de la población.

El camino de acceso garantiza un ingreso fácil y seguro al vehículo de recolección de residuos.

#### 12.4.2.5 Construcciones auxiliares

Las construcciones auxiliares que se proponen son pequeñas y de bajo costo. Se condicen con la vida útil prevista para el relleno sanitario, siempre dentro de un marco de máxima economía que recurre al empleo intensivo de mano de obra en todas las actividades del relleno.

##### **Construcción de cocina y núcleo sanitario**

No es necesaria la construcción de un nuevo sitio para los operarios, ya que la nave industrial existente cuenta con los espacios necesarios para el personal.

##### **Cerco Perimetral**

El cerco perimetral que cuenta actualmente el predio en donde se llevara a cabo el proyecto será mantenido en buen estado, para que cumpla su función principal de impedir el paso de animales o personas ajenas y garantizar la seguridad dentro del área. Además, serán implantadas nuevas cercas perimetrales, caso algunas áreas lo requieran.

Es necesaria la conformación de un cerco vivo de árboles como aislamiento visual de los residuos dando buena presencia al sitio que también servirá para retener papeles y plásticos levantados por el viento.

Actualmente en el sitio ya se plantaron los primeros árboles. La especie utilizada es Pino Lambertiano.

#### 12.4.2.6 Control y acondicionamiento de las instalaciones existentes

Durante la construcción de las obras necesarias para la puesta en marcha del nuevo sitio para el tratamiento de RSU deberán llevarse a cabo controles y en caso de ser necesario acondicionar las instalaciones ya existentes.

En cuanto a la planta de tratamiento, deberá ponerse en marcha y ser revisada por un mecánico idóneo en el tema a fin de confirmar su correcto



funcionamiento, de igual manera deberá acondicionarse la maquinaria pesada a utilizar en el sitio.

La nave industrial donde se guarda la planta de tratamiento deberá ser fumigada y en caso de ser necesario eliminar las plagas que puedan existir.

Deberá controlarse el correcto funcionamiento de sanitarios y área para los empleados.

En cuanto al playón de compostaje deberán detectar posibles fisuras y repararlas. Controlar el buen estado de las canaletas. También se deberán controlar las plagas en todo el predio a fin de evitar la proliferación de los mismos.

## **12.5 Plan de operación**

El relleno sanitario se debe llevar a cabo siguiendo el plan general de operaciones preestablecidas para su correcto funcionamiento.

Todas las obras de infraestructura deben estar concluidas antes del inicio de la descarga de los residuos en el nuevo predio.

### **12.5.1 Plan de trabajo**

A continuación se detallan los trabajos a realizar en el nuevo predio. Los trabajos deberán ser controlados por un supervisor que deberá, a su vez, llevar un registro de cada una de las áreas con el fin de detectar problemas y evaluar mejoras.

#### **12.5.1.1 Funcionamiento en el predio**

Como se mencionó en el anteproyecto N°2 en el nuevo predio tenemos 3 áreas bien diferenciadas:

- Planta de residuos.
- Playón de compostaje.
- Relleno sanitario.

A continuación se detallará el plan de trabajo para cada una.

#### **Ver Plano N° 12.12**

#### **12.5.1.2 Planta de Residuos**

En ella se tratarán los residuos inorgánicos.

La planta de RSU se pondrá en marcha una vez por semana, lo que puede incrementarse con el tiempo según el criterio del supervisor. Se compactarán y armarán fardos de botellas para luego comercializarlos. También se acopiarán el papel, cartón, tetra-brik y vidrio hasta el momento de su venta.

#### ***Recepción de residuos inorgánicos***

Realizada la recolección de residuos inorgánicos, el día miércoles de cada semana, se procede al tratamiento de los residuos en la planta.

La operación de la planta de separación inicia mediante el ingreso de los recolectores y el depósito de los residuos sólidos urbanos en tolvas receptoras, para luego ser conducidos por medio de bandas para comenzar con el proceso de separación.

Los residuos recolectados en los puntos limpios no pasarán por la planta de separación.

Ver **Plano N° 12.13**

### ***Separación en planta de tratamiento de RSU***

Una vez en marcha la planta y los residuos inorgánicos transitando por la cinta de separación, los operarios separaran manualmente los residuos en tolvas de la siguiente manera:

- Tolva para plásticos.
- Tolva para papeles.
- Tolva para residuos patológicos filtrados.
- Tolva para pilas filtradas.

El material recuperable es: papel, cartón, material PET, material plástico de baja y alta densidad, vidrio, chatarra ferrosa y materia orgánica. Finalmente, los elementos aprovechables ingresan a la compactación para ser empaquetados y destinados a la comercialización.

Los operarios deberán utilizar guantes, gafas y todos los elementos de seguridad proporcionados por el municipio para evitar posibles accidentes.

### ***Disposición final***

Luego de ser tratados, los residuos inorgánicos que no puedan reciclarse serán enviados al relleno sanitario para su disposición final. El procedimiento para ellos es el descrito anteriormente.

Pueden ser trasladados en el mismo camión de recolección o carretillas siempre que su volumen lo permita. El camión ingresará por el lado norte de la trinchera y los volcará en la faja y celda correspondiente, según lo estipulado en el plan de operaciones.

Con una cargadora frontal se acomodarán los residuos correspondientes a la celda diaria, en esta tarea pueden colaborar operarios con palas dentro de la trinchera, en función del volumen de RSU, tanto la cargadora como los operarios deben ingresar por la zona sur. Finalizada la tarea debe cubrirse la celda diaria con la tierra de destape que se encontrará a un lado de la trinchera para facilitar la tarea.

Se realizarán fardos de botellas plásticas con la prensadora para ser comercializados. En cuanto a los orgánicos filtrados serán dispuestos en el playón de compostaje con carretillas.

Los papeles quedarán dispuestos en carros hasta una acumulación tal que pueda ser comercializada.

#### 12.5.1.3 Playón de compostaje

##### **Recepción de Residuos orgánicos**

Los residuos orgánicos ingresan al predio los días estipulados y serán conducidos directamente al playón de compostaje buscando la desactivación de la materia orgánica.

##### **Disposición del playón de Compostaje**

Para el correcto tratamiento los residuos orgánicos deberán permanecer en el playón por 3 meses. Se confeccionarán pilas de 10 m de largo por 0,5 m de ancho y el alto será en función de la cantidad de residuos generados. Es recomendable que las pilas tengan más de 1m<sup>3</sup> para lograr la temperatura adecuada.

Como se mencionó anteriormente en el proceso de compostaje los residuos orgánicos son descompuestos por millones de organismos como hongos, bacterias e invertebrados. Para el correcto funcionamiento, la pila o mezcla de compostaje tiene que estar compuesta por:

- Materiales “verdes”, como restos de comida, yerba, café, pasto fresco.
- Materiales “marrones” o secos, como hojas secas, ramas, papel y cartón sin plastificar, cáscaras de frutas secas, aserrín.
- Aire: el compostaje es un proceso aeróbico. Por ende, la pila tiene que estar aireada para que los residuos no se descompongan de manera anaeróbica.
- Agua: la pila tiene que estar siempre húmeda.

Se aconseja poner una cantidad similar de materiales verdes y marrones.

Los operarios deben mezclar los materiales con una pala y regar hasta que la pila quede húmeda.

Una vez confeccionada la pila se colocará por encima una lona para evitar que ingrese agua de lluvia.

Para mantener la pila a lo largo de su proceso se revolverá una vez por semana con el fin de que los materiales que están en los bordes lleguen al centro y el material se vaya descomponiendo de manera uniforme. En caso de que la pila esté seca hay que regarla. Cada vez que ingrese material nuevo se genera una nueva pila y se verifica el estado de las pilas ya existentes.

##### **Disposición final**

El compost está listo cuando tenemos un material similar a la tierra y no reconocemos los materiales que introducimos porque ya se han descompuesto.

La disposición final tiene varias opciones, ya que puede ser utilizada por productores agropecuarios debido a que el abono obtenido es rico en

minerales, puede ser ocupado para cubrir los residuos dispuestos en las celdas en el relleno sanitario o bien para la construcción de caminos.

Ver **Plano N° 12.14**

#### 12.5.1.4 Relleno Sanitario

##### ***Recepción de residuos***

Es imprescindible que el relleno sanitario cuente con una adecuada administración si se quiere garantizar que este sea construido y operado conforme a las especificaciones técnicas. Definimos en primer lugar cuáles son los tipos de residuos que pueden ser depositados en el relleno.

Serán técnicamente admisibles en el relleno los residuos domiciliarios, comerciales, de servicios e institucionales, residuos de limpieza de áreas públicas.

No se admitirá, en ninguna circunstancia, la descarga en el relleno de residuos peligrosos, así como residuos industriales no caracterizados para ser tratados como domiciliarios.

En particular no serán recibidos residuos inflamables, explosivos, radioactivos, tóxicos o fuertemente reactivos con otros productos.

##### ***Circulación***

Se plantea la circulación en el relleno sanitario. El mismo se trazó teniendo en cuenta la calle de entrada ya existente.

Por el primer sendero se realizara el vuelco de los residuos y por el siguiente se realizara el ingreso a la trinchera, tanto de maquinaria pesada para la compactación como la de los operarios que trabajen en la celda diaria.

Es de conveniencia realizar estos senderos de broza para que en épocas de lluvias el camión pueda ingresar hasta la trinchera.

Ver **Plano N° 12.08**

##### ***Fajas***

Debido a la poca cantidad de residuos generados, no es factible la apertura de la trinchera completa, ya que el área de la misma es de casi una hectárea.

A partir de las dimensiones de la trinchera, se dividió la misma en 8 fajas, enumeradas de forma progresiva como se observa en los planos adjuntos al presente trabajo.

Cada una de estas fajas estará compuesta por 12 celdas, enumeradas de norte a sur.

Ver **Plano N° 12.06**

Es conveniente colocar en cada una de las esquinas de las fajas, estacas, para un fácil reconocimiento al momento de tener que utilizarlas.

## **Celdas**

Los camiones descargarán los residuos en el frente de trabajo de la faja correspondiente. Una vez descargados serán esparcidos dentro de la celda diaria de trabajo mediante equipos pesados u operarios. Su distribución será de espesores de 0,20 m. Luego se iniciará el trabajo de compactación.

Una vez completado el relleno de una celda será realizada la cobertura diaria de la misma. Esta cobertura tendrá un espesor mínimo de 0,15 m y será hecha con material obtenido de la excavación de la trinchera o material de poda. Esa cobertura evitará que el agua de lluvia incremente el lixiviado y tendrá también la función de limitar las emanaciones gaseosas así como la proliferación de vectores de enfermedades y animales indeseables sobre la trinchera. Servirá también de base para la construcción de las pistas temporarias de acceso a la celda en operación. A su vez, crea un ambiente reductor que favorece la descomposición anaeróbica de los residuos y evitar la dispersión de residuos sólidos menores.

Para la conformación de las primeras celdas diarias:

- Señalar en el terreno el área que ocupará la primera celda con los residuos del día, de acuerdo con las dimensiones estimadas que se basan en el volumen de ingreso esperado y en el grado de compactación que se obtendrá.
- Descargar la basura en el frente de trabajo de acuerdo al modo de operación para evitar el desorden.
- Procurar que los residuos sean depositados conforme a lo estipulado en el plan de trabajo.
- Esparcir los residuos en capas delgadas de 0,20 m y compactarla preferentemente con maquinaria pesada.
- Cubrir por completo los residuos compactados con una capa de tierra de 0,15 m de espesor. Se utilizará aquella extraída anteriormente.

## **Ver Plano N° 12.07**

### 12.5.1.5 Relleno de Seguridad

El modo de operación de este relleno debe tener cuidados especiales. Las trincheras se abrirán por partes, tal como en el Relleno Sanitario. Los residuos llegarán a la planta de RSU en bolsas diferenciadas de color rojo. Serán depositados en el relleno con máquinas. Una vez finalizado el vuelco, serán tapados con el mismo suelo que se extrajo para el destape.

Es de total importancia que siempre se mantenga tapado y se recomienda que en días de lluvia se cubra el relleno con una lona o algún techo móvil para evitar el ingreso de caudal de agua.

## 12.5.2 Personal

Debido al tipo de actividades que se llevan a cabo en el relleno sanitario y al contacto directo con los residuos, los trabajadores se pueden ver expuestos a accidentes y a enfermedades infecto-contagiosas.

Por lo tanto, es importante proteger la seguridad y la salud de los trabajadores dotándolos como mínimo de guantes, botas, gorras o sombreros, mascarillas contra el polvo y, al menos, de dos uniformes al año.

Es importante capacitar a todos los trabajadores del servicio de aseo en las prácticas de construcción, operación y mantenimiento del relleno sanitario, así como en todo el proceso de manejo de RSU, destacando la importancia de cada actividad y el papel que deben desempeñar para lograr un buen trabajo.

### 12.5.2.1 Personal para la recolección de residuos

Se mantiene la estructura de trabajo actual. Serán necesarios para esta tarea 3 personas: un chofer y dos operarios. Quienes realizarán la tarea de recolección por las mañanas 3 días en la semana.

### 12.5.2.2 Personal planta de residuos

Para la planta de residuos serán necesarias 4 personas. Se tendrá en cuenta el chofer del camión de residuos que ingresa a la planta y vuelca los residuos en la tolva de recepción, dos operarios estarán en las instalaciones de la planta para realizar la separación propiamente dicha y una persona controlará el correcto funcionamiento de la cinta transportadora a fin de evitar posibles accidentes. Esta misma persona será la encargada de controlar que aquellos materiales orgánicos que se filtraron entre los inorgánicos vayan a los carros de rechazo.

Una vez concluido el uso de la planta, deberán descargar y separar los residuos provenientes de los puntos limpios.

Luego, dos personas serán encargadas de armar los fardos para la compactación. Paralelo a ello las otras dos colocarán los residuos que no puedan recuperarse en los carros de rechazos para ser cargados al camión que los llevará al relleno sanitario o al playón de compostaje, según corresponda.

### 12.5.2.3 Personal para el relleno sanitario

El número de trabajadores necesarios depende de la cantidad de RSU que se debe desechar. Es necesario contar con un responsable o supervisor que posea los conocimientos adecuados para la operación y el control del relleno.

## ***Cálculo de la Mano de Obra***

La mano de obra necesaria para conformar una celda diaria depende de varios factores, como por ejemplo la cantidad de RSU, la disponibilidad y el tipo de material de cobertura, los días laborables del relleno, la condición del clima, entre otras. Para calcular la cantidad de trabajadores en el relleno manual utilizaremos los

siguientes rendimientos reportados de otras experiencias de rellenos sanitarios manuales, similares a este proyecto:

Sitio	t/día	Rendimiento
1	30	2 hombres /15 t/hombre-día
2	50	6 hombres /8 t/hombre-día
3	100	10 hombres /10 t/hombre-día

Tabla 16: Rendimiento de mano de obra. Fuente: Propia.

Por lo que podemos observar será suficiente con dos hombres en las tareas de tapado dentro del relleno. También necesitaremos al chofer del camión volcador de residuos y un maquinista que maneje la retroexcavadora encargada de distribuir los residuos y realizar la tapada. Por lo tanto necesitaremos 4 hombres para el desarrollo de esta tarea. Además del número de hombres que ejecutarán las labores propias de la construcción del relleno, es necesaria otra persona que dirija y oriente las operaciones en el relleno sanitario manual en calidad de supervisor.

#### 12.5.2.4 Personal para Playón de Compostaje

Para el playón de compostaje también se necesitarán 3 personas. El chofer del camión volcador y dos operarios que realizarán las pilas para llevar a cabo la técnica de compostaje.

#### 12.5.2.5 Supervisión

Uno de los elementos más importantes en el relleno sanitario es el supervisor, quien debe organizar, dirigir y controlar las operaciones. Además es muy importante para optimizar los recursos del sitio, así como también proponer mejoras para evitar el deterioro o abandono del sitio.

### 12.5.3 Plan de monitoreo

Los planes de monitoreo sirven para realizar mantenimientos y controles. Estas actividades se deben verificar durante la operación, clausura y post clausura, en forma permanente.

Los principales parámetros en los que debemos enfocarnos a monitorear se encuentran en la Resolución N°554 del Gobierno de Entre Ríos. En su anexo I, se observan los parámetros a analizar y sus límites. En el anexo II, se enuncian los contenidos mínimos del Plan de Monitoreo, los cuales son:

#### **Calidad del suelo**

Deberá caracterizarse el tipo de suelos hasta el límite del Solum entre 1m y 1,5m (el Solum es la zona del suelo más activa biológicamente en donde crecen raíces y plantas). Se tomarán muestras de suelos en los límites descriptos y serán analizadas.

Los parámetros a monitorear son: Ph, conductividad, materia orgánica, carbono total, nitrógeno total, fósforo total, porcentaje de sodio intercambiable, sodio, calcio, magnesio en pasta, coliformes totales y coliformes fecales.

La frecuencia en la toma de muestras será semestral el primer año y luego anual.

### ***Monitoreo de la calidad del agua***

Como resultado de los mecanismos de descomposición de los RSU que ocurren en el relleno, se generan líquidos, gases y productos intermedios, ya mencionados. Algunos son retenidos en los poros del terreno, mientras que otros pueden ser arrastrados y/o solubilizados por los líquidos que atraviesan las capas de tierra y residuo hasta alcanzar las fuentes de agua.

Por lo tanto, para detectar alguna eventual filtración de lixiviados que pudiera contaminar el agua subterránea, se excavará en las proximidades de la infraestructura y por debajo del nivel de su base, un número suficiente de pozos con profundidades adecuadas para extraer muestras representativas del acuífero. Se realizarán cuatro pozos de monitoreo por trinchera y serán ubicados en cada vértice de la misma. Quedando así, dos pozos en la zona más alta y dos pozos en el sector más bajo. **Ver Plano N° 12.15**

Se ejecutarán con una pilotera que llegue a una profundidad de 10 m o en su defecto hasta alcanzar el nivel de la napa freática.

En cada pozo se realiza un encamisado con tubo de acero estructural de 180 mm de diámetro y espesor 3,2 mm que llega al ras del terreno natural. Dentro del mismo se coloca un caño de PVC de 4", que se extiende por encima de la superficie unos 0,2 m a 0,3 m. El espacio que queda entre ambos caños será rellenado con la tierra extraída del pozo. El caño de PVC tendrá en su parte superior una tapa para protección. En su base serán asegurados con un dado de hormigón de 0,50 x 0,50 m. Esto sirve para encontrar el pozo fácilmente y para que no crezca pasto a su alrededor. Los detalles constructivos del pozo puede observarse en el **Plano N° 12.16**.

Cuando se desee obtener una muestra, se destapa y se coloca una botella de plástico que desciende por todo el pozo hasta alcanzar el nivel de agua y se extrae una muestra para ser examinada en laboratorio. La obtención de muestras se realiza semestral el primer año, luego será anual. Mínimamente los parámetros que deben observarse son: Ph, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos totales, cationes mayoritarios (sodio, calcio, magnesio, potasio), aniones (carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos), fósforo reactivo disuelto, coliformes totales, coliformes fecales.

## **12.6 Cómputo y presupuesto**

Con el fin de obtener los costos necesarios para llevar a cabo la ejecución de la obra realizamos el cómputo y presupuesto.

El cómputo se obtuvo a partir de los planos confeccionados.



## 12.6.1 Análisis de precio

Para realizar los análisis de precios tuvimos que estudiar los costos de mano de obra, de equipos y de materiales.

Con respecto a los costos de mano de obra, se tuvo en cuenta el Convenio Colectivo de Trabajo 76/75, el cual nos brinda tablas de costos de salario básico en base a las distintas zonas de nuestro país, siendo la nuestra la zona "A".

Además, se hizo un análisis de mano de obra teniendo en cuenta cargas sociales, seguro obrero, incidencia SAC, etc.

Por otro lado, tomamos la decisión que los equipos viales a utilizar son provistos por el Municipio de Aldea San Antonio ya que cuenta con un gran parque automotor.

Con respecto los materiales a utilizar, se averiguaron precios en los corralones y canteras de la zona.

ANÁLISIS DE PRECIO: MOVIMIENTO DE SUELOS					
	<b>ITEM N°:</b>	1.01	Excavaciones para puntos limpios		
	<b>UNIDAD:</b>	m3			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
<b>EQUIPOS</b>	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
	volquete	u	0,250	\$ 500,00	\$ 125,00
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 130,00</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
<b>MATERIALES</b>					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL B</b>	<b>\$ -</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>	Oficial esp	hs	0,000	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	8,000	\$ 163,96	\$ 1.311,68
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL C</b>	<b>\$ 1.311,68</b>	
	<b>COSTO DIRECTO</b>			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 1.441,68</b>
	<b>FACTOR K</b>	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 1.888,60</b>

ANALISIS DE PRECIO: MOVIMIENTO DE SUELOS					
	<b>ITEM N°:</b>	1.02	Excavaciones para trincheras		
	<b>UNIDAD:</b>	m3			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
<b>EQUIPOS</b>	retroexcavadora a oruga	hs	0,060	\$ 900,00	\$ 54,00
	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 59,00</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
<b>MATERIALES</b>					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL B</b>	<b>\$ -</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>	Oficial esp	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	0,500	\$ 163,96	\$ 81,98
					\$ -
				<b>TOTAL C</b>	<b>\$ 81,98</b>
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 140,98</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 184,68</b>

ANALISIS DE PRECIO:		MOVIMIENTO DE SUELOS			
	ITEM N°:	103	Excavaciones para drenaje de lixiviado		
	UNIDAD:	m3			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 5,00</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL B</b>	<b>\$ -</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial esp	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	16,00	\$ 163,96	\$ 2.623,36
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL C</b>	<b>\$ 2.623,36</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 2.628,36</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 3.443,15</b>

ANALISIS DE PRECIO:		MOVIMIENTO DE SUELOS			
	ITEM N°:	104	Excavaciones para pozos de monitoreo		
	UNIDAD:	m3			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	minicargadora con implemento	hs	0,600	\$ 660,00	\$ 396,00
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 396,00</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL B</b>	<b>\$ -</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	0,30	\$ 163,96	\$ 49,19
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL C</b>	<b>\$ 49,19</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 445,19</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 583,20</b>

ANALISIS DE PRECIO:		MOVIMIENTO DE SUELOS			
	ITEM N°:	105	Excavaciones para sumidero		
	UNIDAD:	m3			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	retroexcavadora	hs	0,040	\$ 750,00	\$ 30,00
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 30,00</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL B</b>	<b>\$ -</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	0,20	\$ 163,96	\$ 32,79
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL C</b>	<b>\$ 32,79</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 62,79</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 82,26</b>

PROYECTO FINAL - GESTION INTEGRAL DE RSU Y LAGUNAS - ALDEA SAN ANTONIO

ANALISIS DE PRECIO: MOVIMIENTO DE SUELOS					
	ITEM N°:	1,07	Excavaciones para apertura de calles		
	UNIDAD:	m3			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	motoniveladora	hs	0,060	\$ 900,00	\$ 54,00
	retro pala	hs	0,040	\$ 750,00	\$ 30,00
	camion	u	0,07	\$ 1.700,00	\$ 110,50
					\$ -
			<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 194,50</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL B</b>	<b>\$ -</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	0,00	\$ 163,96	\$ -
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL C</b>	<b>\$ -</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 194,50</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 254,80</b>

ANALISIS DE PRECIO: MOVIMIENTO DE SUELOS					
	ITEM N°:	1,08	Distribucion, nivelacion y compactacion con suelo arcilloso en trinchera		
	UNIDAD:	m2			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	motoniveladora	hs	0,055	\$ 900,00	\$ 49,50
	retro pala	hs	0,070	\$ 750,00	\$ 52,50
	compactador	hs	0,060	\$ 800,00	\$ 48,00
	nivel optico	hs	0,2	\$ 5,68	\$ 1,14
	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
			<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 156,14</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL B</b>	<b>\$ -</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	0,00	\$ 163,96	\$ -
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL C</b>	<b>\$ -</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 156,14</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 204,54</b>

ANALISIS DE PRECIO: MOVIMIENTO DE SUELOS					
	ITEM N°:	1,09	Distribucion, nivelacion y compactacion con broza en calles		
	UNIDAD:	m3			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	motoniveladora	hs	0,060	\$ 900,00	\$ 54,00
	retro pala	hs	0,040	\$ 750,00	\$ 30,00
	compactador	hs	0,07	\$ 800,00	\$ 56,00
	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
			<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 145,00</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	broza comun	m3	1,30	\$ 155,00	\$ 201,50
					\$ -
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL B</b>	<b>\$ 201,50</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	0,00	\$ 163,96	\$ -
					\$ -
					\$ -
			<b>TOTAL C</b>	<b>\$ -</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 346,50</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 453,92</b>

ANALISIS DE PRECIO:		MOVIMIENTO DE SUELOS			
	ITEM N°:	1.10	Estabilizacion de suelo en relleno de seguridad (con bentonita)		
	UNIDAD:	m2			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	motoniveladora	hs	0,050	\$ 900,00	\$ 45,00
	retro pala	hs	0,040	\$ 750,00	\$ 30,00
					\$ -
				\$ -	
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 75,00</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	bentonita	kg	10,00	\$ 5,45	\$ 54,55
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL B</b>	<b>\$ 54,55</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	0,50	\$ 163,96	\$ 81,98
					\$ -
				\$ -	
				<b>TOTAL C</b>	<b>\$ 81,98</b>
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 211,53</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 277,10</b>

ANALISIS DE PRECIO:		ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO			
	ITEM N°:	2.01	Platea de H' A' en puntos limpios		
	UNIDAD:	m2			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 5,00</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	Malla Sima 15x15 6mm	m2	1,00	\$ 66,07	\$ 66,07
	Hormigón H13	m3	0,10	\$ 1.933,60	\$ 193,36
	Tablas para encofrado	m2	2,50	\$ 171,71	\$ 429,28
	Alambre	kg	4,50	\$ 43,58	\$ 196,11
	Varios	gl	1,00	\$ 5,00	\$ 5,00
				<b>TOTAL B</b>	<b>\$ 889,82</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	4,00	\$ 193,72	\$ 774,88
	Ayudante	hs	3,00	\$ 163,96	\$ 491,88
					\$ -
				\$ -	
				<b>TOTAL C</b>	<b>\$ 1.266,76</b>
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 2.161,57</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 2.831,66</b>

ANALISIS DE PRECIO:		ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO			
	ITEM N°:	2.02	base de H' pobre para pozos de monitoreo		
	UNIDAD:	m2			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
	hormigonera	hs	0,200	\$ 0,77	\$ 0,15
					\$ -
				\$ -	
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ 5,15</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	cemento portland	kg	5,00	\$ 3,47	\$ 17,35
	arena	m3	0,02	\$ 603,30	\$ 12,07
	varios	gl	1,00	\$ 5,00	\$ 5,00
				\$ -	
				\$ -	
				<b>TOTAL B</b>	<b>\$ 34,42</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,80	\$ 193,72	\$ 154,98
	Ayudante	hs	0,80	\$ 163,96	\$ 131,17
					\$ -
				\$ -	
				<b>TOTAL C</b>	<b>\$ 286,14</b>
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 325,71</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 426,63</b>

ANALISIS DE PRECIO:		ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO			
	ITEM N°:	2.03	0,00		
	UNIDAD:	m3			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
	hormigonera	hs	0,200	\$ -	\$ -
					\$ -
					\$ -
	<b>TOTAL A</b>			<b>\$ 5,00</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	cemento portland	kg	10,00	\$ -	\$ -
	arena	m3	0,04	\$ -	\$ -
	varios	gl	1,00	\$ 5,00	\$ 5,00
					\$ -
	<b>TOTAL B</b>			<b>\$ 5,00</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	1,20	\$ 193,72	\$ 232,46
	Ayudante	hs	1,20	\$ 163,96	\$ 196,75
					\$ -
	<b>TOTAL C</b>			<b>\$ 429,22</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 439,22</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 575,37</b>

ANALISIS DE PRECIO:		INSTALACIONES DE CAÑERIAS			
	ITEM N°:	3.01	Provision y colocacion de cañerías de lixiviados		
	UNIDAD:	ml			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS	herramientas de mano	gl	1,000	\$ 5,00	\$ 5,00
					\$ -
					\$ -
					\$ -
	<b>TOTAL A</b>			<b>\$ 5,00</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	caño pvc 110	ml	1,05	\$ 63,23	\$ 66,39
	codos pvc 110	u	0,01	\$ 35,74	\$ 0,36
	ramales pvc 110	u	0,01	\$ 135,00	\$ 1,35
	Varios	gl	1,00	\$ 7,00	\$ 7,00
					\$ -
	<b>TOTAL B</b>			<b>\$ 75,10</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	1,10	\$ 193,72	\$ 213,09
	Ayudante	hs	1,00	\$ 163,96	\$ 163,96
					\$ -
	<b>TOTAL C</b>			<b>\$ 377,05</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 457,15</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 598,87</b>

ANALISIS DE PRECIO:		INSTALACIONES DE CAÑERIAS			
	ITEM N°:	3.02	Provision y colocacion de drenaje de gases		
	UNIDAD:	ml			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
	<b>TOTAL A</b>			<b>\$ -</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	caño pvc 160mm	ml	1,00	\$ 135,53	\$ 135,53
	varios	gl	1,00	\$ 5,00	\$ 5,00
					\$ -
					\$ -
	<b>TOTAL B</b>			<b>\$ 140,53</b>	
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	1,10	\$ 193,72	\$ 213,09
	Ayudante	hs	1,00	\$ 163,96	\$ 163,96
					\$ -
	<b>TOTAL C</b>			<b>\$ 377,05</b>	
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 517,58</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 678,03</b>

ANALISIS DE PRECIO: INSTALACIONES DE CAÑERIAS					
	ITEM N°:	3.03	Provision y colocacion de pozos de monitoreo		
	UNIDAD:	ml			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ -</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	caño pvc 110mm	ml	1,00	\$ 63,23	\$ 63,23
	caño estructural acero 180mm	ml	1,00	\$ 41,32	\$ 41,32
	varios	gl	1,00	\$ 5,00	\$ 5,00
					\$ -
				\$ -	\$ -
			<b>TOTAL B</b>		<b>\$ 109,55</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	1,10	\$ 193,72	\$ 213,09
	Ayudante	hs	1,00	\$ 163,96	\$ 163,96
					\$ -
				\$ -	\$ -
			<b>TOTAL C</b>		<b>\$ 377,05</b>
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 486,60</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 637,45</b>
ANALISIS DE PRECIO: INSTALACIONES DE CAÑERIAS					
	ITEM N°:	3.04	instalacion de bombas		
	UNIDAD:	gl			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ -</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	bomba centrifuga	u	2,00	\$ 7.100,00	\$ 14.200,00
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				\$ -	\$ -
			<b>TOTAL B</b>		<b>\$ 14.200,00</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	8,00	\$ 163,96	\$ 1.311,68
					\$ -
				\$ -	\$ -
			<b>TOTAL C</b>		<b>\$ 1.311,68</b>
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 15.511,68</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 20.320,30</b>
ANALISIS DE PRECIO: VARIOS					
	ITEM N°:	4.01	Tachos de PVC para residuos		
	UNIDAD:	u			
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
EQUIPOS					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				<b>TOTAL A</b>	<b>\$ -</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MATERIALES	tachos pvc	u	1,00	\$ 7.148,76	\$ 7.148,76
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				\$ -	\$ -
			<b>TOTAL B</b>		<b>\$ 7.148,76</b>
	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA	Oficial	hs	0,00	\$ 193,72	\$ -
	Ayudante	hs	4,00	\$ 163,96	\$ 655,84
					\$ -
				\$ -	\$ -
			<b>TOTAL C</b>		<b>\$ 655,84</b>
	COSTO DIRECTO			<b>TOTAL D=A+B+C</b>	<b>\$ 7.804,60</b>
	FACTOR K	1,31			
	<b>PRECIO DEL ITEM</b>				<b>\$ 10.224,03</b>

## 12.6.2 Cómputo y presupuesto

N° ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	cantidades estimadas	precio	precio total
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				<b>\$ 7.348.102,96</b>
1.01	Excavaciones para puntos limpios	m3	4,00	\$ 1.888,60	\$ 7.554,40
1.02	Excavaciones para trincheras	m3	20736,00	\$ 184,68	\$ 3.829.603,82
1.03	Excavaciones para drenaje de lixiviado	m3	75,65	\$ 3.443,15	\$ 260.474,48
1.04	Excavaciones para pozos de monitoreo	m3	1,00	\$ 583,20	\$ 583,20
1.05	Excavaciones para sumidero	m3	4,50	\$ 82,26	\$ 370,16
1.06	Excavaciones para relleno de seguridad	m3	2592,00	\$ 184,68	\$ 478.700,48
1.07	Excavaciones para apertura de calles	m3	1577,00	\$ 254,80	\$ 401.811,72
1.08	Distribucion, nivelacion y compactacion con suelo arcilloso en trinchera	m2	6912,00	\$ 204,54	\$ 1.413.767,76
1.09	Distribucion, nivelacion y compactacion con broza en calles	m3	1577,00	\$ 453,92	\$ 715.823,96
1.10	Estabilizacion de suelo en relleno de seguridad (con bentonita)	m2	864,00	\$ 277,10	\$ 239.412,99
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO</b>				<b>\$ 51.914,45</b>
2.01	Plataea de H' A' en puntos limpios	m2	18,00	\$ 2.831,66	\$ 50.969,93
2.02	base de H' sobre para pozos de monitoreo	m2	1,00	\$ 426,69	\$ 426,69
2.03	paredes laterales de h' sumidero	m3	0,90	\$ 575,37	\$ 517,84
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES DE CAÑERIAS</b>				<b>\$ 236.877,02</b>
3.01	Provision y colocacion de cañerías de lixiviados	ml	300,00	\$ 585,56	\$ 175.666,81
3.02	Provision y colocacion de drenaje de gases	ml	18,00	\$ 678,03	\$ 12.204,58
3.03	Provision y colocacion de pozos de monitoreo	ml	45,00	\$ 637,45	\$ 28.685,32
3.04	instalacion de bombas	gl	1,00	\$ 20.320,30	\$ 20.320,30
<b>4</b>	<b>VARIOS</b>				<b>\$ 81.792,21</b>
4.01	Tachos de PVC para residuos	u	8,00	\$ 10.224,03	\$ 81.792,21
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO S/IVA</b>					<b>\$ 7.718.686,64</b>
ES UN TOTAL DE PESOS DE: <b>siete millones, seiscientos cincuenta y seis mil, novecientos cuarenta y nueve con 92/100.</b> no incluye iva					

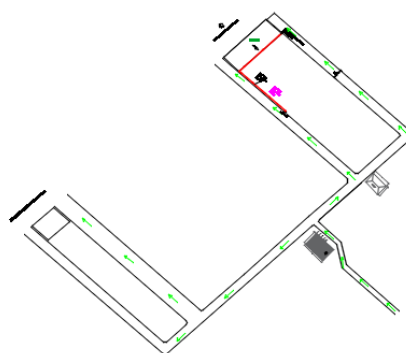
**Obteniendo el costo de la obra: \$ 7.718.686,64 (Pesos Argentinos siete millones setecientos dieciocho mil seiscientos ochenta y seis con 64/00) SIN IVA.**

Dado al tipo de obra al que nos enfrentamos nos pareció práctico realizar el desglose del presupuesto según los avances de obra. De esta manera se puede observar la inversión por año que tendrá el municipio.

A continuación se detalla el presupuesto por etapas.

### PRIMERA ETAPA. (Año 0 – Año 1.5)

1. Se construye el camino de ingreso al predio, hasta llegar al sector de la planta de separación de residuos.
2. Se construyen los caminos hasta la primera trinchera y alrededores.
3. Se construye el camino hacia el relleno de seguridad y alrededores.
4. Se realiza la apertura de la primera faja en forma progresiva, por celdas.
5. Se realiza el primer tramo de zanjas para lixiviados y se colocan las cañerías (colector secundario faja 1-2 y colector principal primer tramo).
6. Se construye el sumidero.
7. Se construyen dos pozos de monitoreo.
8. Se realiza la apertura del relleno de seguridad.
9. Se construyen los puntos limpios.





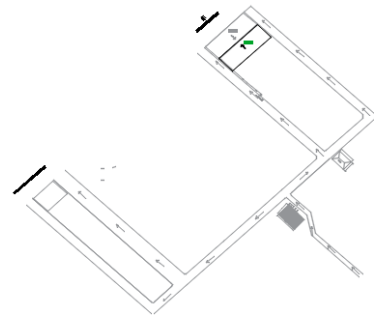
## 10. Se construyen los caños de venteo.

Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 1</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				<b>\$ 2.219.878,52</b>
1.01	EXCAVACIONES PARA PUNTOS LIMPIOS	M3	4,00	\$ 1.888,60	\$ 7.554,40
1.02	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS (POR FAJAS)	M3	2484,00	\$ 184,68	\$ 458.754,62
1.03	EXCAVACIONES PARA DRENAJE DE LIXIVIADO	M3	40,00	\$ 3.443,15	\$ 137.726,10
1.04	EXCAVACIONES PARA POZOS DE MONITOREO	M3	0,50	\$ 583,20	\$ 291,60
1.05	EXCAVACIONES PARA SUMIDERO	M3	<b>4,50</b>	\$ 82,26	\$ 370,16
1.06	EXCAVACIONES PARA RELLENO DE SEGURIDAD ( APERTURA POR FAJA 2,4X17,25)	M3	1296,00	\$ 184,68	\$ 239.350,24
1.07	EXCAVACIONES PARA APERTURA DE CALLES	M3	1577,00	\$ 254,80	\$ 401.811,72
1.08	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERA (POR FAJAS)	M2	828,00	\$ 204,54	\$ 169.357,60
1.09	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON BROZA EN CALLES	M3	1577,00	\$ 453,92	\$ 715.823,96
1.10	ESTABILIZACION DE SUELO EN RELLENO DE SEGURIDAD (CON BENTONITA)	M2	432,00	\$ 205,64	\$ 88.838,13
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO</b>				<b>\$ 51.701,11</b>
2.01	PLATEA DE Hº Aº EN PUNTOS LIMPIOS	M2	18,00	\$ 2.831,66	\$ 50.969,93
2.02	BASE DE Hº POBRE PARA POZOS DE MONITOREO	M2	0,50	\$ 426,69	\$ 213,34
2.03	PAREDES LATERALES DE Hº SUMIDERO	M3	0,90	\$ 575,37	\$ 517,84
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES DE CAÑERIAS</b>				<b>\$ 99.320,86</b>
3.01	PROVISION Y COLOCACION DE CAÑERIAS DE LIXIVIADOS	ML	100,00	\$ 585,56	\$ 58.555,60
3.02	PROVISION Y COLOCACION DE DRENAJE DE GASES	ML	9,00	\$ 678,03	\$ 6.102,29
3.03	PROVISION Y COLOCACION DE POZOS DE MONITOREO	ML	22,50	\$ 637,45	\$ 14.342,66
3.04	INSTALACION DE BOMBAS	GL	1,00	\$ 20.320,30	\$ 20.320,30
<b>4</b>	<b>VARIOS</b>				<b>\$ 81.792,21</b>
4.01	TACHOS DE PVC PARA RESIDUOS	U	8,00	\$ 10.224,03	\$ 81.792,21
<b>TOTAL ETAPA 1 S/IVA</b>					<b>\$ 2.452.692,70</b>

ES UN TOTAL DE PESOS DE: **2 MILLONES, CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL, SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS CON 70/00. NO INCLUYE IVA**

## SEGUNDA ETAPA. (Año 1.5 – Año 3)

- Se realiza la apertura de la segunda faja en forma progresiva, por celdas.

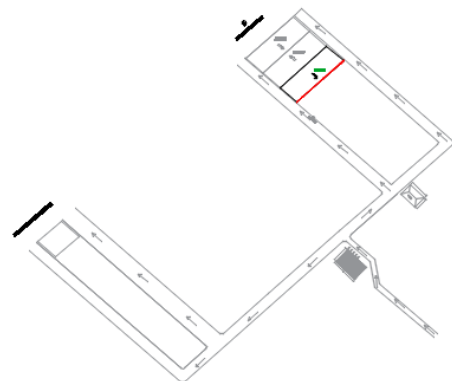


Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 2</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				<b>\$ 628.112,22</b>
1.01	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS	M3	2484,00	\$ 184,68	\$ 458.754,62
1.02	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERAS	M2	828,00	\$ 204,54	\$ 169.357,60
<b>TOTAL ETAPA 2 S/IVA</b>					<b>\$ 628.112,22</b>

ES UN TOTAL DE PESOS DE: **SEISCIENTOS VENTIOCHO MIL, CIENTO DOCE CON 22/00. NO INCLUYE IVA**

## TERCERA ETAPA. (Año 3 – Año 4.5)

- Se realiza la apertura de la tercera faja en forma progresiva, por celdas.
- Se construyen zanjas y se colocan cañerías para lixiviados.



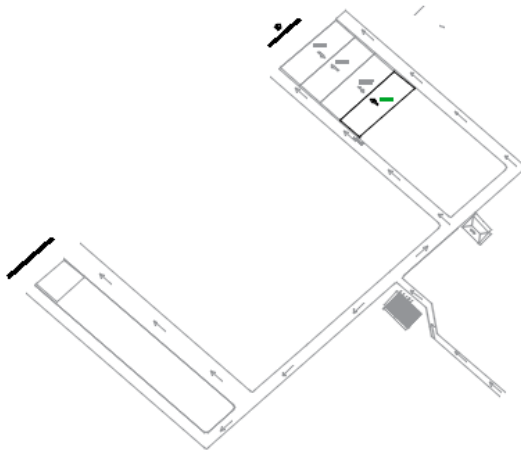
**PROYECTO FINAL - GESTION INTEGRAL DE RSU Y LAGUNAS - ALDEA SAN ANTONIO**

Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 3</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				\$ 657.895,49
1.01	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS	M3	2484,00	\$ 184,68	\$ 458.754,62
1.02	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERAS	M2	828,00	\$ 204,54	\$ 169.357,60
1.03	EXCAVACIONES PARA DRENAJE DE LIXIVIADO	M3	8,65	\$ 3.443,15	\$ 29.783,27
<b>2</b>	<b>INSTALACIONES DE CAÑERIAS</b>				\$ 29.834,08
2.01	PROVISION Y COLOCACION DE CAÑERIAS DE LIXIVIADOS	ML	50,95	\$ 585,56	\$ 29.834,08
<b>TOTAL ETAPA 3 S/IVA</b>					<b>\$ 687.729,57</b>

ES UN TOTAL DE PESOS DE: ~~SESCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL, SETECIENTOS VEINTINUEVE CON 57/100.~~ NO INCLUYE IVA

**CUARTA ETAPA. (Año 4.5 – Año 6)**

1. Se realiza la apertura de la cuarta faja en forma progresiva, por celdas.

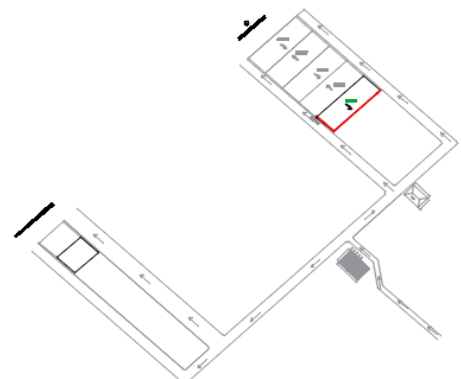


Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 4</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				\$ 628.112,22
1.01	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS	M3	2484,00	\$ 184,68	\$ 458.754,62
1.02	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERA	M2	828,00	\$ 204,54	\$ 169.357,60
<b>TOTAL ETAPA 4 S/IVA</b>					<b>\$ 628.112,22</b>

ES UN TOTAL DE PESOS DE: ~~SESCIENTOS VEINTIOCHO MIL, CIENTO DOCE 22/100.~~ NO INCLUYE IVA

**QUINTA ETAPA. (Año 6 – Año 7.5)**

1. Se realiza la apertura de la faja número 5.
2. Se colocan las cañerías correspondientes a lixiviados y venteo de gases.
3. Se realiza la apertura de una nueva faja del relleno de Seguridad.

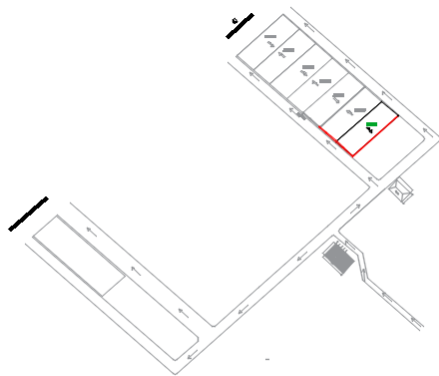


Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 5</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				<b>\$ 997.618,42</b>
1.01	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS (POR FAJAS)	M3	2484,00	\$ 184,68	\$ 458.754,62
1.02	EXCAVACIONES PARA DRENAJE DE LIXIVIADO	M3	<b>12,00</b>	\$ 3.443,15	\$ 41.317,83
1.03	EXCAVACIONES PARA RELLENO DE SEGURIDAD (APERTURA POR FAJA 24x17,25)	M3	1296,00	\$ 184,68	\$ 239.350,24
1.04	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERA (POR FAJAS)	M2	828,00	\$ 204,54	\$ 169.357,60
1.05	ESTABILIZACION DE SUELO EN RELLENO DE SEGURIDAD (CON BENTONITA)	M2	432,00	\$ 205,64	\$ 88.838,13
<b>2</b>	<b>INSTALACIONES DE CAÑERIAS</b>				<b>\$ 40.388,02</b>
2.01	PROVISION Y COLOCACION DE CAÑERIAS DE LIXIVIADOS	ML	65,50	\$ 585,56	\$ 38.353,92
2.02	PROVISION Y COLOCACION DE DRENAJE DE GASES	ML	3,00	\$ 678,03	\$ 2.034,10
<b>TOTAL ETAPA 5 S/IVA</b>					<b>\$ 1.038.006,44</b>

ES UN TOTAL DE PESOS DE: **UN MILLON, TREINTA Y OCHO MIL, SEIS CON 44/100. NO INCLUYE IVA**

## SEXTA ETAPA. (Año 7.5 – Año 9)

1. Se realiza la apertura de la faja número 6.

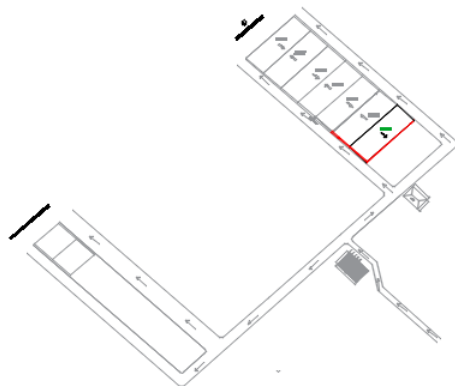


Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 6</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				<b>\$ 628.112,22</b>
1.01	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS (POR FAJAS)	M3	2484,00	\$ 184,68	\$ 458.754,62
1.02	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERA (POR FAJAS)	M2	828,00	\$ 204,54	\$ 169.357,60
<b>TOTAL ETAPA 6 S/IVA</b>					<b>\$ 628.112,22</b>

ES UN TOTAL DE PESOS DE: **SESCIENTOS VEINTIOCHO MIL, CIENTO DOCE CON 22/100. NO INCLUYE IVA**

## SEPTIMA ETAPA. (Año 9 – año 10.5)

1. Se realiza la apertura de la faja número 7.
2. Se colocan las cañerías correspondientes a lixiviados y venteo de gases.

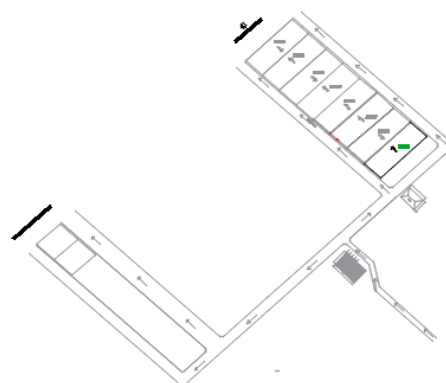


Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 7</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				\$ 679.759,51
1.01	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS (POR FAJAS)	M3	2484,00	\$ 184,68	\$ 458.754,62
1.02	EXCAVACIONES PARA DRENAJE DE LIXIVIADO	M3	15,00	\$ 3.443,15	\$ 51.647,29
1.03	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERA (POR FAJAS)	M2	828,00	\$ 204,54	\$ 169.357,60
<b>2</b>	<b>INSTALACIONES DE CAÑERIAS</b>				\$ 52.669,35
2.01	PROVISION Y COLOCACION DE CAÑERIAS DE LIXIVIADOS	ML	83,00	\$ 585,56	\$ 48.601,15
2.02	PROVISION Y COLOCACION DE DRENAJE DE GASES	ML	6,00	\$ 678,03	\$ 4.068,19
<b>TOTAL ETAPA 7 S/IVA</b>					<b>\$ 732.428,85</b>

ES UN TOTAL DE PESOS DE: ~~SETECIENTOS TREINTA Y DOS MIL, CUATROCIENTOS VEINTIOCHO~~ CON 85/100. NO INCLUYE IVA

### OCTAVA ETAPA. (Año 10.5 – Año 12)

1. Se realiza la apertura de la faja número 8.
2. Se colocan las cañerías correspondientes a lixiviados y venteo de gases.
3. Se colocan los pozos de monitoreo.



Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 8</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				\$ 846.586,04
1.01	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS (POR FAJAS)	M3	3348,00	\$ 184,68	\$ 618.321,45
1.02	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERA (POR FAJAS)	M2	1116,00	\$ 204,54	\$ 228.264,59
1.03	EXCAVACIONES PARA POZOS DE MONITOREO	M3	0,25	\$ 583,20	\$ 145,80
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO</b>				\$ 213,34
2.01	BASE DE Hº POBRE PARA POZOS DE MONITOREO	M2	0,50	\$ 426,69	\$ 213,34
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES DE CAÑERIAS</b>				\$ 14.342,66
3.01	PROVISION Y COLOCACION DE POZOS DE MONITOREO	ML	22,50	\$ 637,45	\$ 14.342,66
<b>TOTAL ETAPA 8 S/IVA</b>					<b>\$ 861.214,94</b>

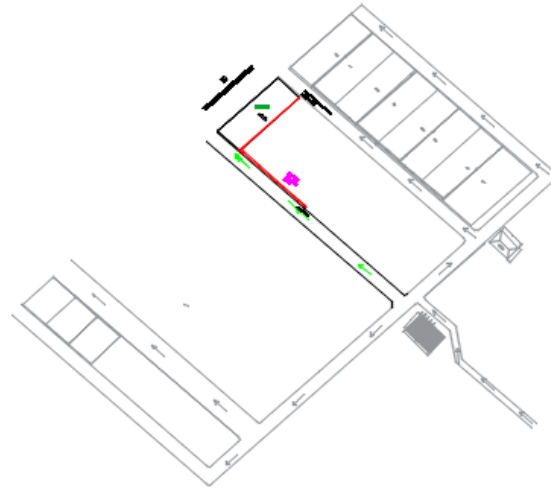
ES UN TOTAL DE PESOS DE: ~~OCHOCIENTOS SESENTA Y UN MIL, DOSCIENTOS CATORCE~~ CON 94/100. NO INCLUYE IVA

### NOVENA ETAPA. (Año 12 – Año 13.5)

Se realiza la apertura de una nueva trinchera y luego se procede como las etapas anteriores.

1. Se realiza la apertura de la segunda trinchera propuesta.
2. Se construyen el camino faltante alrededor de la trinchera.
3. Se realiza el primer tramo de zanjas para lixiviados y se colocan las cañerías (colector secundario faja 1-2 y colector principal primer tramo).
4. Se construye el sumidero.

5. Se construyen dos pozos de monitoreo.
6. Se colocan los caños de venteo.



Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES ESTIMADAS	PRECIO	PRECIO TOTAL
<b>ETAPA 9</b>					
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				<b>\$ 936.242,17</b>
1.01	EXCAVACIONES PARA TRINCHERAS (POR FAJAS)	M3	2448,00	\$ 184,68	\$ 452.106,01
1.02	EXCAVACIONES PARA DRENAJE DE LIXIVIADO	M3	40,00	\$ 3.443,15	\$ 137.726,10
1.03	EXCAVACIONES PARA POZOS DE MONITOREO	M3	0,50	\$ 583,20	\$ 291,60
1.04	EXCAVACIONES PARA SUMIDERO	M3	<b>4,50</b>	\$ 82,26	\$ 370,16
1.05	EXCAVACIONES PARA APERTURA DE CALLES	M3	238,50	\$ 254,80	\$ 60.768,61
1.06	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON SUELO ARCILLOSO EN TRINCHERA (POR FAJAS)	M2	864,00	\$ 204,54	\$ 176.720,97
1.07	DISTRIBUCION, NIVELACION Y COMPACTACION CON BROZA EN CALLES	M3	238,50	\$ 453,92	\$ 108.258,73
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO</b>				<b>\$ 731,18</b>
2.01	BASE DE Hº POBRE PARA POZOS DE MONITOREO	M2	0,50	\$ 426,69	\$ 213,34
2.02	PAREDES LATERALES DE Hº SUMIDERO	M3	0,90	\$ 575,37	\$ 517,84
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES DE CAÑERIAS</b>				<b>\$ 126.216,39</b>
3.01	PROVISION Y COLOCACION DE CAÑERIAS DE LIXIVIADOS	ML	148,00	\$ 585,56	\$ 86.662,29
3.02	PROVISION Y COLOCACION DE DRENAJE DE GASES	ML	9,00	\$ 678,03	\$ 6.102,29
3.03	PROVISION Y COLOCACION DE POZOS DE MONITOREO	ML	20,60	\$ 637,45	\$ 13.131,50
3.04	INSTALACION DE BOMBAS	GL	1,00	\$ 20.320,30	\$ 20.320,30
				<b>TOTAL ETAPA 9 S/IVA</b>	<b>\$ 1.063.189,73</b>

ES UN TOTAL DE PESOS DE: **UN MILLON, SESENTA Y TRES MIL, CIENTO OCHENTA Y NUEVE CON 73/100. NO INCLUYE IVA**

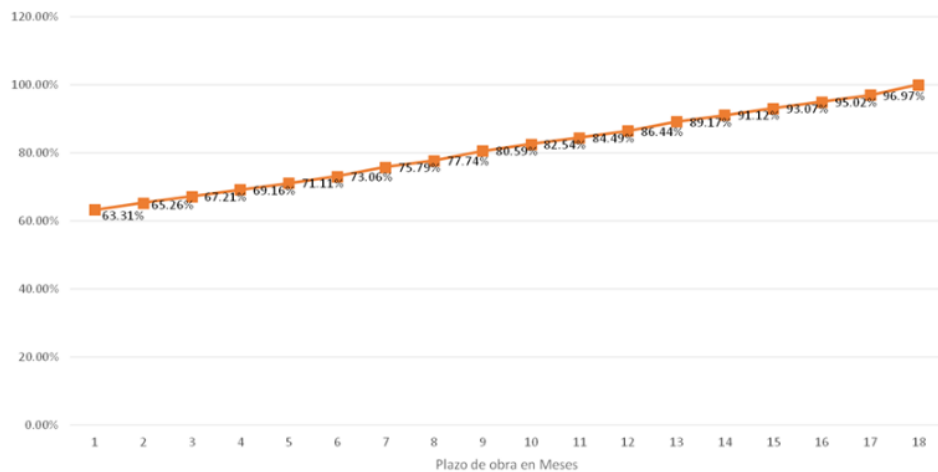
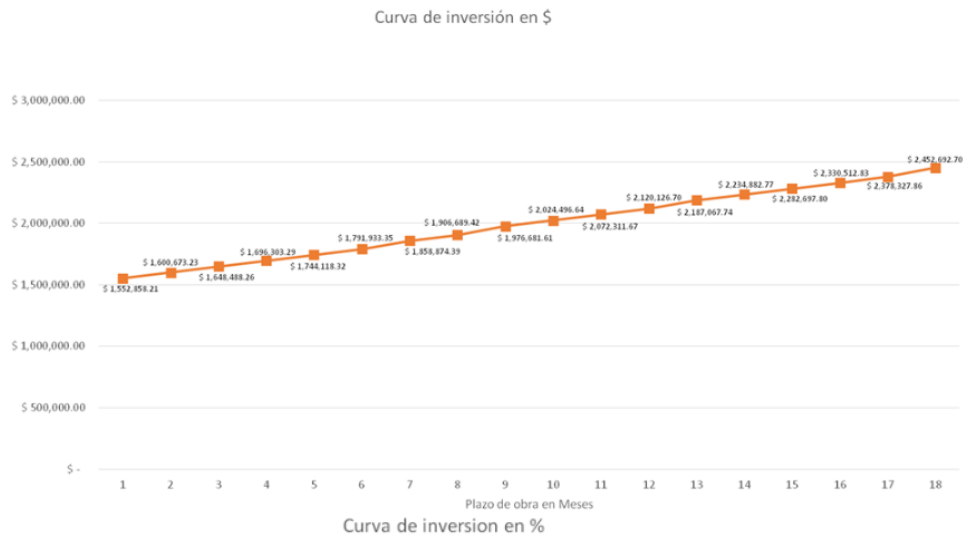
Se repiten las etapas hasta concluir las 4 trincheras.

**Ver planos adjuntos 12.18.**

## 12.7 Plan de trabajo y curva de inversión

A continuación se planteará un plan de trabajo medido en meses para la ejecución de tareas de forma tal de conocer el tiempo necesario para llevar a cabo el proyecto ejecutivo.

DESCRIPCION	MONTO	Incidencia	PLAZO DE EJECUCION																		
			mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12	mes 13	mes 14	mes 15	mes 16	mes 17	mes 18	
<b>MOVIMIENTO DE SEÑALES</b>	\$ 2.253.746,89	84%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Excavaciones para encañales (por fijas)	\$ 77.546,89	0%	7,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	
Excavaciones para drenaje de Aljedo	\$ 468.764,62	18%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Excavaciones para bozo de montoneo	\$ 137.726,10	6%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	
Excavaciones para sumidero	\$ 291,60	0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Excavaciones para apertura de cañales	\$ 293,16	0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Excavaciones para apertura de cañales	\$ 401.811,72	16%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Distribucion, nivelacion y compactacion con suelo aciloso en trinchera (por fijas)	\$ 169.357,60	7%	7,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	
Distribucion, nivelacion y compactacion con bozo en calles	\$ 716.823,96	29%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Excavaciones para apertura de cañales (por demoras)	\$ 14.700,41	2%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
<b>ESTRUCTURAS DE EXCAVACION</b>	\$ 50.969,93	2%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Placas de H.A. en curvas internas	\$ 213,34	0%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	
Placas de H.A. para bozo de montoneo	\$ 517,84	0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Barandas laterales de H.A. sumidero	\$ 100.234,54	4%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	
<b>INSTALACIONES DE CAÑERIAS</b>	\$ 59.896,76	4%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Provision y colocacion de cañerías en Aljedo	\$ 60,00	0%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	
Provision y colocacion de cañerías en Aljedo	\$ 14.401,61	1%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	
Provision y colocacion de pазas de montoneo	\$ 20.320,30	1%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Instalacion de bombas	\$ 81.792,21	3%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
<b>VARIOS</b>	\$ 81.792,21	3%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Techos de PVC para residuos	\$ 81.792,21	3%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
<b>TOTAL</b>	\$ 2.844.974,75	100%																			
<b>Presupuesto Parcial</b>	\$ 1.556.391,41																				
<b>Presupuesto acumulado</b>	\$ 1.556.391,41																				
<b>Avance Parcial</b>	\$ 62,63%		1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	1,99%	
<b>Avance acumulado</b>	\$ 62,63%		64,62%	66,60%	68,59%	70,58%	72,56%	74,54%	76,52%	78,50%	80,48%	82,46%	84,44%	86,42%	88,40%	90,38%	92,36%	94,34%	96,32%	98,30%	



## 12.8 Estudio de impacto ambiental

Los análisis de impactos ambientales tienen como fin identificar los efectos positivos y negativos que tiene todo proyecto de relleno sanitario en sus fases:

1. Selección del sitio.
2. Preparación del terreno.
3. Construcción.
4. Operación y recubrimiento.
5. Relleno sanitario manual.
6. Clausura de relleno.

La medición de los impactos debe ser interdisciplinaria y realizarse en los componentes naturales tanto del sitio como del entorno (agua, suelo y aire), al igual que en las variables de tipo económico y social.

Para realizar el análisis de impacto ambiental utilizaremos la Matriz de Bejerman como en el proyecto N° 1: “Compactación y nivelación en el vertedero de disposición final actual”. Los criterios a adoptar son equivalentes.

Por lo tanto nuestra matriz queda definida de la siguiente manera:

ACCIONES	SELECCION DEL SITO			PREPARACION DEL TERRENO			CONSTRUCCION			OPERACION Y RECUBRIMIENTO				RELLENO SANITARIO MANUAL	CLAUSURA DE RELLENO		
	Uso del suelo	Via de acceso y tráfico vehicular	Dirección del viento	Camino de acceso	Desvío de aguas	Canal perimetral	Caminos internos	Excavación de trincheras	Excavación de zanjas	Recepción de residuos	Compactación de residuos	Cobertura periódica	Drenajes (gases y lixiviado)	Generación de empleo	Cobertura final		
SUBSISTEMA NATURAL	SUELO	(-) 1aB3C (-) 1aA3B						(-) 2aB3C									
	CAUIDAD DE AIRE		(-) 1aA2B (-) 1aC2a (-) 1aB2B					(-) 1aA2B (-) 1aB2C (-) 1aA2B		(-) 1aA2B (-) 1aA2B (-) 1aA2B	(-) 1aA2B (-) 1aA2B (-) 1aA2B				(-) 1aA2B (-) 2aA2B (-) 2aA2B		
	RUIDO		(-) 1aB2a					(-) 1aA2a								(-) 2aA2B	
	AGUA				(-) 2aA3D			(-) 1aA3D								(-) 1aA3D	
	VEGETACION				(-) 1aB3D			(-) 1aA3C			(-) 1aB2C (-) 1aB2C						
	FAUNA				(-) 1aB3C			(-) 1aA3C									
	PASIAE																
	Subsistema Socioeconómico																
	Subsistema Socioeconómico				(-) 2aA3										(+) 2aA3 (+) 2aA3	(+) 2aA3 (+) 2aA3	
	Subsistema Socioeconómico				(+) 1aC2 (-) 1aA2B (-) 1aC2a	(+) 1aC1 (-) 1aA2D (-) 1aB2B	(+) 1aC1 (-) 1aA2B (-) 1aA2B	(+) 2aA3 (-) 2aA3 (-) 2aA3	(+) 1aA2 (-) 1aA2 (-) 1aA2	(+) 1aA2 (-) 1aA2 (-) 1aA2	(+) 2aA3 (-) 2aA2 (-) 1aA1a	(+) 1aA2 (-) 2aA2 (-) 1aA1a	(+) 1aA2 (-) 1aA2 (-) 1aA1a	(+) 2aB2	(+) 2aA2 (-) 1aA2 (-) 1aA1a	(+) 2aA2 (-) 1aA2B (-) 1aA1a (+) 2aA3	





## 13. ANTEPROYECTO N°3: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL E INCORPORACION DE HUMEDAL DE FLUJO LIBRE

En el siguiente capítulo se desarrollará el anteproyecto de Optimización del Sistema de Tratamiento Actual e Incorporación de un Humedal de Flujo Libre de Aldea San Antonio.

### 13.1 Planteo y objetivos

Teniendo en cuenta la información recabada, se plantearon las siguientes mejoras a implementar con este anteproyecto.

- Verificar el correcto funcionamiento de las lagunas existentes.
- Incorporar un humedal de flujo libre para mejorar la calidad del agua a finalizar su tratamiento.
- Incorporar elementos accesorios para que el sistema funcione de manera adecuada.

El objetivo del anteproyecto es que el efluente tratado cumpla con los distintos parámetros de control especificados en la normativa vigente, antes de ser volcado al cuerpo receptor.

### 13.2 Estudios preliminares

#### 13.2.1 Marco Legal

El Decreto No 2235 detalla los valores límites a los que deben ajustarse los distintos parámetros de los líquidos cloacales, que se descargan en los cursos de Entre Ríos.

**VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA EL VERTIDO DE LÍQUIDOS CLOACALES  
A CURSOS DE AGUA CON O SIN TRATAMIENTO**

PARÁMETROS	VALORES
1. pH	< 5,5 a 10
2. Sustancias Solubles en Éter Etílico	< 100 mg/l
3. Aceites Minerales	< 10 mg/l
4. Sulfuros	< 1 mg/l
5. Sólidos Sedimentables en 10 minutos	< 0,5 mg/l
6. Sólidos Flotantes	No debe contener
7. Temperatura	< 45 °C
8. Cianuros	< 0,1 mg/l
9. Cromo Hexavalente	< 0,2 mg/l
10. Cromo Trivalente	< 2 mg/l
11. Sustancias Reactivas al Azul de Orintoluidina	< 2 mg/l
12. Cadmio	< 0,1 mg/l
13. Plomo	< 0,5 mg/l
14. Mercurio	< 0,005 mg/l
15. Arsénico	< 0,5 mg/l
16. Sustancias Fenólicas	< 0,5 mg/l

Figura 57: Valores máximos permitidos para el vertido de líquidos cloacales.

## VALORES MÁXIMOS ESTABLECIDOS DE DESCARGA DE LÍQUIDOS CLOACALES DOMÉSTICOS SIN TRATAMIENTO

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (D.B.O.): El valor máximo permitido de descarga de líquidos cloacales domésticos a:

Río Paraná	< 250 mg/l
Río Uruguay	< 150 mg/l
Ríos y Arroyos interiores con caudal permanente	< 50 mg/l
Ríos y Arroyos interiores sin caudal permanente	< 30 mg/l

SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 (DOS) HORAS: (Materiales en suspensión total)

Río Paraná	< 150 mg/l
Río Uruguay	< 100 mg/l
Ríos y Arroyos interiores con o sin caudal permanente	< 30 mg/l

OXÍGENO CONSUMIDO: Esta determinación sólo se realizará cuando no sea posible hacer la demanda bioquímica de oxígeno.

Descargas al Río Paraná o Uruguay	< 100 mg/l
Descargas a Ríos y arroyos con o sin caudal permanente	< 20 mg/l

### 13.2.2 Caracterización del efluente

Es fundamental el conocimiento de la naturaleza del agua residual a tratar, por lo que constituye el primer paso para proyectar una infraestructura de depuración.

Las aguas residuales se diferencian en función de la naturaleza de los componentes que la originan. Estas pueden ser:

- **Aguas Domiciliarias:** estas se pueden subdividir en aguas de cocina, conteniendo sales, materia orgánica y sólidos; aguas de baño, contienen jabones y productos de limpieza, y en aguas de lavado de locales, conteniendo jabones, arena y papel.
- **Aguas Negras:** Proceden de la defecación humana y contienen residuos fecales con una gran cantidad de materia orgánica y de microorganismos aerobios y anaerobios, además puede contener papel y otros elementos de higiene personal.
- **Aguas de Limpieza Pública y Riego:** Se caracterizan en función de su procedencia de abastecimiento y contiene materiales sólidos de arrastre.
- **Aguas Pluviales:** En origen se trata de un agua pura, su paso por áreas urbanas o industriales altera enormemente su composición.

Las aguas residuales urbanas más típicas tienen componentes normalmente de fácil separación o biodegradables, como sólidos, materia orgánica, aceites y grasas, y no suele presentar sustancias peligrosas.

### 13.2.3 Factores que afectan el proceso de depuración biológica

Para que el proceso de depuración biológica tenga lugar, además de la biodegradación del agua residual, es necesario crear las condiciones óptimas para que cada uno de los procesos del tratamiento se realice con mayor efectividad.

Entre los factores que pueden afectar la depuración de un efluente se encuentran los siguientes:

**Temperatura:** La depuración biológica se desarrolla de forma adecuada en un rango de temperaturas que oscila entre los 12 y 38 °C.

**PH:** Las enzimas son activas en un estrecho corredor alrededor de un pH determinado y que, no puede ser muy diferente del pH 7 (6.2-8.5).

**Homogeneización:** El proceso metabólico se optimiza cuando se logra una homogeneización perfecta. Los sistemas técnicos de depuración biológica más homogéneos son los fangos activos y los lechos bacterianos.

**Inhibidores:** Las enzimas son activas en estado coloidal, pudiendo inhibir su actividad las sustancias presentes en las aguas en forma de sales insolubles, iones de metales pesados, reactivos alcaloides, el cloro y sus compuestos, etc. Esta acción de los inhibidores puede actuar sobre los microorganismos destruyéndolos o dejándolos en estado latente.

### 13.2.4 Proceso de tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización

#### 13.2.4.1 Consideraciones previas para el diseño

Para efectuar el correcto diseño de una planta de depuración de líquidos residuales, mediante lagunas de estabilización, es conveniente tener presente las siguientes consideraciones:

Determinación del crecimiento poblacional, este dato permite conocer el espacio físico necesario para las instalaciones y posibles ampliaciones, pudiendo efectuar el diseño de toda la planta.

Determinación del caudal y calidad, o concentración, del líquido cloacal. Estos valores posibilitan el dimensionamiento de las conducciones, el cálculo del tiempo de retención del líquido en las lagunas y la carga orgánica total a reducir.

Elementos de medición de caudales. Es conviene la instalación tanto a la entrada como a la salida de la planta con el fin conocer exactamente cuánto líquido ingresa, egresa y cuantificar la infiltración y evaporación.

El clima es un factor muy importante a tener en cuenta, pues no es posible adoptar los mismos parámetros de diseño en zonas frías, templadas, cálidas o tropicales, como así también tener en cuenta la insolación del lugar. Otra condición meteorológica influyente en el funcionamiento de las lagunas, es la

presión atmosférica por lo que se debe conocer si el lugar de emplazamiento se encuentra en una zona de alta o baja presión.

La dirección de los vientos predominantes debe estar dentro de las consideraciones para evitar el traslado de olores hacia la ciudad.

El tipo de suelo debe ser determinado perfectamente, para conocer el grado de impermeabilidad que este posee o si se debe efectuar algún tipo de tratamiento para mejorarla.

Es de interés conocer el nivel de la napa freática y tener los registros de sus variaciones en el tiempo, para que el fondo de las lagunas se ubique siempre por encima de él. El ingreso de agua desde la napa freática interferiría y hasta podría llegar a anular el proceso de depuración.

Es importante contar con caminos en buen estado para acceder a las instalaciones, especialmente en días de lluvia. Esto se debe a la necesidad de trasladar al personal para realizar tareas de mantenimiento. Por lo tanto, de no existir caminos de acceso se los deberá construir, lo que implica un costo extra para el proyecto.

También se debe tener en cuenta la disponibilidad de energía eléctrica en la zona para la construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones.

#### 13.2.4.2 Estudios previos a la construcción de las lagunas de estabilización

Uno de los problemas presentes en el sistema de estabilización de líquidos cloacales utilizando lagunas, es la permeabilidad de las mismas, lo que puede generar un impacto importante en las aguas subterráneas.

Para la implantación de las lagunas de estabilización son necesarios estudios de:

- Accesibilidad
- Topografía
- Geología

Dentro de los aspectos geológicos debe definirse la naturaleza del suelo, la posibilidad de emplear el propio material del terreno, así como la hidrología de la zona.

Algunas consideraciones geológicas son:

- Realización de perforaciones para la determinación del tipo de suelo existente en el área de emplazamiento.
- Ejecución de ensayos de laboratorio y posterior análisis de los resultados con el fin de conocer las características de expansión, permeabilidad y estabilidad de taludes.
- Medición del nivel freático.
- Determinación de la capa vegetal a ser retirada.

- En base a los resultados de laboratorio, evaluar la posibilidad del uso del suelo existente en el sitio como material de préstamo para la construcción de los muros de las lagunas.

En la siguiente tabla se resumen otros factores que influyen en la depuración por lagunas.

<b>FACTORES</b>	<b>PARAMETROS</b>
<b>Climáticos</b>	Temperatura
	Radiación solar
	Viento
	Precipitación
	Evaporación
<b>Físicos</b>	Estratificación
	Líneas de corriente
	Profundidad
<b>Químicos</b>	Carga de contaminación
	Puntas de carga
	Tóxicos e inhibidores
	Grasas
	Nutrientes
	pH
<b>Biológicos</b>	Macrofitas
	Microfitas
	Bacterias
	Algas
	Protozoos
	Hongos
	Insectos

Tabla 17: Factores y parámetros. Fuente: Propia.

#### 14.2.4.3 Caudal de diseño

Generalmente las lagunas de estabilización son diseñadas considerando los caudales promedios generados por la población servida más el caudal de infiltración que pudiera introducirse al sistema:  $Q_{lagunas} = Q_{medio} + Q_{infiltración}$ .

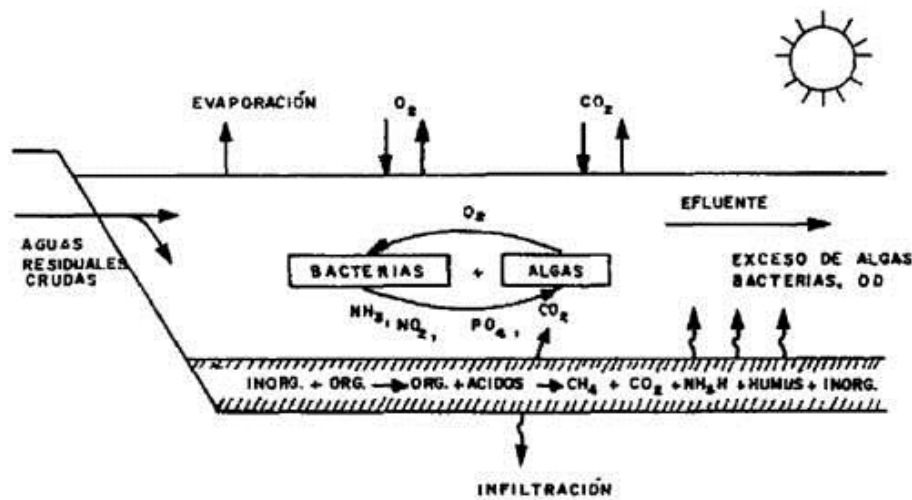
### 13.2.5 Tipos de lagunas de estabilización

#### 13.2.5.1 Lagunas anaeróbicas

Este tipo de lagunas se utilizan en el tratamiento de agua residual con alto contenido orgánico y que además posean alta concentración de material sólido. Generalmente una laguna anaeróbica es una zanja profunda excavada en el terreno, dotada de un sistema de conductos de entrada y de salida adecuados.

Para conservar la energía calorífica y mantener las condiciones anaeróbicas, se construyen lagunas de profundidades que varían entre los 2.4m y los 9m, siendo profundidades típicas entre 4 y 5m. Los residuos tratados en la laguna sedimentan en el fondo de la misma, y el efluente parcialmente clarificado se vierte, normalmente, hacia otro proceso posterior.

Su función es similar al tanque séptico, remueven una alta cantidad de carga orgánica y sólidos en suspensión. Una vez que los sólidos se sedimentan en el fondo de la laguna son sometidos a un proceso de descomposición anaeróbica por la acción de bacterias. Debido a la acumulación de sedimentos es necesario limpiar las lagunas cada cierto tiempo.



Las principales consideraciones que se han tomado en cuenta al diseñar las lagunas se describen a continuación:

- La carga orgánica del efluente.
- El caudal diario.
- La constante global de eliminación de la DBO.
- La temperatura del agua del mes más frío.
- El tiempo de retención hidráulica.
- El factor de dispersión del estanque.
- El área disponible para la instalación de las lagunas.
- El volumen y la profundidad de operación.

### ***Diseño de Lagunas Anaeróbicas***

El diseño de lagunas anaeróbicas debe fundamentarse en cargas volumétricas entre 0.1 y 0.4 Kg \* DBO/ m<sup>3</sup> \* día.

Los valores alrededor de 0.1 deben ser utilizados en zonas donde la estación fría es prolongada y alrededor de 0.4 donde hay valores anuales de temperatura templados.

El volumen de la laguna será:

$$V = \frac{L_i * Q}{\lambda v}$$

Dónde:

V = Volumen de la laguna en m<sup>3</sup>.

$\lambda v$  = carga volumétrica en g \* DBO / m<sup>3</sup> \* día.

$L_i$  = concentración del DBO del efluente en mg / l.

Q = caudal de entrada en m<sup>3</sup> / d.

Teóricamente no hay límite para la profundidad de la laguna anaeróbica, pero una profundidad de 4m, puede considerarse como optima desde el punto de vista del tratamiento.

Diferentes autores proponen valores de la carga volumétrica que varían entre los 40 y los 500 g \* DBO / m<sup>3</sup> \* día y tiempos de retención entre 2 y 50 días. (Muñoz, Lehmann y Martínez, 1996).

#### 13.2.5.2 Lagunas facultativas

Las lagunas en las que la estabilización de las aguas residuales se lleva a cabo mediante una combinación de bacterias anaeróbicas y aeróbicas, se conocen con el nombre de lagunas facultativas.

#### **Descripción del proceso**

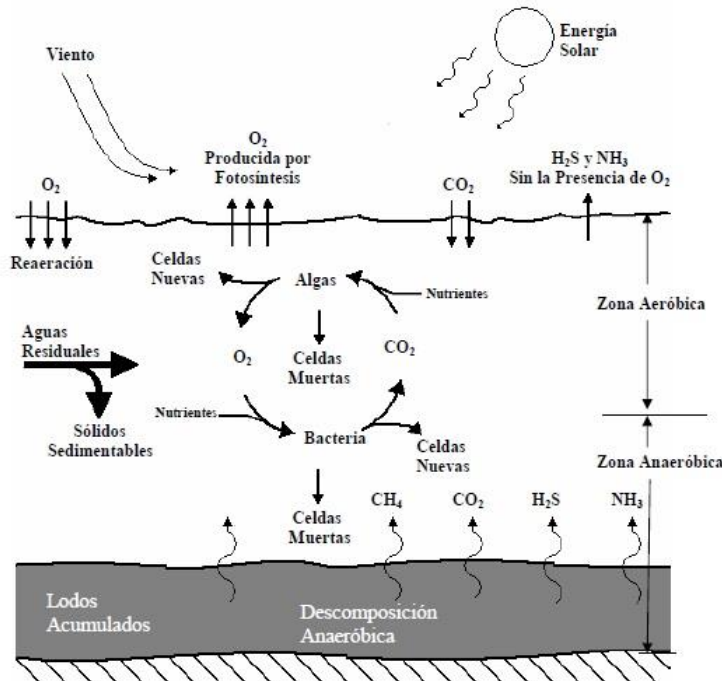
En una laguna facultativa existen tres zonas:

1. Una zona superficial en la que existen bacterias aeróbicas y algas en una relación simbiótica.
2. Una zona inferior anaeróbica en la que se descomponen activamente los sólidos acumulados por acción de las bacterias anaeróbicas.
3. Una zona intermedia, que es parcialmente aeróbica y anaeróbica, en la que la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas.

Las lagunas de estabilización facultativas son lagunas excavadas en el terreno que se alimentan con agua residual procedente de un proceso previo de desbaste o con el efluente de un tratamiento primario. Los sólidos de gran tamaño se sedimentan para formar una capa de fango anaeróbica. Los materiales orgánicos sólidos y coloidales se oxidan por acción de las bacterias aeróbicas y facultativas empleando el oxígeno generado por las abundantes algas presentes en la superficie. El dióxido de carbono, que se produce en el proceso de oxidación orgánica, sirve como fuente de carbono para las algas. La descomposición anaeróbica de los sólidos de la capa de fango da como resultado la producción de compuestos orgánicos disueltos y de gases como el CO<sub>2</sub>, el H<sub>2</sub>S y el SH<sub>4</sub>, que o bien se oxidan por las bacterias aeróbicas o se liberan a la atmosfera.



En la práctica, la presencia de oxígeno en la capa superior del estanque se consigue por las algas o mediante aireadores de superficie. Si se emplean aireadores de superficie, la presencia de algas no es necesaria. La ventaja de utilizar aireadores de superficie reside en que ello posibilita aplicar cargas orgánicas más elevadas. Sin embargo, la carga orgánica aplicada no debe exceder de la cantidad de oxígeno que pueda ser suministrada por los aireadores sin que se produzca un mezclado completo del contenido del estanque, ya que en este caso se pierden las ventajas derivadas de la descomposición anaeróbica.



### **Diseño de Lagunas Facultativas**

El diseño de la laguna depende de la carga superficial de DBO aplicada al a laguna, es decir la cantidad de DBO aplicada por unidad de área de superficie de laguna por día. Esta carga superficial tendrá un valor límite máximo pasado el cual la laguna se volverá anaeróbica. La ecuación para calcular dicho valor límite máximo es:

$$CSm = 357.4 * 1.085^{T-20}$$

$$CSm = 400.6 * 1.0993^{Tai-20}$$

Dónde:

CSm: es la carga superficial máxima en Kg \* DBO / ha \* día.

T: es la temperatura del agua del mes más frío, en °C.

Tai: es la temperatura del aire del mes más frío, en °C.

La carga superficial de diseño tendrá un valor algo menor que la carga superficial máximo debido a:

- La existencia de variaciones bruscas de temperatura.
- La forma de la laguna (las lagunas de forma alargada son sensibles a variaciones y deben tener menores cargas).
- La existencia de desechos industriales.
- El tipo de sistema de alcantarillado.

El área de la laguna facultativa se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{L_i * Q_{\text{diseño}}}{CS_{\text{diseño}}}$$

Dónde:

A: es el área a la mitad de la profundidad de la laguna.

$L_i$ : es el DBO último del afluente a la laguna facultativa.

$Q_{\text{diseño}}$ : es el caudal de diseño de la laguna facultativa.

$CS_{\text{diseño}}$ : es la carga superficial de DBO de diseño de la laguna.

El tiempo de retención de la laguna facultativa se lo calcula con la siguiente ecuación:

$$t = \frac{A * h}{Q_{\text{diseño}}}$$

Dónde:

h: es la altura efectiva de líquido en la laguna facultativa.

t: es el tiempo de retención hidráulica de la laguna.

El valor de DBO último a la salida de la laguna facultativa se calcula con la siguiente ecuación (Matamoras, 1996):

$$DBO_{\text{ultimo salida}} = \frac{DBO_{\text{ultimo entrada}}}{1 + K'1 * t}$$

Dónde:

$K'1$ : es el coeficiente de descomposición del DBO en días<sup>-1</sup>. Este coeficiente es función de la temperatura del agua y se calcula así:

$$K'1 = 0.3 * (1.05)^{T-20}$$

Para que una laguna sea considerada facultativa su altura líquida efectiva deberá estar entre 1.50 y 2.50m. Las lagunas facultativas pueden ser las primeras de una serie o seguir a las lagunas anaeróbicas.

### 13.2.6 Humedal artificial de flujo libre

Los humedales artificiales consisten en un monocultivo o policultivo de plantas superiores dispuestas en lagunas o canales poco profundos. El efluente es tratado a través de varios procesos físico-químicos y bacteriológicos. El

oxígeno necesario para estos procesos es suministrado por las propias plantas que forman por fotosíntesis e inyectan hasta la zona radicular. Las plantas juegan un papel fundamental de estos sistemas siendo sus principales funciones:

- Airear el sistema radicular y facilitar oxígeno a los microorganismos que viven en la rizosfera.
- Absorción de nutrientes (nitrógeno y fosforo).
- Eliminación de contaminantes asimilándolos directamente en sus tejidos.
- Filtración de solidos a través del entramado que forma su sistema radicular

La selección de las especies vegetales se debe realizar de acuerdo a la adaptabilidad de las mismas al clima local, su capacidad de transportar oxígeno desde la hoja hasta la raíz, su tolerancia a concentraciones elevadas de contaminantes, su capacidad asimiladora de los mismos, su tolerancia a condiciones climáticas diversas, su resistencia a insectos y enfermedades y su facilidad de manejo.

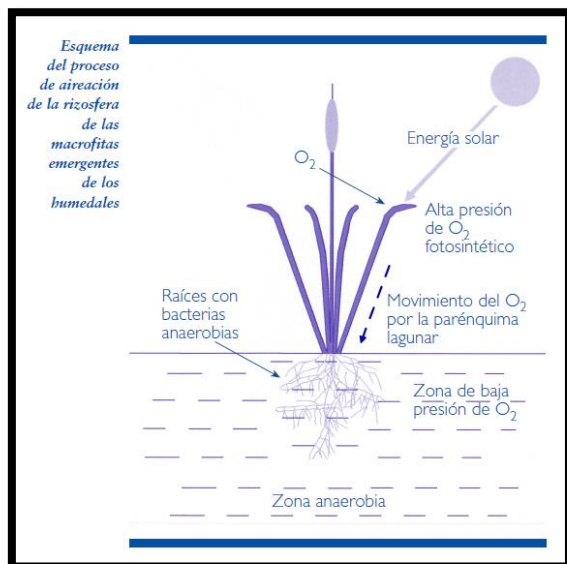


Figura 58: Esquema del proceso de aireación de la rizosfera de las macrofitas emergentes de los humedales.

Como ventajas generales de los sistemas de depuración que utilizan plantas acuáticas cabe citar:

- Sistemas naturales totalmente respetuosos e integrados con el medio ambiente, que eliminan sólidos en suspensión, materia orgánica, elementos eutrofizantes y microorganismos patógenos.
- Costos de instalación muy inferiores al de una depuradora convencional.
- Mantenimiento sencillo, con bajo coste y reducido o nulo consumo de energía.

### 13.2.6.1 Parámetros de diseño

Los principales parámetros de diseño de los sistemas de humedales de flujo libre incluyen el tiempo de detención hidráulica, la profundidad del agua, la geometría de las lagunas, la carga orgánica y la carga hidráulica.

**Tiempo de detención hidráulica:** el tiempo de detención hidráulica depende de la carga orgánica aplicada, de la carga hidráulica y de la profundidad de agua del sistema.

**Profundidad del agua:** el problema de mayor importancia en relación con la profundidad del agua es el control del mezclado vertical del contenido de la laguna, de forma que el agua residual a tratar entre en contacto con las raíces de las plantas, zona en la que se encuentran las bacterias que producen el tratamiento.

**Carga hidráulica:** la carga hidráulica es el volumen de agua residual aplicada diariamente dividido por la superficie del sistema acuático.

Para el cálculo del humedal de flujo libre, se calcula la superficie del humedal:

$$A_s = L * W = \frac{Q * [Ln \left( \frac{C_o}{C_e} \right)]}{K_t * d * n}$$

Siendo: Co: DBO afluente (mg/l).

Ce: DBO efluente (mg/l).

K<sub>t</sub>: Constante de temperatura de las aguas residuales.

K<sub>20</sub> : Constante de temperatura de las aguas residuales a 20°C  
(1,104).

Θ: 1,04

d = Profundidad promedio del agua en el biofiltro (m)

n = Porosidad de la estructura de filtro.

T = Temperatura mínima del agua en el biofiltro.

Luego verificamos el tiempo de retención hidráulico con la siguiente formula:

$$TRH = \frac{L * W * d * n}{Q}$$

Estos valores deben encontrarse dentro de los siguientes valores.

Valores indicativos para el diseño de terrenos pantanosos artificiales<sup>a</sup>

Parámetro de diseño	Unidades	Tipo de sistema	
		FWS	SFS
Tiempo de detención hidráulica	d	4-15	4-15
Profundidad del agua	m	0,1-0,60	0,3-0,75
Carga de DBO <sub>5</sub>	kg/ha · d	<67	<67
Carga hidráulica	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> · d	0,014-0,046	0,014-0,046
Superficie específica	ha/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /d)	7,1-2,15	7,1-2,15



# 14. PROYECTO EJECUTIVO N°3: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL E INCORPORACION DE HUMEDAL DE FLUJO LIBRE

## 14.1 Introducción

El presente proyecto ejecutivo tiene como fin el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento cloacal de la localidad de Aldea San Antonio Entre Ríos.

Para ello se procede al diseño y dimensionamiento de los distintos elementos intervinientes en el proceso de saneamiento.

Se comenzará con la optimización las instalaciones existentes y luego se procederá al diseño de los nuevos elementos para que el sistema funcione de la mejor manera.

## 14.2 Criterios de diseño

El presente proyecto ejecutivo se dividió en 2 partes de acuerdo a las premisas que fueron mencionadas anteriormente:

- 1) Optimización del sistema de tratamiento actual
- 2) Elementos adicionales

## 14.3 Optimización del sistema de tratamiento actual

A partir de la información recabada se confeccionaron los planos de planta y corte del predio existente con la ubicación de las distintas lagunas y los elementos complementarios. A su vez, se adjuntaron los análisis químicos realizados al efluente para observar el funcionamiento actual del sistema y cuáles son las mejoras que deben ser realizadas.

Concepción del Uruguay, 05 de Junio de 2018

**ANÁLISIS DE LIQUIDO RESIDUAL N° 80.519/20**

Nombre de la Empresa: **MUNICIPALIDAD ALDEA SAN ANTONIO**

MUESTRA N°	Sitio de extracción	Fecha extracción	Fecha llegada
1	Laguna Anaeróbica	29/05/18	29/05/18
2	Laguna Facultativa		

MUESTRA EXTRAIDA  
ELABORADO

Muestra N°	D.B.O. mg/l
1	190
2	144

Lic. Nestor Marcelo Olive  
de División Laboratorio - C. del Uruguay  
de Gestión Ambiental Río Uruguay  
Secretaría de Ambiente Sustentable  
Entre Ríos

Figura 59: Análisis de líquido residual. Fuente: Municipalidad de Aldea San Antonio.

Se determinó además el caudal del efluente para un periodo de diseño de 20 años.

Para ello se recurrió al valor de la demanda de agua potable diaria como parámetro base para el cálculo.

El caudal medio de provisión de agua potable viene dado por la expresión:

$$\bar{Q} = q * n$$

Donde:

$\bar{Q}$ : Caudal medio.

q= Dotación de consumo por habitante.

n: Número de habitantes.

Además, se incrementó un 10% por posibles conexiones adicionales no contabilizadas. Quedando:

$$\begin{aligned} \overline{Q}_{actual} &= (q * n) * 1,10 = (1483 \text{ hab} * 250 \text{ l/hab} * \text{dia}) * 1,10 = 407825 \text{ l/dia} \\ &= 4,72 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$\overline{Q}_{20años} = (q * n) * 1,10 = (8233 \text{ hab} * 250 \text{ l/hab} * \text{dia}) * 1,10 = 2264075 \text{ l/dia} = 26,20 \text{ l/s}$$

En cuanto al caudal medio del efluente, este corresponde al 80% del calculado anteriormente, por lo tanto:

$$Q_{actual} = \bar{Q} * 0,8 = 4,72 \text{ l/s} * 0,8 = 3,78 \text{ l/s} = 13,61 \text{ m}^3/\text{h} = 326,64 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{20años} = \bar{Q} * 0,8 = 26,20 \text{ l/s} * 0,8 = 20,96 \text{ l/s} = 75,46 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{20años} = 1811 \text{ m}^3/\text{d}$$

### 14.3.1 Variaciones del Caudal

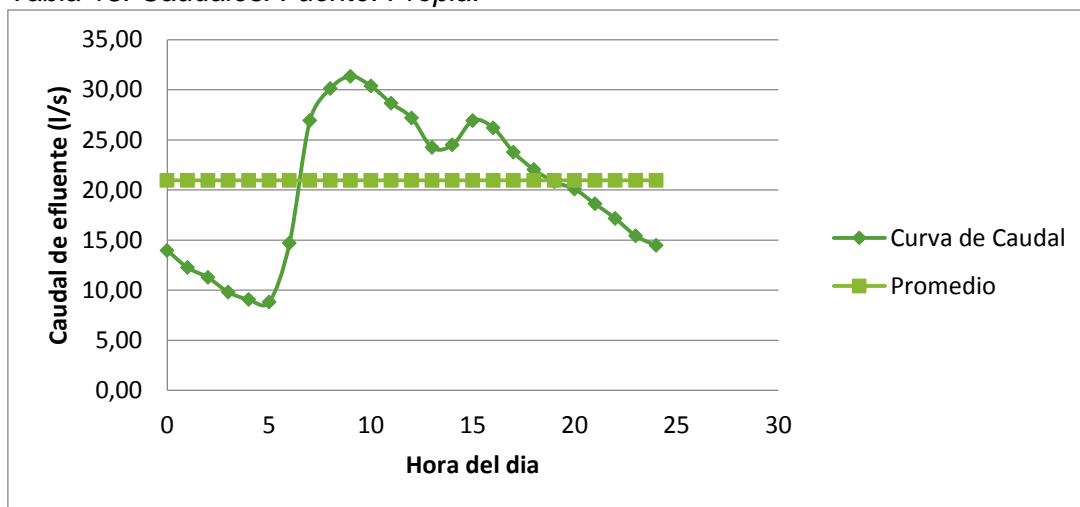
Dadas las características y variaciones en la descarga de aguas residuales, el tipo o sistema de alcantarillado utilizado, la diferencia en las costumbres de la comunidad aportante, el régimen de operación de las industrias servidas, el clima, etc., el caudal del efluente oscila ampliamente durante el año, cambiando incluso de un día a otro y fluctuando a lo largo de la jornada.

Dicha variación se calculó para el caudal actual, entregando la siguiente curva.



hs	Q
0	2,52
1	2,21
2	2,03
3	1,77
4	1,63
5	1,59
6	2,65
7	4,86
8	5,43
9	5,65
10	5,48
11	5,17
12	4,90
13	4,37
14	4,42
15	4,86
16	4,73
17	4,28
18	3,97
19	3,75
20	3,62
21	3,36
22	3,09
23	2,78
24	2,61

Tabla 18: Caudales. Fuente: Propia.



## 14.4 Laguna Anaeróbica

Las mejoras a implementar en la laguna existente serán las siguientes:

- 1) Colocación de una estación de bombeo previa a este elemento, con el fin de elevar el nivel del agua de la laguna a 1.5m por encima del que posee actualmente.
- 2) Realización de la limpieza de los lodos en el fondo.
- 3) Llevando a cabo ambas medidas mencionadas la laguna anaeróbica comenzara a funcionar de manera óptima, contando con una proyección de 20 años y una altura hidráulica total de 3,0m.

### 14.4.1 Cálculos

A continuación, se detallan los cálculos realizados con el fin de analizar el funcionamiento actual de la laguna anaeróbica.

Para proceder a realizar las verificaciones correspondientes, se estima que el efluente que ingresa al elemento en estudio cuenta con un DBO de 350mg/l que es igual a 0,35 Kg \* DBO5.

Composición típica del agua residual doméstica bruta

Contaminantes	Unidades	Concentración		
		Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales (ST)	mg/l	350	720	1.200
Disueltos, totales (SDT)	mg/l	250	500	850
Fijos	mg/l	145	300	525
Volátiles	mg/l	105	200	325
Sólidos en suspensión (SS)	mg/l	100	220	350
Fijos	mg/l	20	55	75
Volátiles	mg/l	80	165	275
Sólidos sedimentables	ml/l	5	10	20
Demanda bioquímica de oxígeno, mg/l: 5 días, 20 °C (DBO <sub>5</sub> , 20 °C)	mg/l	110	220	400
Carbono orgánico total (COT)	mg/l	80	160	290
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	250	500	1.000
Nitrógeno (total en la forma N)	mg/l	20	40	85
Orgánico	mg/l	8	15	35
Amoníaco libre	mg/l	12	25	50
Nitritos	mg/l	0	0	0
Nitratos	mg/l	0	0	0
Fósforo (total en la forma P)	mg/l	4	8	15
Orgánico	mg/l	1	3	5
Inorgánico	mg/l	3	5	10
Cloruros <sup>a</sup>	mg/l	30	50	100
Sulfato <sup>a</sup>	mg/l	20	30	50
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	50	100	200
Grasa	mg/l	50	100	150
Coliformes totales <sup>b</sup>	n.º/100 ml	10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>
Compuestos orgánicos volátiles (COVs)	µg/l	<100	100-400	>400

<sup>a</sup> Los valores se deben aumentar en la cantidad en que estos compuestos se hallen presentes en las aguas de suministro.

<sup>b</sup> Consultar la Tabla 3-18 para obtener los valores típicos correspondientes a otros microorganismos.

#### 14.4.1.1 Verificación de las condiciones actuales

Volumen actual de la laguna:

$$V_{actual} = 1415,50 m^3$$

Determinación del tiempo de retención hidráulico (TRH) y el volumen con el que la laguna anaeróbica debe contar para el tratamiento, para eso se aplicaran las formulas enunciadas en el anteproyecto.

Determinamos la carga orgánica (Cd) de:

$$Cd = 0,35 Kg * DBO5 * 326,64 m^3 / dia = 114,32 Kg * DBO5 * m^3 / dia$$

Adoptando una tasa de aplicación volumétrica de 0,08(Situación más favorable), es posible el cálculo del volumen requerido para lograr que el sistema funcione de la mejor manera y posteriormente el tiempo de retención hidráulico resultante.

$$Vr1 = \frac{114,32 \text{ Kg. DBO5 } m^3 \text{ dia}}{\text{dia } 0,08 \text{ Kg. DBO5}} = 1429 m^3$$

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{1415,50 m^3}{326,64 m^3/d} = 4,33 d$$

Al analizar los valores obtenidos se puede determinar que el volumen que posee actualmente la laguna es insuficiente para el tratamiento correcto de la carga orgánica aportada por el efluente.

14.4.1.2 Verificación de las condiciones aplicando las mejoras en la laguna  
Luego de las modificaciones, la laguna contara con un volumen de:

$$V = 3408,93 m^3$$

El volumen modificado es superior al requerido, por lo tanto, la laguna funcionara de manera correcta.

Se procederá a calcular el tiempo de retención hidráulico para el caudal actual con el volumen modificado y luego, se analizarán los parámetros para el caudal proyectado a 20años.

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{3408,93 m^3}{326,64 m^3/d} = 10,43 d$$

Realizando la misma secuencia de cálculos para el caudal proyectado a 20años.

Determinamos la carga orgánica (Cd) de:

$$Cd = 0,35 \text{ Kg} * \text{DBO5} * 1811 m^3 / \text{dia} = 633,85 \text{Kg} * \text{DBO5} * m^3 / \text{dia}$$

Adoptando una tasa de aplicación volumétrica de 0,08(Situación más favorable), se procede a calcular el volumen requerido para lograr que el sistema funcione de la mejor manera y posteriormente tiempo de retención hidráulico resultante.

$$Vr1 = \frac{633,85 \text{ Kg. DBO5 } m^3 \text{ dia}}{\text{dia } 0,08 \text{ Kg. DBO5}} = 7923,13 m^3$$

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{3408,93 m^3}{1811 m^3/d} = 1,88 d$$

## 14.5 Laguna Facultativa

Las mejoras a implementar en la laguna existente serán las siguientes:

- 1) Incremento del nivel de agua en 1,40 m.
- 2) Limpieza de los lodos en el fondo.

### 14.5.1 Cálculos

A continuación, se detallan los cálculos realizados para corroborar el correcto funcionamiento de la laguna por un periodo mínimo de 20 años.

#### 14.5.1.1 Verificación de las condiciones actuales

La laguna posee un volumen de:

$$V_{actual} = 1564,90 m^3$$

Teniendo en cuenta que, de acuerdo a datos estadísticos, la laguna anaeróbica en correcto funcionamiento produce una remoción del 60% de la carga orgánica, es posible obtener el valor de la carga con la que el líquido ingresa a la laguna facultativa de la siguiente forma:

$$Cd = \frac{114,32 \text{ Kg. DBO5}}{\text{dia}} * 0,4 = \frac{45,73 \text{ Kg. DBO5}}{\text{dia}}$$

Adoptando nuevamente como tasa de aplicación volumétrica 0,08, se procede a calcular el volumen requerido:

$$Vr2 = \frac{45,73 \text{ Kg. DBO5 } m^3 \text{ dia}}{\text{dia } 0,08 \text{ Kg. DBO5}} = 571,63 m^3$$

Comparando el resultado obtenido con valor actual de la laguna, se observa que esta posee el volumen necesario para un correcto tratamiento. Por lo cual, se para a determinar el tiempo de retención hidráulico (TRH) correspondiente al caudal actual de ingreso.

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{1564,90 m^3}{326,64 m^3/d} = 4,79 d$$

Se concluye que actualmente el sistema no cumple con el tiempo de retención hidráulico necesario para el tratamiento del efluente, estimado en 30 días aproximadamente. Con las condiciones existentes el tiempo de retención hidráulico es de 9,12 días (4,79 días la laguna facultativa y 4,33 días la laguna anaeróbica).

#### 14.5.1.2 Verificación de las condiciones aplicando las mejoras en la laguna

Luego del acondicionamiento de altura, la laguna poseerá un volumen de:

$$V = 4361,92 m^3$$

Con las modificaciones el elemento sigue cumpliendo con el volumen requerido y al determinar el tiempo de retención hidráulico para el caudal actual.

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{4361,92 m^3}{326,64 m^3/d} = 13,35 d$$

Vemos que el tiempo de retención hidráulico se vio aumentado de 9,12 días a 13,35 días, aún falta contabilizar este parámetro correspondiente al humedal de

flujo libre para concluir si es suficiente el conjunto para producir el saneamiento correctamente.

A continuación, se calculará el volumen requerido de la laguna para el caudal proyectado a 20 años.

$$Cd = \frac{633,85 \text{ Kg. DBO5}}{\text{dia}} * 0,4 = \frac{253,54 \text{ Kg. DBO5}}{\text{dia}}$$

$$Vr1 = \frac{253,54 \text{ Kg. DBO5 } m^3 \text{ dia}}{\text{dia } 0,08 \text{ Kg. DBO5}} = 3169,25 m^3$$

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{4361,92 m^3}{1811 m^3/d} = 2,40 d$$

A continuación, se muestra un cuadro comparativo del tiempo de retención hidráulico de cada laguna para el valor de caudal actual en condiciones existentes y habiendo aplicado las modificaciones al sistema. Pudiéndose observar la mejora del parámetro en cuestión.

Tiempo de Retencion hidraulico (Dias)		
	Actual	Modificado
Laguna Anaerobica	4,33	10,43
Laguna Facultativa	4,79	7,23
Total del sistema	9,12	17,66

Tabla 19: Tiempo de retención hidráulico. Fuente: Propia.

Como se puede apreciar en los resultados, la laguna con el volumen modificado cumple con los requisitos para el correcto funcionamiento de la misma con el caudal a 20 años. A su vez, procedemos a realizar la sumatoria de los tiempos de retención hidráulicos de la laguna anaeróbica y la laguna facultativa, 1,88 días y 2,40 días respectivamente y obtenemos un total parcial, sin tener en cuenta el humedal de flujo libre, de 4,28 días.

## 14.6 Elementos adicionales

### 14.6.1 Humedal de flujo libre

El humedal de flujo libre será el último elemento de nuestro sistema y será realizado de la siguiente manera.

#### 14.6.1.1 Cálculos

A continuación, se detallan los cálculos realizados para corroborar el correcto funcionamiento del humedal para una vida útil de 20 años. Las dimensiones del mismo serán 100m de largo, 50m de ancho y 0,4m de profundidad.

Determinación del tiempo de retención hidráulico (TRH) para el caudal actual.

$$TRH = \frac{L * w * n * d}{Q} = \frac{100m * 50m * 0,8 * 0,4m}{326,64 m^3/d} = 4,89 d$$

Adicionando el tiempo de retención hidráulico obtenido con el de la laguna anaeróbica y el de la laguna facultativa, resulta un total de 22,55 días para realizar el proceso de saneamiento del efluente cloacal.

Realizando el mismo procedimiento para el caudal proyectado a 20 años.

$$TRH = \frac{L * w * n * d}{Q} = \frac{100m * 50m * 0,8 * 0,4m}{1811 \text{ m}^3/d} = \mathbf{0,88 \text{ d}}$$

En cambio, el tiempo de retención hidráulico disminuye considerablemente para el caudal proyectado a 20 años, dando un total de 5,16 días.

### 14.6.2 Estación de bombeo

La estación de bombeo es una obra civil que recibe el efluente y lo reimpulsa, permitiendo elevar su nivel. Está compuesta por un canal de ingreso, la cámara de rejas y el sistema propio de bombeo.

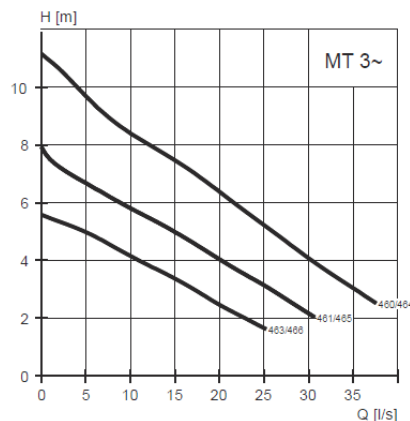
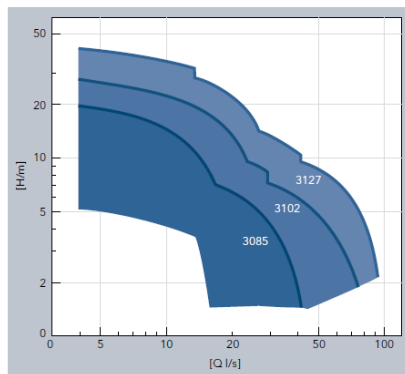
La estación de bombeo estará formada por una platea de fundación, tabiques de Hormigón Armado y una tapa metálica con el fin de proteger los elementos en su interior de las acciones del medio ambiente.

Dentro del recinto se ubican dos bombas conectadas en bypass, las cuales elevan el efluente a un vertedero rectangular cuya función es conducirlo al siguiente elemento del sistema de tratamiento.

La bomba a utilizar es Flirt N MT 3085 - 463.



Rendimiento, 50 Hz



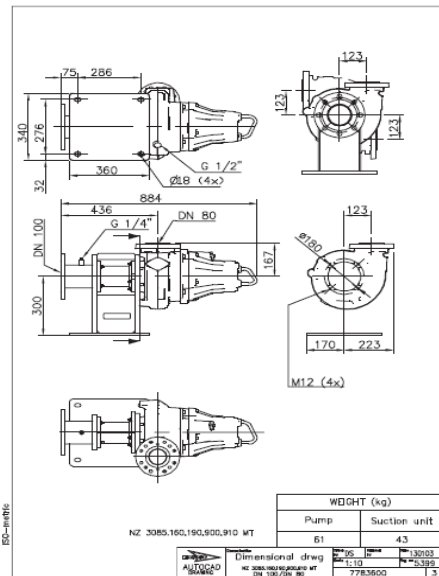


Figura 60: Bomba a utilizar.

#### 14.6.2.1 Calculo de perdida de Carga

Con el despiece ya realizado, se procederá al cálculo de la pérdida de carga con el fin de seleccionar la correcta curva de trabajo para nuestra bomba.

**CALCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS:** Método iterativo utilizando la fórmula de Colebrook-White (1939)

Longitud:	35.2	(m)
Diametro Interior:	78	(mm)
Rugosidad:	0,0015	(mm)*
Caudal:	16992	(l/h)
Temperatura:	30	(°C)
Nº de Llaves:	1	
Nº Tes:	3	
Nº de Valv. Ret:	1	
Nº Codos:	5	

\* (Introducir los decimales con coma, punto es para separar los miles)

Calcular

Longitud Equivalente Accesorios: **25,40** (m)

Velocidad: **0,99** (m/s)

La pérdida de Carga es de : **4,10** (m.c.a)

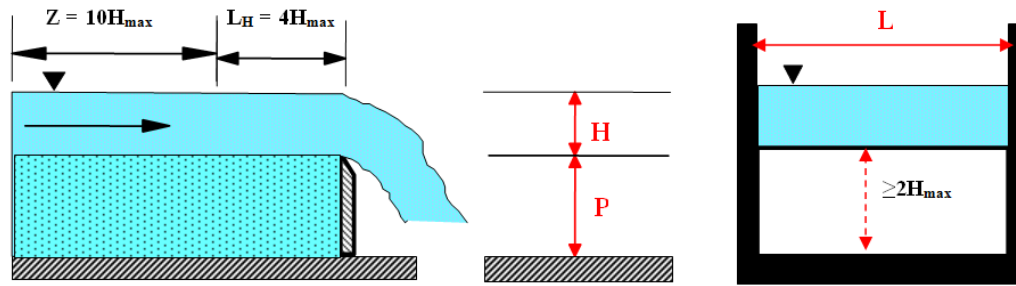
El Volumen de agua del circuito es de : **1.681,98** (litros)

La pérdida de carga resultante del cálculo es de 4,10m, adicionando a este valor la altura de bombeo que es de 1.5m, se obtiene una altura total de 5,60m.

#### 14.6.2.2 Vertedero rectangular

El vertedero es un elemento cuantificador de caudales, la medición del mismo realizara a una distancia 3H de la altura de la pared del vertedero. Para la cual se dispondrá una marca en el hormigón en forma de V, con el fin de realizar la lectura siempre en el mismo lugar y que los resultados sean confiables.

Luego se aplica la fórmula de Azevedo y Acosta para determinar la altura (H) del vertedero.



$$P \geq 0.3 \text{ m}; H/P \leq 2.5$$

Figura 61: Vertedero rectangular.

**VERTEDEROS RECTANGULARES.**– Uno de los más sencillos para construir y por este motivo es uno de los más utilizados.

**FORMULAS:**  
 a) De Azevedo y Acosta  
 $Q = 1.84 (L - (0.1 n H)) H^{3/2}$

Dónde: Q = Caudal que fluye por el vertedero, en m<sup>3</sup>/s  
 L = Ancho de la cresta, en m  
 H = Carga del vertedero, en m  
 n = Número de contracciones (0, 1, o 2)

$$0,02 \frac{m^3}{s} = 1,84 * (L - (0.1 * n * H)) * H^{3/2}$$

Supongo L = 0.25m y n = 0 entonces obtengo H.

$$0,02 \frac{m^3}{s} = 1,84 * (0,25m - (0.1 * 0 * H)) * H^{3/2}$$

$$H = 0,12m$$

Carga del vertedero para el caudal actual.

$$0,0037 \frac{m^3}{s} = 1,84 * (0,25m - (0.1 * 0 * H)) * H^{3/2}$$

$$H = 0,04m$$

### 14.6.3 Estación de Rebombeo

Este elemento se sitúa luego de la laguna facultativa, cuya finalidad es elevar el nivel del agua para lograr su ingreso al humedal de flujo libre, y así reducir el volumen de la excavación. Está compuesto por un tanque vertical de 15000Lts, una bomba sumergible marca Pedrollo y Cañería de PVC Clase 10.

Las características del tanque son las siguientes:





Figura 62: Tanque duraplas.

Tanque plástico vertical de 15.000 lts para almacenamiento de agua con válvula de 2".

Medidas: 290 cm de diámetro x 261 cm de altura.

Fabricado en polietileno virgen con protección U.V.

Provisto con tapa de inspección de 45,5 cm de diámetro.

Agregar la salida necesaria de 2" a 12"

Especificaciones de la bomba:

**BOMBA PEDROLLO PARA EFLUENTES MC 30/50-F  
IMPULSOR BICANAL CON DESCARGA DE 2-1/2  
PULGADAS Y MOTOR DE 2,2 KW , 3x380 V. PROVISTA  
CON AUTOACOPLAMIENTO CPL. DN65, CADENA  
ELEVADORA DE SUJECCION 6 M. Q = 12 m<sup>3</sup>/h a H = 20  
m.c.a.**

#### 14.6.4 Cámara de Muestreo Final

Al final del sistema de tratamiento se colocará este elemento cuya finalidad es la toma de muestras del efluente o la medición del caudal. Este se construirá de hormigón armado H30 y contará con una tapa rebatible de perfiles de alas iguales y barras de hierro liso de los utilizados en la confección de los demás elementos.

### 14.7 Especificaciones Técnicas

#### 14.7.1 Preparación del terreno y construcción de infraestructura.

##### 14.7.1.1 Limpieza y desmonte

En el terreno se limpiarán las zonas correspondientes a los elementos a adicionar (estación de bombeo, humedal, etc.), estas áreas no presentan

arboles ni grandes inconvenientes, por lo cual se procederá a desmalezar para así continuar con las actividades programadas).

#### 14.7.1.2 Excavación

Para la realización de la obra, se removerán grandes volúmenes de suelo de forma mecanizada mediante el uso de retroexcavadoras. El material retirado se utilizará en la obra de recuperación del basural de la ciudad.

### 14.7.2 Estación de bombeo

Luego de construido el recinto donde se ubicará la estación de bombeo, se procederá a la realización de una aislación hidrófuga sobre el suelo para evitar el ingreso de humedad al local. Sobre la misma se realizará la platea de hormigón armado y el llenado de los tabiques de hormigón, en esta etapa está contemplado el tiempo necesario para el correcto fragüe y curado del material constituyente y la consecuente ganancia de resistencia. Esto nos permitirá proceder con la construcción de las demás estructuras de hormigón y los elementos adicionales. Al finalizar el fragüe, se hará el ensamblado de las cañerías, bombas, etc.

### 14.7.3 Estación de rebombeo

La construcción de este elemento presenta menos dificultad que el anterior. Se comenzará con el colado de una platea de fundación en el recinto excavado para alojar el tanque vertical de 15000Lts, el suelo circundante cumplirá la función de encofrado, permitiendo erigir muros de hormigón que protegerán el depósito. Luego de esto, solo restara el ensamblado de las cañerías, bombas y estructuras adicionales.

### 14.7.4 Conexiones adicionales

Realizadas las excavaciones correspondientes, se montan las distintas cañerías, se las ensambla y luego se realiza una prueba para verificar el correcto funcionamiento, sin fugas y corroborar las pendientes especificadas. Una vez que se concluye la conformidad de la conducción se las tapa con el suelo retirado anteriormente.

### 14.7.5 Humedal de Flujo libre

La construcción de este elemento consta de la excavación del recinto correspondiente y la posterior disposición de las plantas palustres a razón de 4 ejemplares por metro cuadrado.

## 14.8 Cómputo y Presupuesto

A continuación, se detallará el presupuesto de la obra a construir y las formas de inversión de la misma.

### 14.8.1 Análisis de Precios

En esta sección, detallaremos ítem por ítem, el precio de los mismos y la cantidad de materiales a utilizar.

**1. Estacion de bombeo**

**1.1 Excavacion (m3)**

<b>Maquinaria</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Retroexcavadora	0,04	h	\$ 900,00	\$ 36,00
<b>Total</b>				<b>\$ 36,00</b>
				<b>K</b>
				<b>1,31</b>
			<b>Total</b>	<b>\$ 47,16</b>

**1.2 Hormigon Armado (gl)**

<b>Materiales</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Hormigón H30	6	m3	\$ 2.875,00	\$ 17.250,00
Malla sima Ø8 de 15cm x 15cm	10	u	\$ 3.483,00	\$ 34.830,00
Malla sima Ø6 de 15cm x 15cm	4	u	\$ 2.475,50	\$ 9.902,00
Madera para encofrada 6"x1"x 4m	144	u	\$ 80,00	\$ 11.520,00
Listones de 0,05mx0,05mx3m	40	u	\$ 50,00	\$ 2.000,00
Clavo Punta Paris 3"	25	kg	\$ 85,00	\$ 2.125,00
<b>Total</b>				<b>\$ 77.627,00</b>
<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Oficial	118,5	h	\$ 193,72	\$ 22.955,82
Peon	79	h	\$ 163,96	\$ 12.952,84
<b>Total</b>				<b>\$ 35.908,66</b>
				<b>K</b>
				<b>1,31</b>
			<b>Total</b>	<b>\$ 148.731,71</b>

**1.3 Capa Aisladora (gl)**

<b>Materiales</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Cemento	5	u	\$ 220,00	\$ 1.100,00
Arena	1	m3	\$ 500,00	\$ 500,00
Balde Ceresita de 25Kg	1	u	\$ 800,00	\$ 800,00
<b>Total</b>				<b>\$ 2.400,00</b>
<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Oficial	39	h	\$ 193,72	\$ 7.555,08
Peon	15,4	h	\$ 163,96	\$ 2.524,98
<b>Total</b>				<b>\$ 10.080,06</b>
				<b>K</b>
				<b>1,31</b>
			<b>Total</b>	<b>\$ 16.348,88</b>

1.4 Colocación de cañerías y bombas (gl)

Materiales				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Bombas	2	u	\$ 177.920,00	\$ 355.840,00
Brida Ø75	2	u	\$ 258,29	\$ 516,58
Brida Ø110	2	u	\$ 289,95	\$ 579,90
Caño PVC Ø110 Clase 10	1	u	\$ 1.633,49	\$ 1.633,49
Caño PVC Ø75 Clase 10	1	u	\$ 1.088,95	\$ 1.088,95
Curva 90° PVC Ø110 Clase 10	2	u	\$ 455,60	\$ 911,20
Te 90° PVC Ø110 Clase 10	1	u	\$ 432,83	\$ 432,83
Llave de Paso Ø110	2	u	\$ 5.581,00	\$ 11.162,00
Cupla Reduccion PVC Ø110-75 Clase 10	1	u	\$ 353,00	\$ 353,00
Curva 90° PVC Clase 10 Ø75	3	u	\$ 167,94	\$ 503,82
Te 90° PVC Clase 10 Ø75	1	u	\$ 591,22	\$ 591,22
Llave de Paso Ø75	2	u	\$ 4.345,00	\$ 8.690,00
Valvula de Retencion Ø75	1	u	\$ 1.626,00	\$ 1.626,00
<b>Total</b>				<b>\$ 383.928,99</b>

Mano de Obra				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Oficial	36	h	\$ 193,72	\$ 6.973,92
Peon	36	h	\$ 163,96	\$ 5.902,56
<b>Total</b>				<b>\$ 12.876,48</b>

K 1,31

**Total \$ 519.815,17**

1.5 Armado y colocación de tapa metalica (gl)

Materiales				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Planchuela 3" x 1/2"	3	u	\$ 1.200,00	\$ 3.600,00
PNU 100	2	u	\$ 1.919,00	\$ 3.838,00
Perfil Angulo de Alas iguales 3" x 5/16"	3	u	\$ 2.216,00	\$ 6.648,00
Perfil Angulo de Alas iguales 2" x 1/4"	6	u	\$ 1.074,00	\$ 6.444,00
Chapa Semilla de Melón No 14	4	u	\$ 3.300,00	\$ 13.200,00
<b>Total</b>				<b>\$ 33.730,00</b>

Mano de Obra				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Oficial	12	h	\$ 193,72	\$ 2.324,64
Peon	12	h	\$ 163,96	\$ 1.967,52
<b>Total</b>				<b>\$ 4.292,16</b>

K 1,31

**Total \$ 49.809,03**

1.6 Tareas Complementarias (gl)

Materiales				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Barra de hierro lisa Ø16	1	u	\$ 746,00	\$ 746,00
Barra de hierro lisa Ø10	0,2	u	\$ 180,00	\$ 36,00
<b>Total</b>				<b>\$ 782,00</b>

Mano de Obra				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Oficial	8	h	\$ 193,72	\$ 1.549,76
Peon	8	h	\$ 163,96	\$ 1.311,68
<b>Total</b>				<b>\$ 2.861,44</b>

K 1,31

**Total \$ 4.772,91**

**2. Conexiones entre elementos**

**2.1 Excavacion (m3)**

Maquinaria				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Retroexcavadora	0,04	h	\$ 900,00	\$ 36,00
<b>Total</b>				<b>\$ 36,00</b>

<b>K</b>	<b>1,31</b>
----------	-------------

<b>Total</b>	<b>\$ 47,16</b>
--------------	-----------------

**2.2 Colocación de cañerías (gl)**

Materiales				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Curva 90° PVC Ø110 Clase 10	3	u	\$ 455,60	\$ 1.366,80
Caño PVC Ø110 Clase 10	9	u	\$ 1.633,49	\$ 14.701,41
Llave de Paso Ø110 Clase 10	1	u	\$ 5.581,00	\$ 5.581,00
Cupla Reduccion PVC Ø110-50 Clase 10	1	u	\$ 353,00	\$ 353,00
Caño PVC Ø50 Clase 10	1	u	\$ 713,00	\$ 713,00
Llave de Paso Ø50 Clase 10	2	u	\$ 1.717,00	\$ 3.434,00
Ramal Y PVC Ø110 Clase 10	1	u	\$ 2.120,00	\$ 2.120,00
Te Reduccion 90° PVC Ø110 - 63 Clase 10	3	u	\$ 353,00	\$ 1.059,00
Curva Reduccion 90° PVC Ø110-63 Clase 10	2	u	\$ 353,00	\$ 706,00
Caño PVC Ø63 Clase 10	24	u	\$ 756,00	\$ 18.144,00
Curva 45° PVC Ø63 Clase 10	4	u	\$ 567,00	\$ 2.268,00
Curva 90° PVC Ø63 Clase 10	3	u	\$ 326,00	\$ 978,00
Llave de Paso Ø63 Clase 10	1	u	\$ 1.626,00	\$ 1.626,00
Te Reduccion 90° PVC Ø63 - 50 Clase 10	1	u	\$ 353,00	\$ 353,00
Caño PVC Ø200 Clase 10	18	u	\$ 8.152,00	\$ 146.736,00
Te 90° PVC Ø200 Clase 10	2	u	\$ 3.775,00	\$ 7.550,00
Caño PVC Ø200	2	u	\$ 981,00	\$ 1.962,00
Hormigon H30	2,35	m3	\$ 2.875,00	\$ 6.756,25
Perfil Angulo de Alas iguales 3" x 5/16"	1	u	\$ 2.216,00	\$ 2.216,00
Perfil Angulo de Alas iguales 2" x 1/4"	2	u	\$ 1.074,00	\$ 2.148,00
Chapa Semilla de Melón No 14	1	u	\$ 3.300,00	\$ 3.300,00
Barra de Hierro Ø6	3	u	\$ 112,40	\$ 337,20
Barra de Hierro Ø8	3	u	\$ 264,00	\$ 792,00
Barra de Hierro liso Ø10	0,8	u	\$ 180,00	\$ 144,00
Caño Agujerado Ø63	9	u	\$ 785,00	\$ 7.065,00
Caño cuadrado de Acero Inoxidable 80cmx80cm	3	u	\$ 11.841,00	\$ 35.523,00
Malla Sima Ø6 15cm x 15cm	3	u	\$ 2.475,50	\$ 7.426,50
Tanque Vertical de 1500Lts con Salida	1	u	\$ 36.300,00	\$ 36.300,00
Bomba Pedrollo	1	u	\$ 50.120,00	\$ 50.120,00
<b>Total</b>				<b>\$ 361.779,16</b>

Mano de Obra				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Oficial	56	h	\$ 193,72	\$ 10.848,32
Peon	56	h	\$ 163,96	\$ 9.181,76
<b>Total</b>				<b>\$ 20.030,08</b>

<b>K</b>	<b>1,31</b>
----------	-------------

<b>Total</b>	<b>\$ 500.170,10</b>
--------------	----------------------

**4. Tareas de Mantenimiento**

**4.1 Limpieza de lodos (gl)**

Maquinaria				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Retroexcavadora	32	h	\$ 900,00	\$ 28.800,00
<b>Total</b>				<b>\$ 28.800,00</b>

<b>K</b>	<b>1,31</b>
----------	-------------

<b>Total</b>	<b>37728,00</b>
--------------	-----------------

### 14.8.2 Cómputo y Presupuesto

Una vez que analizamos y detallamos todos los ítems, los contabilizamos y le ponemos el precio obtenido en el cómputo, con toda esta información se obtiene el precio final de la obra.

Computo y Presupuesto					
Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>1. Estacion de bombeo</b>					
1.1	Excavación	m3	65,00	\$ 47,16	\$ 3.065,40
1.2	Hormigón Armado	gl	1,00	\$ 148.731,71	\$ 148.731,71
1.3	Capa Aisladora	gl	1,00	\$ 16.348,88	\$ 16.348,88
1.4	Colocación de cañerías y bombas	gl	1,00	\$ 519.815,17	\$ 519.815,17
1.5	Armado y colocación de tapa metalica	gl	1,00	\$ 49.809,03	\$ 49.809,03
1.6	Tareas Complementarias	gl	1,00	\$ 4.772,91	\$ 4.772,91
<b>2. Conexiones entre elementos</b>					
2.1	Excavación	m3	75,70	\$ 47,16	\$ 3.570,01
2.2	Colocación de cañerías, estacion de rebombeo, camara de desobstruccion y camara de muestreo final	gl	1,00	\$ 500.170,10	\$ 500.170,10
<b>3. Humedal de Flujo Libre</b>					
3.1	Excavacion	m3	3000,00	\$ 47,16	\$ 141.480,00
3.2	Colocacion de plantas palustres	gl	1,00	\$ 270.591,50	\$ 270.591,50
<b>4. Tareas de Mantenimiento</b>					
4.1	Limpieza de lodos	gl	1,00	\$ 37.728,00	\$ 37.728,00
				<b>Total</b>	<b>\$ 1.696.082,72</b>

**Obteniendo el costo de la obra: \$ 1.696.082,72 (Pesos Argentinos un millón seiscientos noventa y seis mil, ochenta y dos con 72/00).**

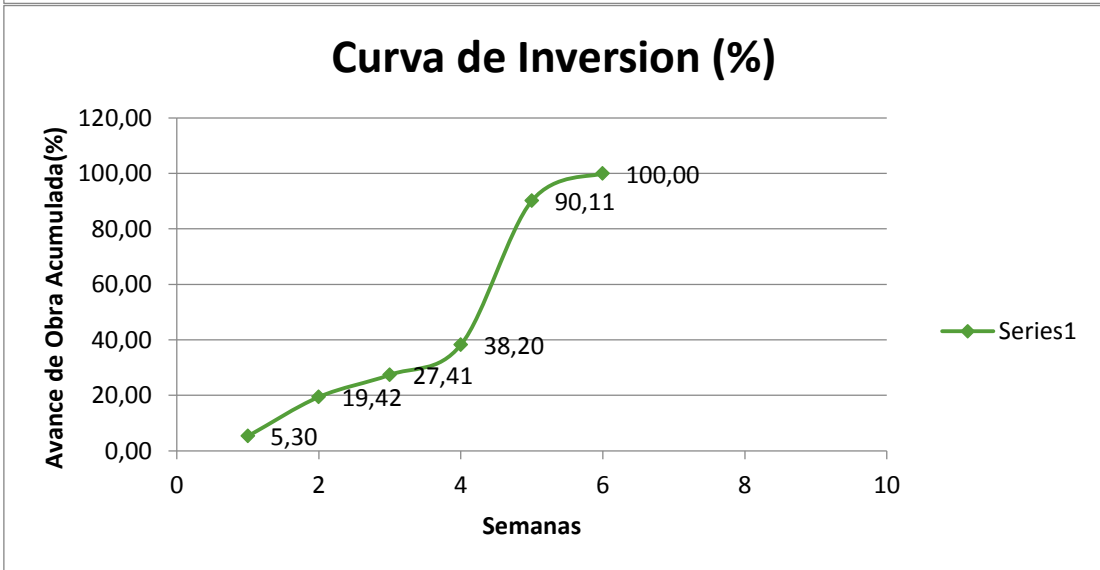
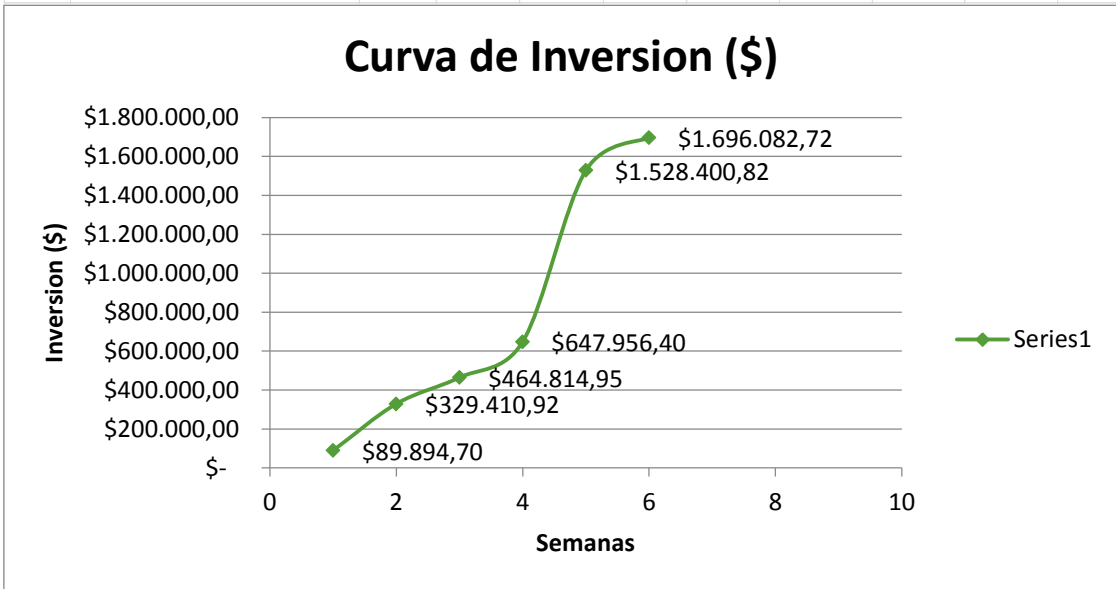
### 14.8.3 Curvas de inversión

Con el presupuesto de la obra ya definido, pasamos a determinar la fecha de ejecución de la obra, las tareas que se realizaran semanalmente y la inversión a realizar de la misma por semana.

Diagrama de Gantt (%)								
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Estacion de bombeo</b>								
Excavación	100							
Hormigón Armado	30	70						
Capa Aisladora	20			80				
Colocación de cañerías y bombas					100			
Armado y colocación de tapa metalica				60	40			
Tareas Complementarias				100				
<b>Conexiones entre elementos</b>								
Excavación	100							
Colocación de cañerías, estacion de rebombeo, camara de desobstruccion y camara de muestreo final		20	20	20	20	20		
<b>Humedal de Flujo Libre</b>								
Excavacion	25	25	25	25				
Colocacion de plantas palustres					75	25		
<b>Tareas de Mantenimiento</b>								
Limpieza de lodos					100			

Diagrama de Gantt (\$)								
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Estacion de bombeo</b>								
Excavación	\$ 3.065,40							
Hormigón Armado	\$ 44.619,51	\$ 104.112,20						
Capa Aisladora	\$ 3.269,78			\$ 13.079,11				
Colocación de cañerías y bombas					\$ 519.815,17			
Armado y colocación de tapa metálica				\$ 29.885,42	\$ 19.923,61			
Tareas Complementarias				\$ 4.772,91				
<b>Conexiones entre elementos</b>								
Excavación	\$ 3.570,01							
Colocación de cañerías, estación de rebombeo, cámara de desobstrucción y cámara de muestreo final		\$ 100.034,02	\$ 100.034,02	\$ 100.034,02	\$ 100.034,02	\$ 100.034,02		
<b>Humedal de Flujo Libre</b>								
Excavación	\$ 35.370,00	\$ 35.370,00	\$ 35.370,00	\$ 35.370,00				
Colocación de plantas palustres					\$ 202.943,63	\$ 67.647,88		
<b>Tareas de Mantenimiento</b>								
Limpieza de lodos					\$ 37.728,00			

	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
<b>Inversión por Semana (\$)</b>	\$ 89.894,70	\$ 239.516,22	\$ 135.404,02	\$ 183.141,45	\$ 880.444,43	\$ 167.681,90	\$ -	\$ -	\$ 1.696.082,72
<b>Inversión Acumulada (\$)</b>	\$ 89.894,70	\$ 329.410,92	\$ 464.814,95	\$ 647.956,40	\$ 1.528.400,82	\$ 1.696.082,72	\$ 1.696.082,72	\$ 1.696.082,72	
<b>Avance de Obra (%)</b>	5,30	14,12	7,98	10,80	51,91	9,89	0,00	0,00	
<b>Avance de Obra Acumulado (%)</b>	5,30	19,42	27,41	38,20	90,11	100,00	100,00	100,00	



## 14.9 Estudio de Impacto Ambiental

Se realizó un estudio de impacto ambiental aplicando el Método de Bejerman, tal como en los Proyectos Ejecutivos N°1 y N°2.

Por lo tanto la matriz queda definida de la siguiente manera:

ACCIONES		ETAPA CONSTRUCTIVA					ETAPA DE FUNCIONAMIENTO		
		Excavacion	Hormigon Armado	Colocacion de Cañerías	Colocacion de Tapa Metalica	Limpieza de Fondo de Lagunas	Bombeo de Efluente	Depuracion de Efluente	Deposicion Final del mismo
FACTORES AMBIENTALES									
SUBSISTEMA NATURAL	Geomorfología	Modificación del relieve (morfología)							
		Estabilidad de taludes							
	Suelos	Modificación calidad edáfica							
		Remoción horizonte superficial	-1aA1aA						
		Erosión							
	Calidad de aire	Aumento niveles emisión	-1aA1aA	-1aA1aA		-1aA1aA			
	Ruido	Incremento niveles sonoros	-1aA1aA	-1aA1aA		-1aA1aA			
		Aumento de las vibraciones							
	Hidrología subterránea	Modificación calidad del agua subterránea							
		Recarga nivel freático							
	Hidrología superficial	Efecto barrera							
		Cambio en los flujos de caudales							
		Reservorios artificiales							
		Afección de agua superficial							
	Vegetación	Pérdida de vegetación arbórea y/o arbustiva							
		Pérdida de vegetación herbácea							
	Fauna	Afectación de microfauna							
		Efecto sobre las aves							
		Efecto sobre los mamíferos							
		Efecto sobre reptiles							
Efecto barrera para la dispersión									
Fauna ictícola									
Paisaje	Visibilidad								
	Intrusión visual								
	Cambio en la estructura paisajística								
SUBSISTEMA SOCIO-CULTURAL	Efectos en la población activa						+3cC3	+3cC3	
	Efectos sobre la salud						+3cC3	+3cC3	
	Cambios en las condiciones de circulación								
	Patrimonio cultural/histórico								
	Modificación costumbres (uso recreativo)								
SUBSISTEMA SOCIO-ECONÓMICO	Gestión de los Municipios								
	Generación de empleo	+1aA1	+1aA1	+1aA1	+1aA1	+1aA1			
	Actividades económicas inducidas	+1aA1	+1aA1	+1aA1	+1aA1	+1aA1			
	Cambios de usos del suelo	-1aA1aA							
	Incremento del transporte								
		Accidentes							
	Generación de residuos	-1aA1aA							
	Modificación urbanística								



ACCIONES			ETAPA CONSTRUCTIVA					ETAPA DE FUNCIONAMIENTO				
			Excavación	Hormigón Armado	Colocación de Calfeterías	Colocación de Tapa Metálica	Limpieza de Fondo de Lagunas	Bombeo de Efluente	Depuración de Efluente	Deposición Final de lodo		
FACTORES AMBIENTALES												
SUBSISTEMA NATURAL	Geomorfología	Modificación del relieve (morfología)										
		Estabilidad de taludes										
	Suelos	Modificación calidad edáfica										
		Remoción horizonte superficial	-8									
		Erosión										
	Calidad de aire	Aumento niveles emisión	-8	-8			42					
		Incremento niveles sonoros	-8	-8			42					
		Aumento de las vibraciones										
		Modificación calidad del agua subterránea										
	Hidrología subterránea	Recarga nivel freático										
		Hidrología superficial	Efecto barrera									
	Cambio en los flujos de caudales											
	Reservorios artificiales											
	Afección de agua superficial											
	Vegetación	Pérdida de vegetación arbórea y/o arbustiva										
		Pérdida de vegetación herbácea										
	Fauna	Afectación de microfauna										
		Efecto sobre las aves										
		Efecto sobre los mamíferos										
		Efecto sobre reptiles										
		Efecto barrera para la dispersión										
		Fauna icnológica										
	Paisaje	Visibilidad										
Intrusión visual												
Cambio en la estructura paisajística												
SUBSISTEMA SOCIO-CULTURAL	Efectos en la población activa								42	42		
	Efectos sobre la salud								42	42		
	Cambios en las condiciones de circulación											
	Patrimonio cultural/histórico											
	Modificación costumbres (uso recreativo)											
SUBSISTEMA SOCIO-ECONÓMICO	Gestión de los Municipios											
	Generación de empleo		7	7	7	7	7					
	Actividades económicas inducidas		7	7	7	7	7					
	Cambios de usos del suelo		-8									
	Incremento del transporte											
	Accidentes											
	Generación de residuos		-8									
	Modificación urbanística											

### 14.9.1 Plan de Remediación

El impacto negativo más importante que genera esta obra, es el volumen de suelo extraído no reutilizado en posteriores actividades dentro del predio. Por lo cual el plan es emplear el mismo en la obra de remediación o cierre del basural actual.

### 14.9.2 Plan de Monitoreo

El protocolo de monitoreo a realizar durante el funcionamiento basado en las siguientes premisas:

#### 14.9.2.1 Puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo serán dos: en la entrada de la planta de tratamiento y en el dispositivo de salida

### ***Agua residual cruda entrada de la planta***

Se ubicará el punto de monitoreo en el ingreso del agua residual cruda a la entrada de la planta, después de la combinación de los distintos colectores de agua residual que descargan en la obra.

### ***Agua residual tratada dispositivo de salida***

Se ubicará el punto de monitoreo en el dispositivo de salida del agua residual tratada.

#### 14.9.2.2 Parámetros de calidad

Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes son los siguientes:

- Aceites y grasas
- Coliformes termotolerables
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Demanda química de oxígeno
- pH
- Sólidos totales suspendidos
- Temperatura

Estos parámetros se analizarán en el agua residual cruda y en el agua residual tratada, tomando en todos los casos muestras simples.

#### 14.9.2.3 Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo será un análisis bimestral a la entrada y a la salida del sistema hasta que el proceso entre en régimen viéndose constantes los parámetros de interés. Luego podrán espaciarse los análisis trimestral a semestralmente, exceptuando los casos en que se presenten condiciones atípicas tales como sobrepoblación de algas, olores desagradables o natas superficiales, que son característicos de variaciones en la naturaleza de la carga de entrada o bien de largos periodos de bajas temperaturas.

#### 14.9.2.4 Toma de muestra

El muestreo se hará de la siguiente forma:

1. Toma de muestras de agua residual

Se recomiendan utilizar frascos de plásticos o vidrio de boca ancha con cierre hermético y limpio

2. Preservación de muestras

Una vez tomada la muestra, se debe incorporar, en caso de que el parámetro lo requiera, el reactivo de preservación que se agregaría preferentemente in-situ después de la toma de las muestras.

3. Etiquetado y rotulado de las muestras

Los frascos deben ser etiquetados y rotulados, con letra clara y legible. De preferencia se debe utilizar marcador de tinta indeleble y cubrir la etiqueta con cinta.

#### 4. Conservación y transporte

Las muestras de agua residual recolectadas, preservadas y rotuladas, deben colocarse en una caja de almacenamiento térmico con refrigerante, para cumplir con la recomendación de temperatura.

##### 14.9.2.5 Monitoreo de las estaciones de bombeo

Se deberán realizar inspecciones visuales periódicas para detectar posibles fugas y verificar el correcto funcionamiento de los elementos. Se llevarán a cabo los mantenimientos programados según las especificaciones de las bombas, basados en las horas de servicio. En caso de falla se debe deshabilitar la bomba averiada y poner en funcionamiento la de respaldo conectado en bypass.



## 15. CONCLUSIÓN

Se obtuvo como resultado un proyecto de gran importancia ambiental para la Aldea San Antonio, en donde no solo se aplicaron conceptos adquiridos a lo largo de nuestra carrera, sino que además transitamos un largo proceso de investigación en el área ambiental.

Por un lado, se producirá la clausura del vertedero no controlado luego de 30 años de uso, lo que proveerá al municipio de un predio beneficioso para distintos fines, como el espacio recreativo diseñado en el presente trabajo. Desde un punto de vista social, debido a que el predio se encuentra fuera del centro de la Aldea, se producirá una mayor circulación en el área que actualmente es poco transitada.

Por otro lado, la obra de efluentes es una obra muy importante para la comunidad. A raíz de las mejoras proyectadas, podrán tratar sus desechos líquidos durante los próximos 20 años.

La puesta en funcionamiento del predio en el que se encuentra la planta de tratamiento, conlleva a un cambio de hábitos en la población en lo que respecta a la separación de residuos y posibilita el cierre total del vertedero no controlado.

Si bien son tres proyectos ejecutivos diferentes, pero juntos forman un plan integral de residuos de gran importancia ambiental.

Para finalizar, podemos decir que durante este trabajo se presentaron muchos obstáculos donde debimos resolverlos como futuros profesionales, pero también adquirimos nuevos conocimientos que sirvieron para continuar enriqueciéndonos. Logramos trabajar en equipo y gracias a la cooperación de personal de la municipalidad e ingenieros alcanzamos el objetivo.



## 16. BIBLIOGRAFIA

### Sitios web

- SENASA: <http://www.senasa.gob.ar/>
- CEAMSE: <http://www.ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2012/06/disenio-relleno-sanitario.pdf>
- Fuente: <http://reciclario.com.ar/wp-content/uploads/Gu%C3%ADa-para-el-alumno-Nivel-Medio-GIR.pdf>
- Fuente: <http://reciclario.com.ar/wp-content/uploads/Gu%C3%ADa-para-el-alumno-Nivel-Medio-GIR.pdf>
- Municipalidad de Aldea San Antonio: <http://www.munialdea.gov.ar/>
- Bombas Flygt: <http://www.xylemwatersolutions.com/scs/argentina/es-ar/Marcas/Flygt/Paginas/default.aspx>
- Vertedero rectangular: [https://es.wikipedia.org/wiki/Vertedero\\_de\\_pared\\_delgada](https://es.wikipedia.org/wiki/Vertedero_de_pared_delgada)

### Libros

- Apuntes catedra “Hidráulica General y Aplicada”. UTN FRCU.
- Apuntes catedra “Ingeniería Sanitaria”. UTN FRCU.
- Introducción al diseño de sistemas de tratamiento de efluentes a través de humedales artificiales – Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización. METCALF & EDDY, INC. Agosto 2014.
- Introducción al diseño de sistemas de tratamiento de efluentes a través de humedales artificiales. Aguas Residuales. Tratamiento por Humedales Artificiales. Fundamentos Científicos. Tecnologías. Diseño. MARIANO SEOANEZ CALVO. Agosto 2014.
- Manual Catedra Ingeniería Sanitaria – Ing. Lescano, Fernando.

### Proyectos

- DAL MOLIN, ANABELLA; KNACK YANINA DEL CARMEN; VILLAVICENCIO, MARA; UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL REGIONAL CONCEPCION DEL URUGUAY. PROYECTO “CENTRO RECREATIVO, DEPORTIVO, SOCIAL Y CULTURAL”.

### Programas

- Hcanales.





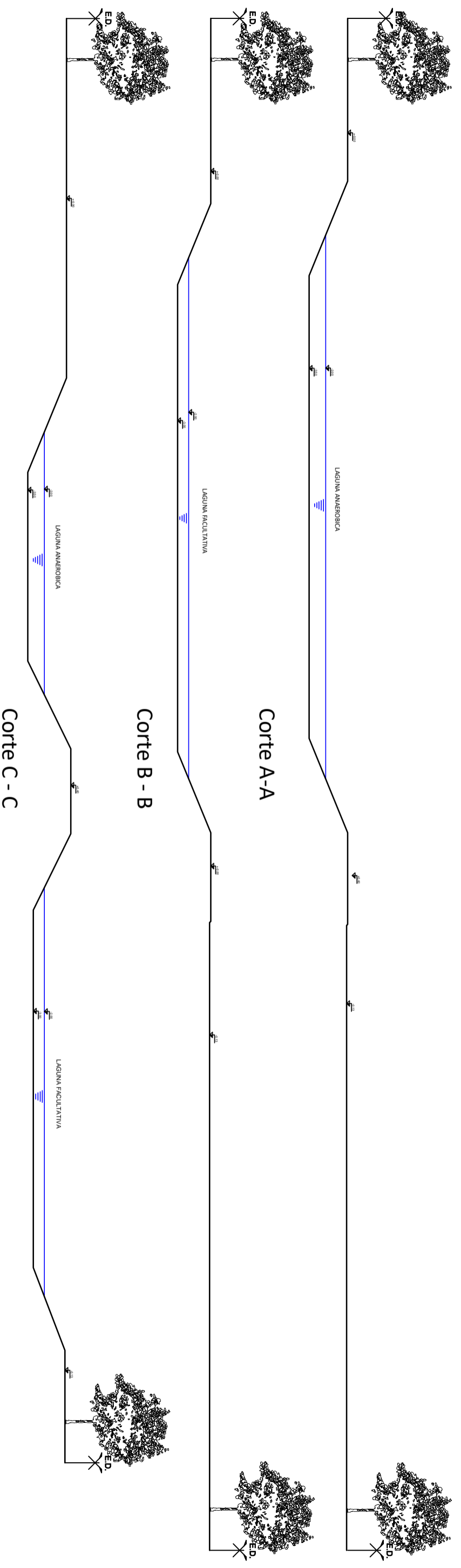
# INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa República Argentina.....	13
Figura 2: Mapa de Entre Ríos, República Argentina.....	14
Figura 3: Mapa de Entre Ríos, ubicación departamento Gualeguaychú, República Argentina.....	23
Figura 4: Mapa tipo de suelo de Entre Ríos. ....	24
Figura 5: Grafico de barras correspondiente a la cantidad de ganado bovino a través de los años.....	27
Figura 6: Imagen satelital de Entre Ríos, ubicación de aldea San Antonio.....	29
Figura 7: Imagen satelital aldeas aledañas a Aldea San Antonio.....	30
Figura 8: Foto área de Aldea San Antonio.....	30
Figura 9: Mapa satelital ubicación de Aldea San Antonio.....	30
Figura 10: Fiesta tradicional en Aldea San Antonio.....	34
Figura 11: Fiesta tradicional en Aldea San Antonio.....	35
Figura 12: Imagen satelital diversas producciones en Aldea San Antonio.....	37
Figura 13: Imagen satelital diversas producciones en aldeas aledañas.....	38
Figura 14: Imagen satelital ubicación del vertedero actual con respecto a la Aldea.....	41
Figura 15: Foto de la disposición actual final de los desechos.....	42
Figura 16: Foto de la disposición actual final de los desechos.....	42
Figura 17: Imagen satelital ubicación del predio en donde se encuentra la planta de tratamiento.....	43
Figura 18: Foto vista interior de la planta de tratamiento; Cinta Transportadora.....	44
Figura 19: Foto vista interior de la planta de tratamiento – Tolvas.....	44
Figura 20: Foto del playón para compostaje.....	44
Figura 21: Imagen Satelital ubicación Planta de Tratamiento de efluentes cloacales.....	45
Figura 22: Foto de la laguna Facultativa.....	45
Figura 23: Foto de la laguna anaeróbica.....	45
Figura 24: Foto pozo de cateo 1.....	61
Figura 25: Foto pozo de cateo 2.....	62
Figura 26: foto de vista frontal del predio.....	62
Figura 27: Plano del predio dividido en sectores.....	63
Figura 28: Topografía vertedero actual de sur a norte.....	64
Figura 29: Vista satelital del vertedero. Corte de sur a norte marcado por recta roja.....	64
Figura 30: Foto de cúmulos de basura, vertedero de disposición final.....	64
Figura 31: Foto de lomas de residuos mezclados con tierra y cobertura vegetal.....	65

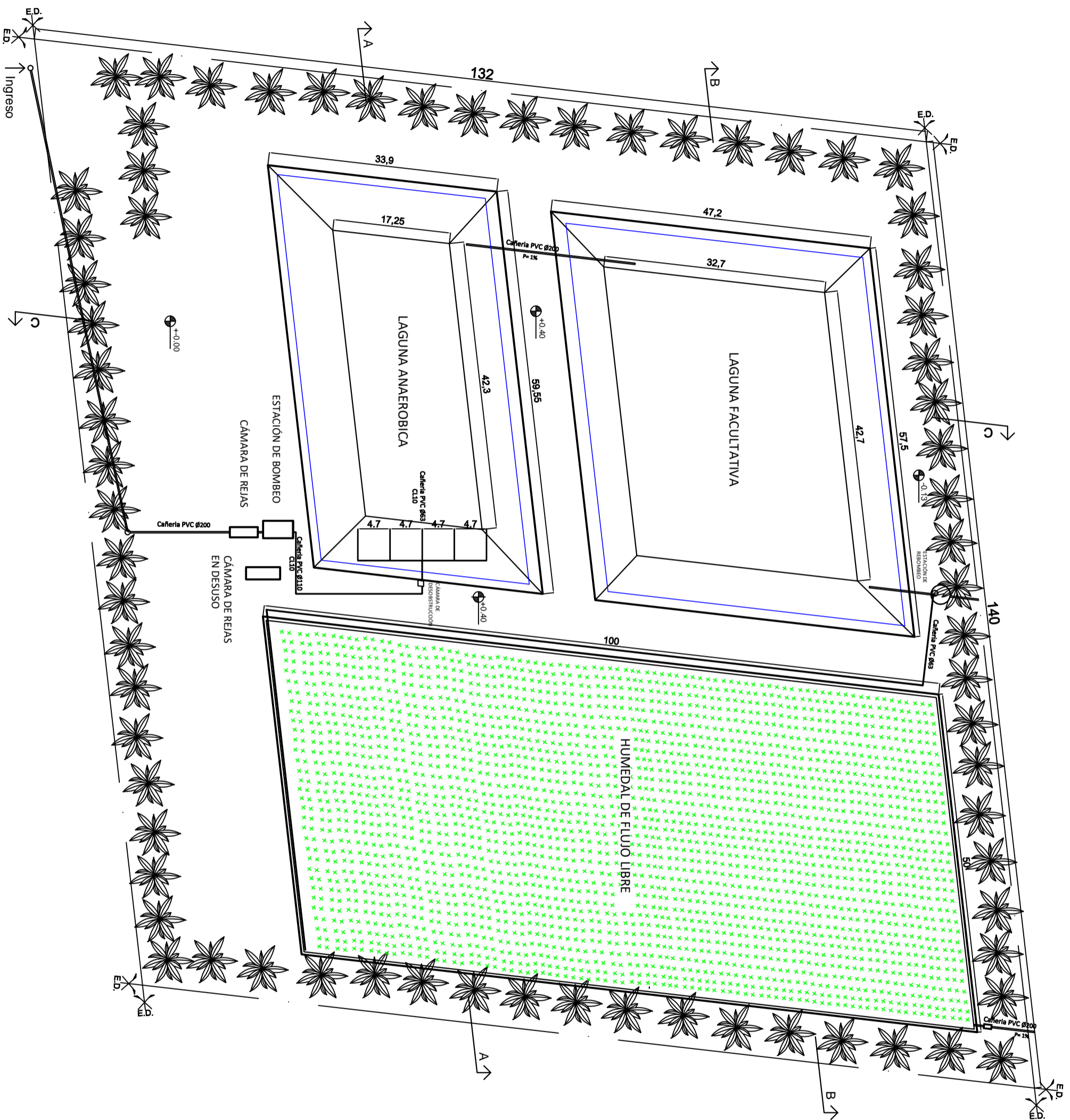
Figura 32: Foto cerco olímpico.....	73
Figura 33: Perfil transversal, paquete estructural.....	77
Figura 34: Imagen, perfil de senderos.....	77
Figura 35: Chimenea para vertedero.....	78
Figura 36: Freatímetro en corte.....	79
Figura 37: Plano Corte – Perfil longitudinal proyectado sin paquete estructural.....	82
Figura 38: Plano Corte – Perfil transversal proyectado.....	83
Figura 39: Plano de planta con pendientes.....	83
Figura 40: Calculo del canal a cielo abierto.....	86
Figura 41: Funcionamiento de la planta en corte.....	103
Figura 42: Funcionamiento de la planta en planta.....	103
Figura 43: Ubicación del predio en donde se encuentra la planta de tratamiento.....	103
Figura 44: IMAGEN A - Ubicación de puntos relevados.....	111
Figura 45: IMAGEN B - Ubicación de puntos relevados.....	111
Figura 46: IMAGEN C – Ubicación de puntos relevados.....	111
Fuente 47: IMAGEN D – Ubicación de puntos relevados.....	112
Figura 48: IMAGEN E – Ubicación de puntos relevados.....	112
Figura 49: IMAGEN F – Ubicación de puntos relevados.....	112
Figura 50: Método de trinchera o zanja.....	117
Figura 51: Método de área.....	117
Figura 52: Combinación de ambos métodos.....	117
Figura 53: Ubicación de trincheras.....	118
Figura 54: Trinchera.....	131
Figura 55: Dimensionamiento de trinchera.....	132
Figura 56: Dimensionamiento de trinchera.....	133
Figura 57: Valores máximos permitidos para el vertido de líquidos cloacales.....	165
Figura 58: Esquema del proceso de aireación de la rizosfera de las macrofitas emergentes de los humedales.....	174
Figura 59: Análisis del líquido residual.....	177
Figura 60: Bomba a utilizar.....	184
Figura 61: Vertedero rectangular.....	185
Figura 62: Tanque Duraplas.....	186

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Población total y variación intercensal de Entre Ríos, según departamentos. Años 2001 y 2010.....	19
Tabla 2 - Crecimiento de la población y gráfico representativo.....	34
Tabla 3 - Matriz de decisión – Residuos sólidos urbanos.....	54
Tabla 4 - Matriz de decisión – Planta de tratamiento de residuos.....	55
Tabla 5 - Matriz de decisión – Planta de tratamiento de efluentes cloacales.....	57
Tabla 6 - Áreas de seguridad.....	70
Tabla 7 - Tabla de precios.....	71
Tabla 8 - Calculo de volumen de excedente.....	81
Tabla 9 - Calculo de volumen a rellenar.....	81
Tabla 10 - Calculo de volumen real.....	82
Tabla 11 - Tiempo de retorno.....	84
Tabla 12 - Rugosidad del canal.....	85
Tabla 13 - Velocidad admisible.....	86
Tabla 14 – Actividades generadoras.....	100
Tabla 15 - Generación de residuos en el primer año de diseño.....	129
Tabla 16 - Rendimiento de mano de obra.....	146
Tabla 17 - Factores y parámetros.....	169
Tabla 18 - Caudales.....	179
Tabla 19 - Tiempo de retención hidráulico.....	183

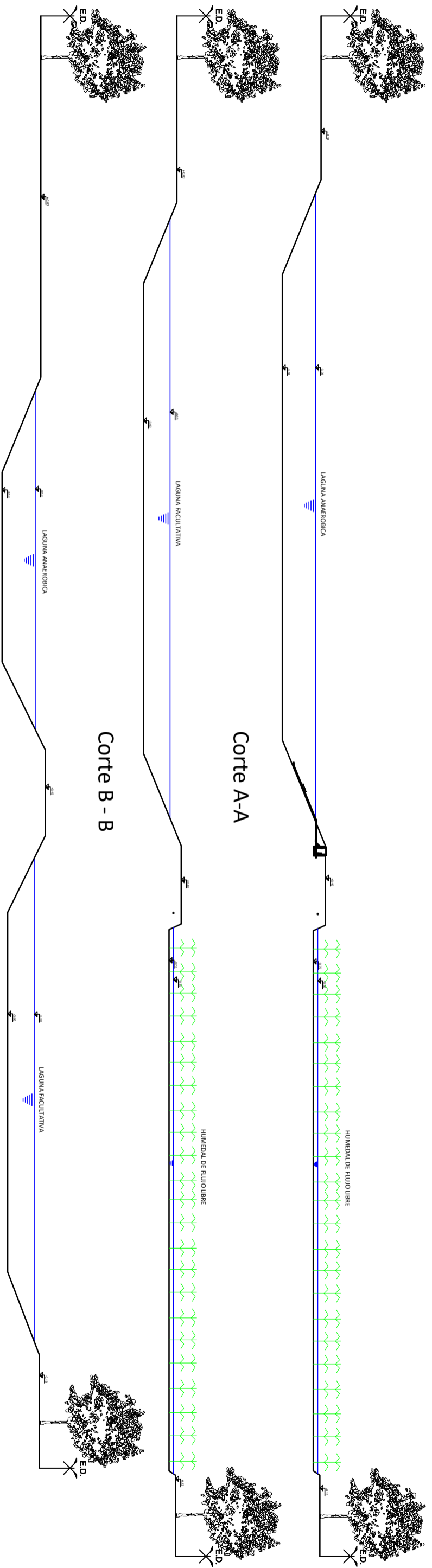


Plano: 14.02 Cortes de Relevamiento



Planta

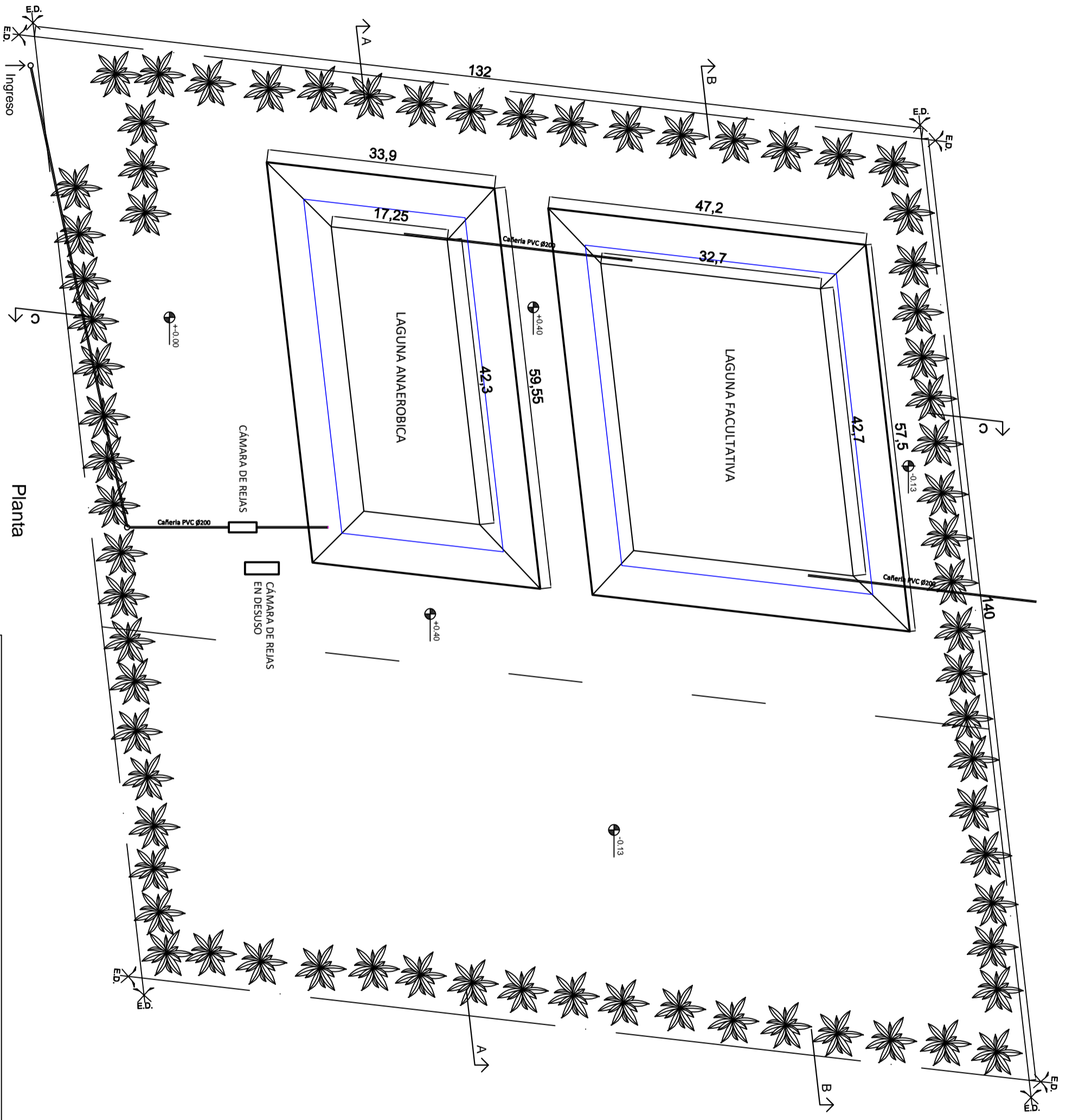
Plano: 14.05 Planta de Alternativa Seleccionada



Corte C - C

Corte B - B

Corte A-A



Planta

280

48



TRINCHERA DE PATÓGENOS

FUTURA TRINCHERA DE RSU

FUTURA TRINCHERA DE RSU

FUTURA TRINCHERA DE RSU

1º TRINCHERA DE RSU

CALLE Publica (Tierra)  
324,31

267

144

157,4

AREA DE SEPARACION DE RESIDUOS

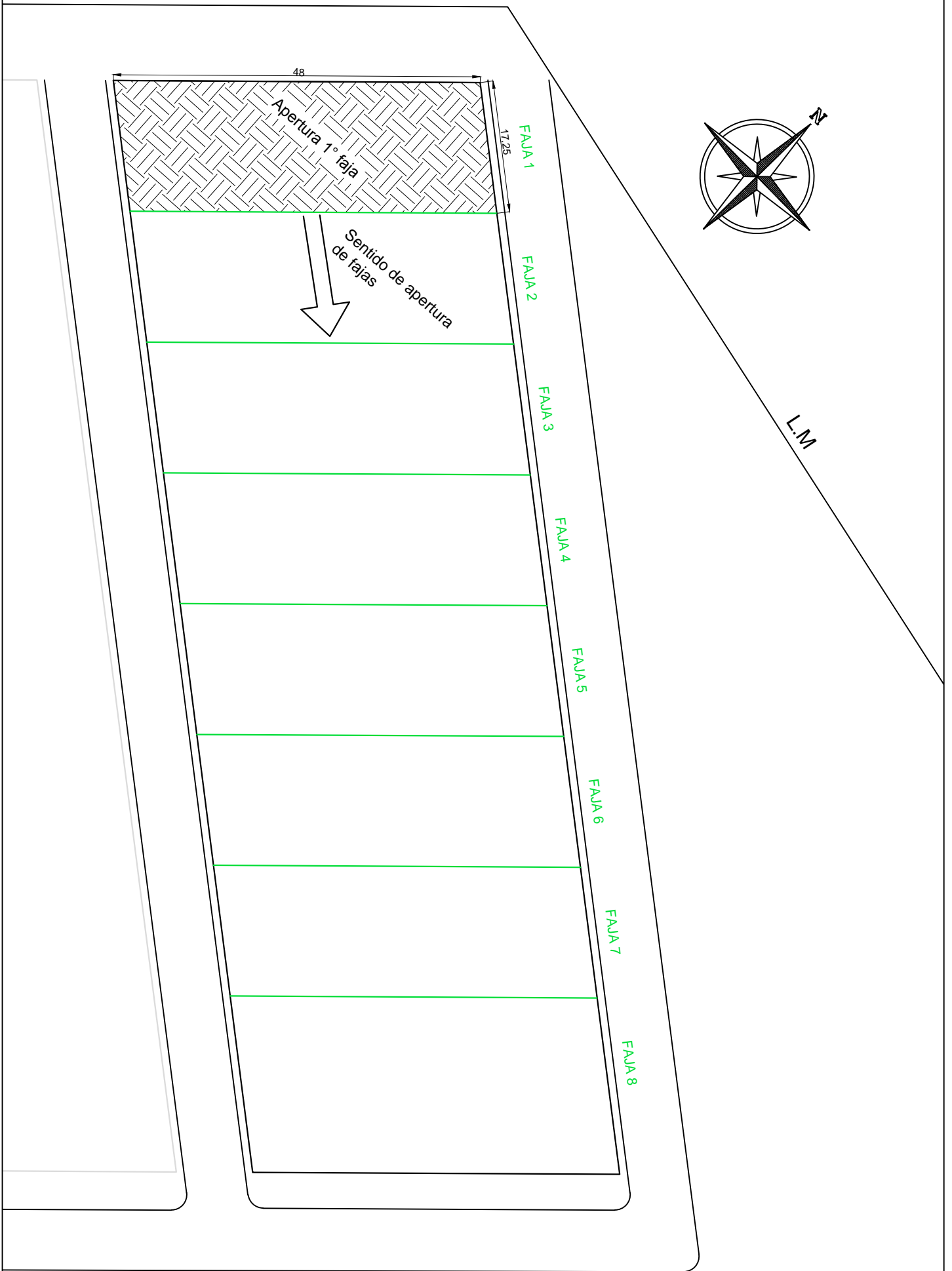
PLAYON DE COMPOSTAJE

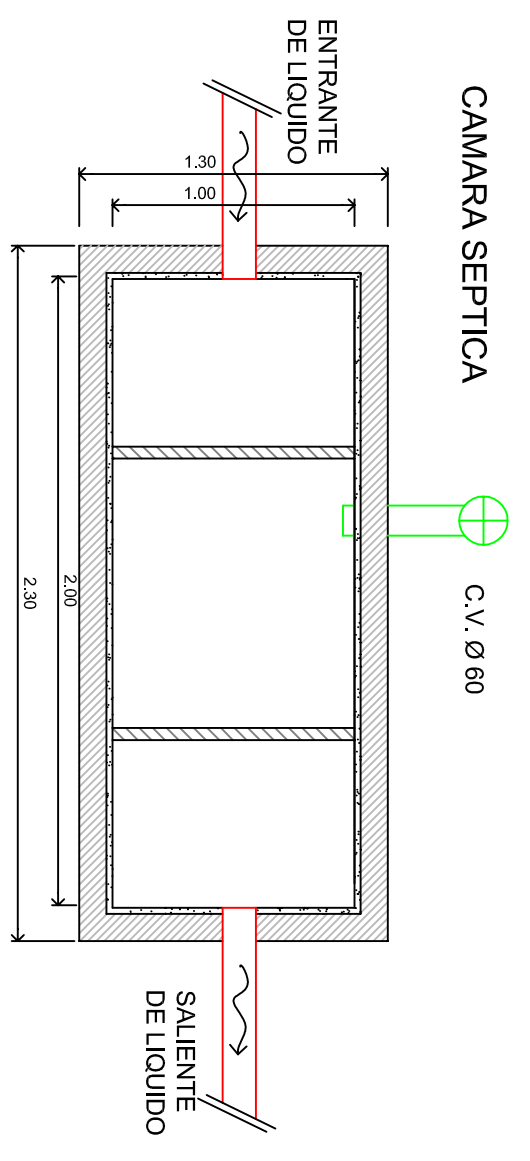
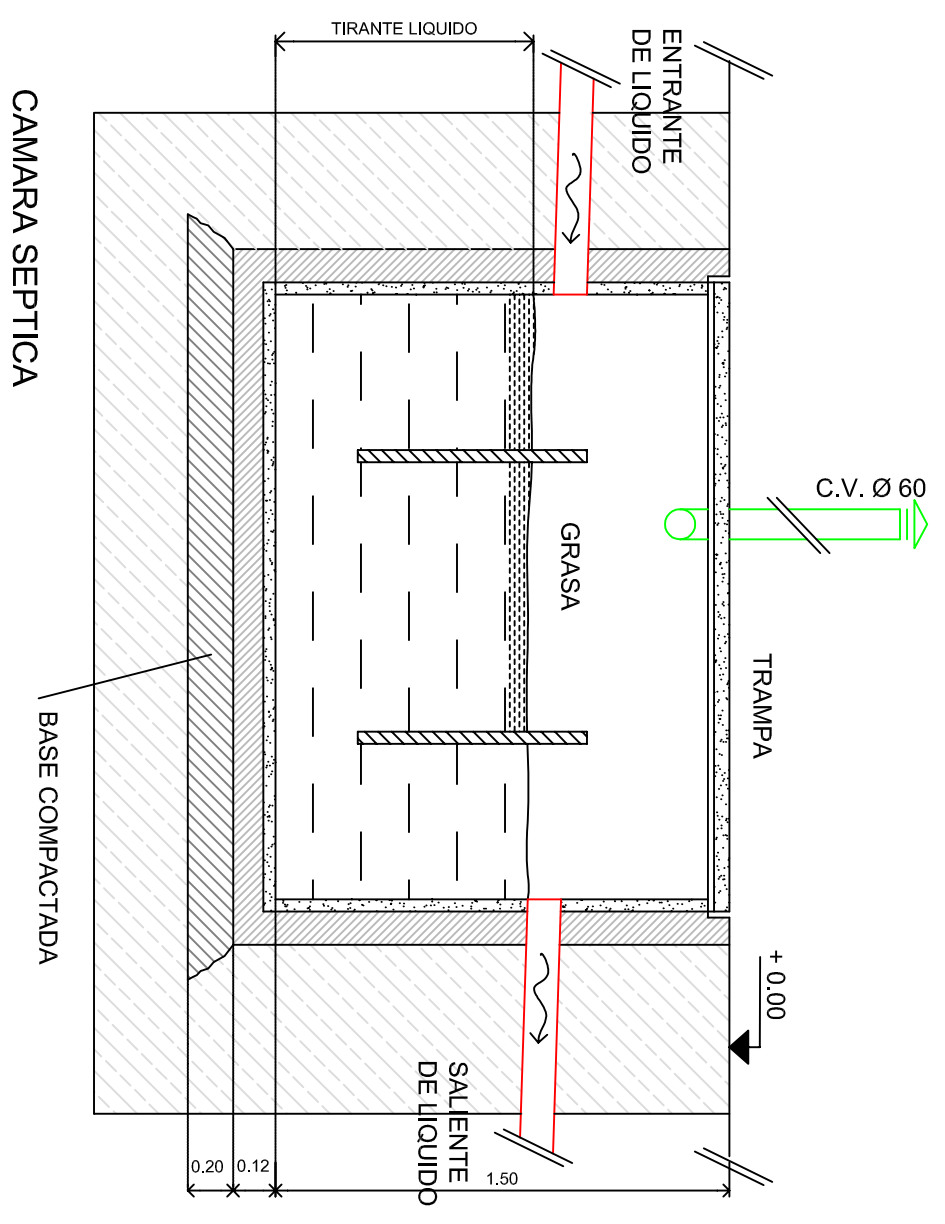
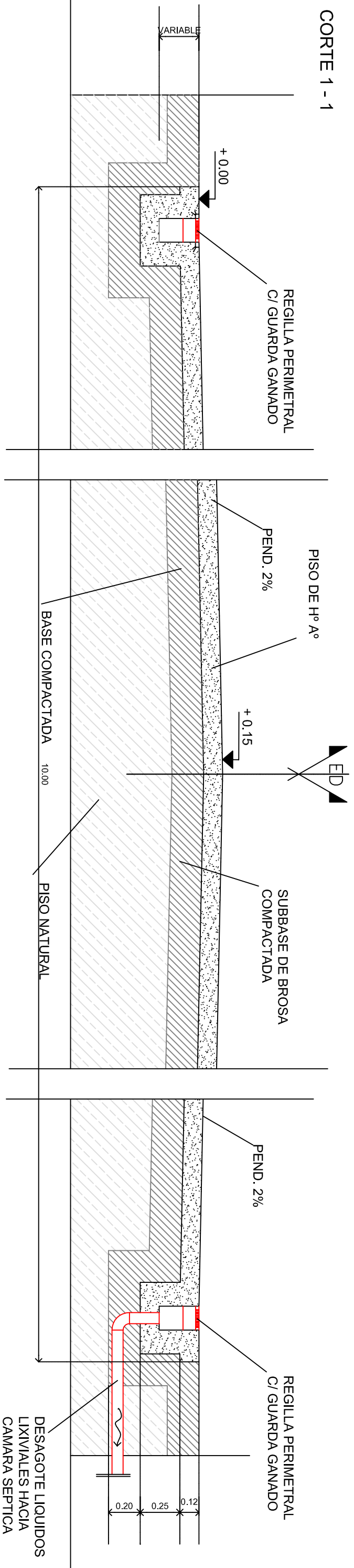
421,55

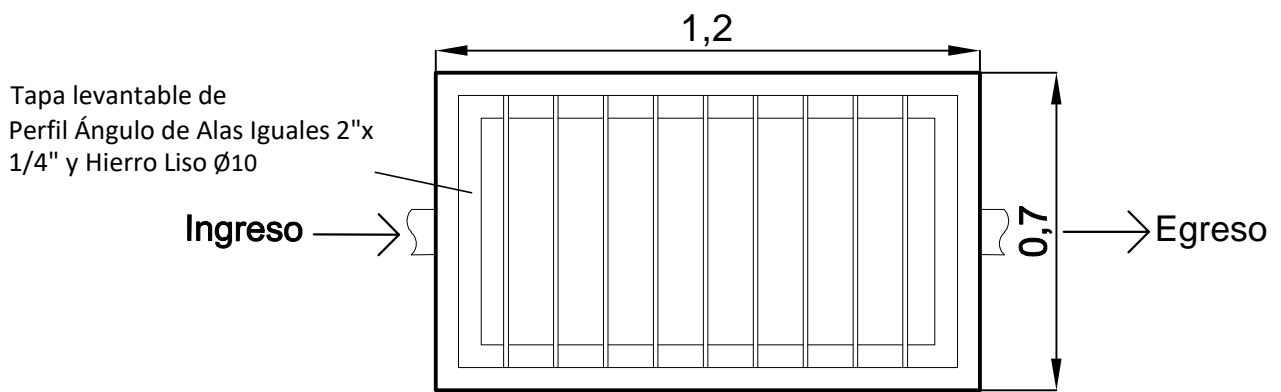
CALLE Publica (Ripio)



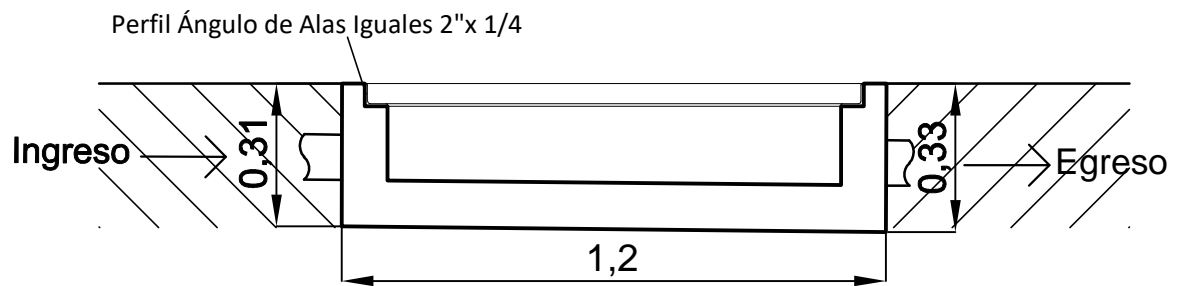
① TRINCHERA DE RSU



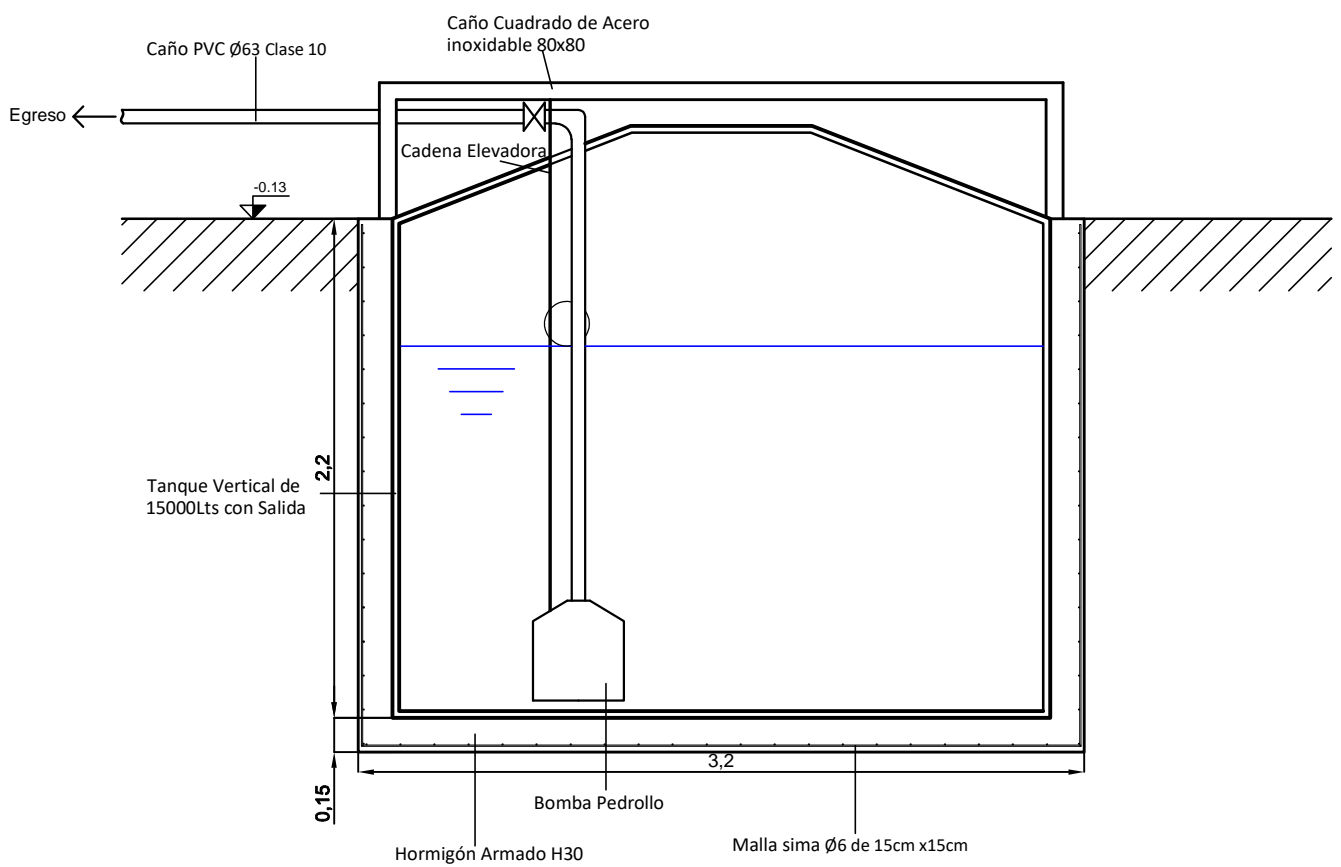




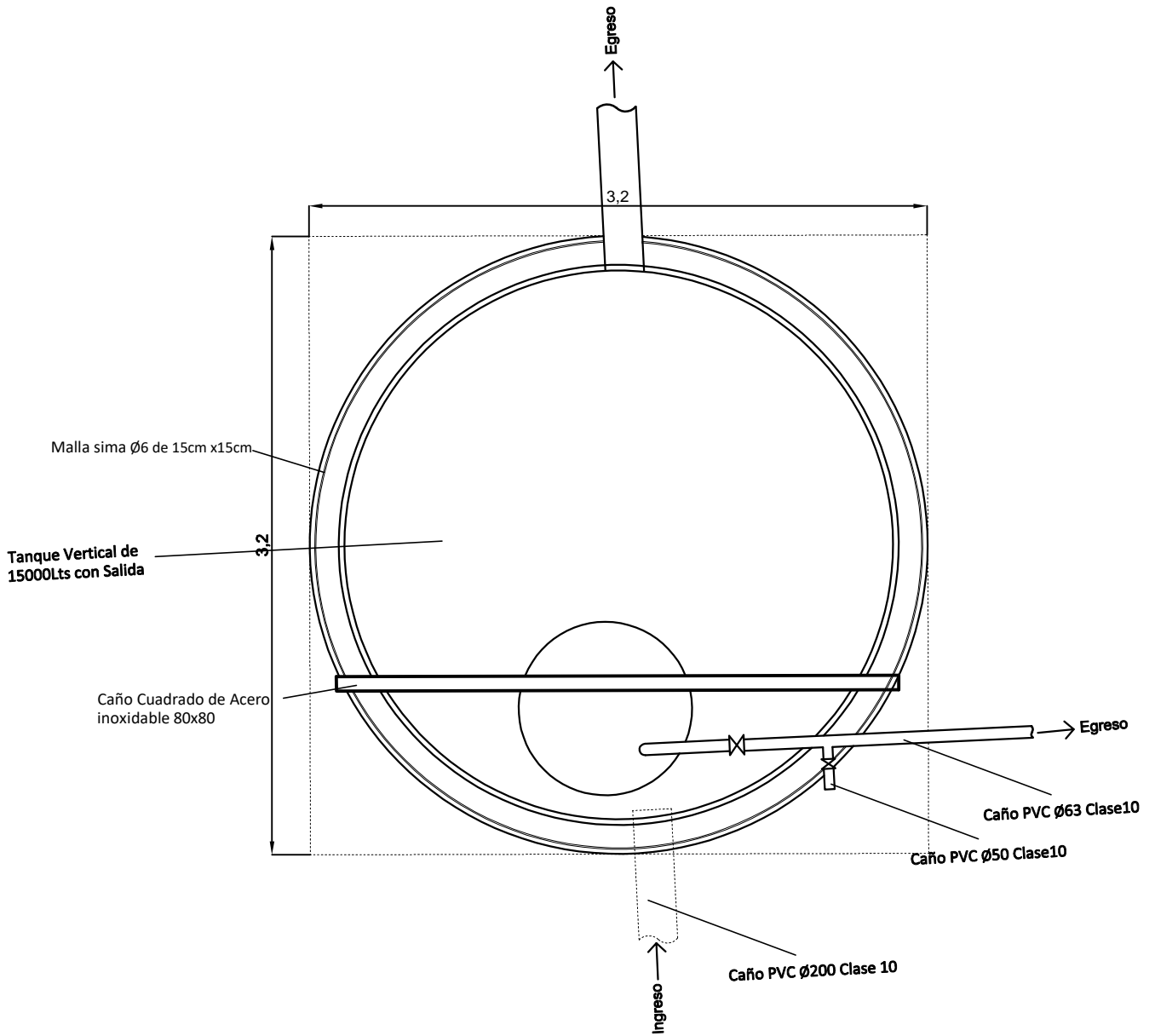
Planta Cámara de Muestreo Final



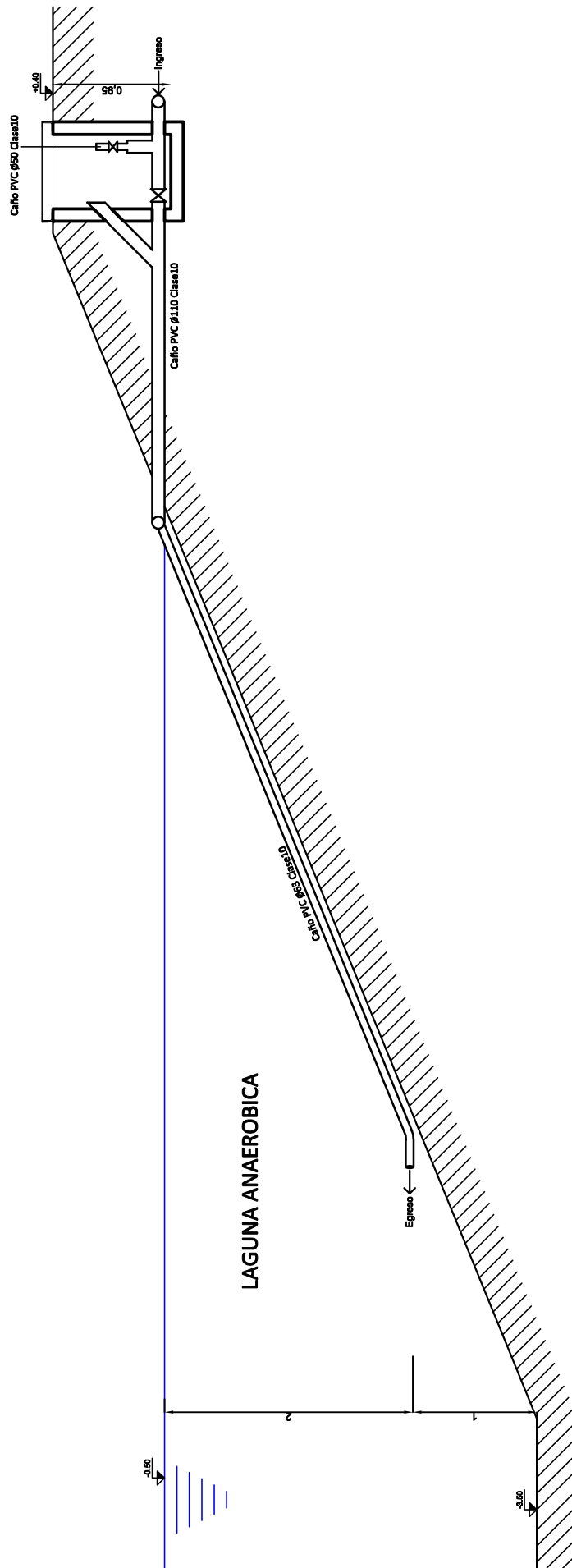
Corte Cámara de Muestreo Final



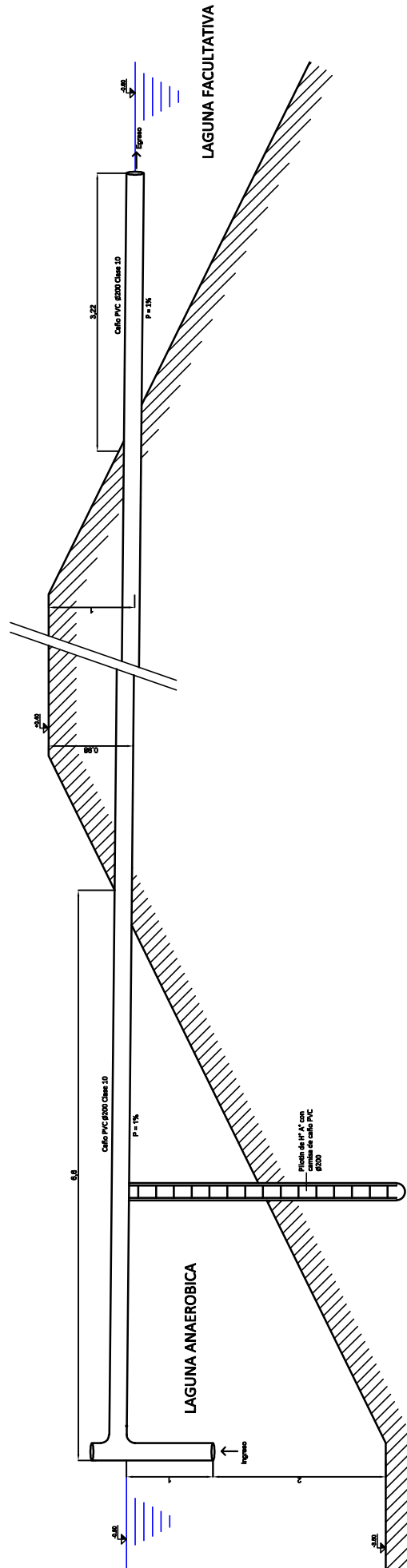
Corte Estación de Rebombeo



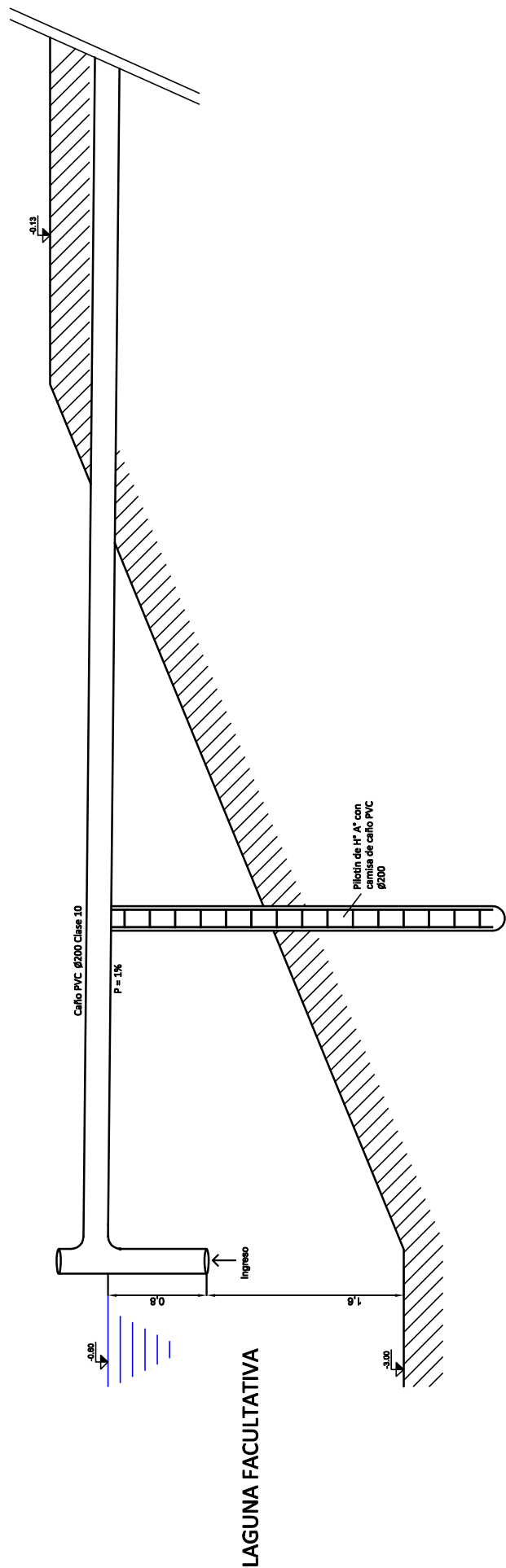
Planta Estación de Rebombeo



Detalles Ingreso Laguna Anaerobica

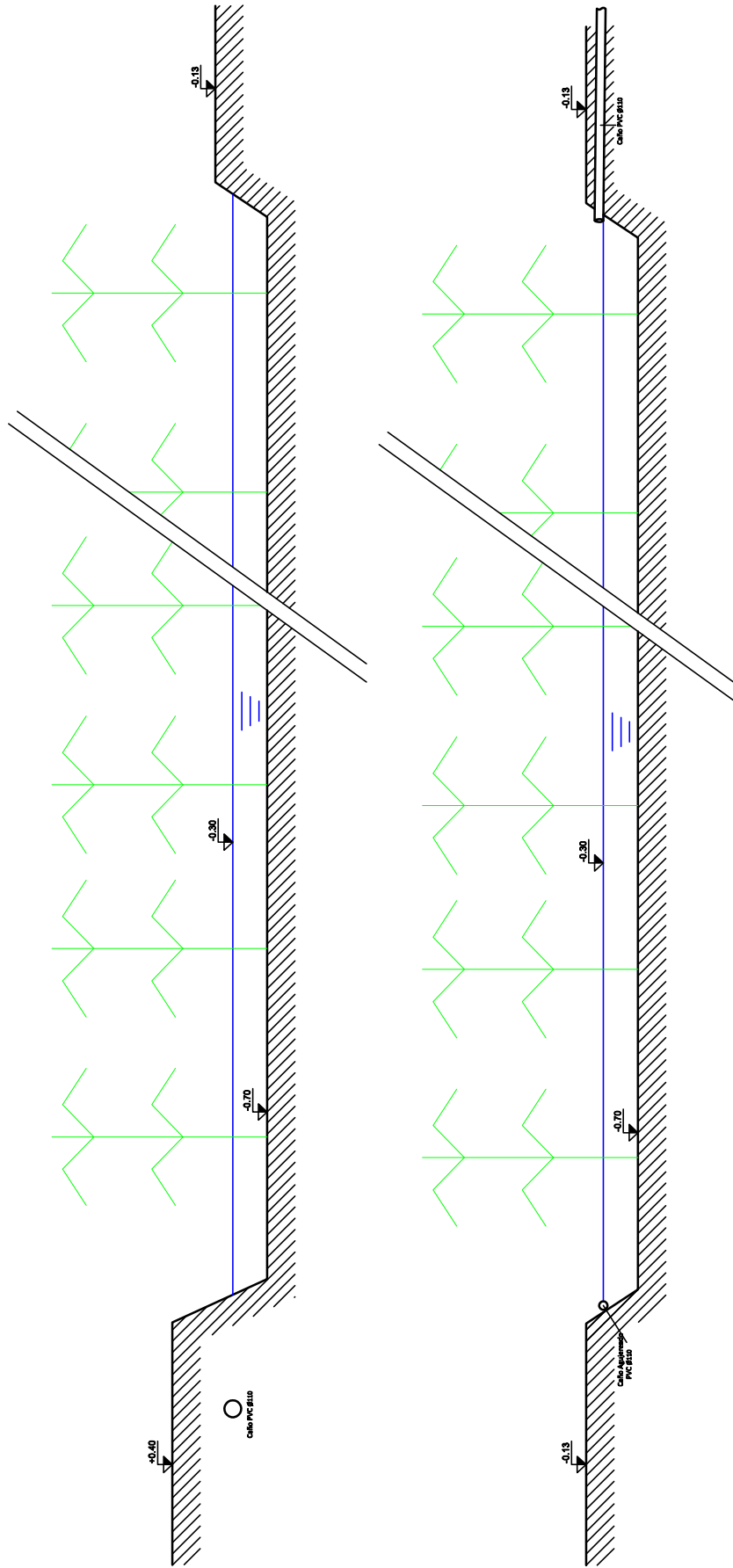


Detalles Salida Laguna Anaerobica

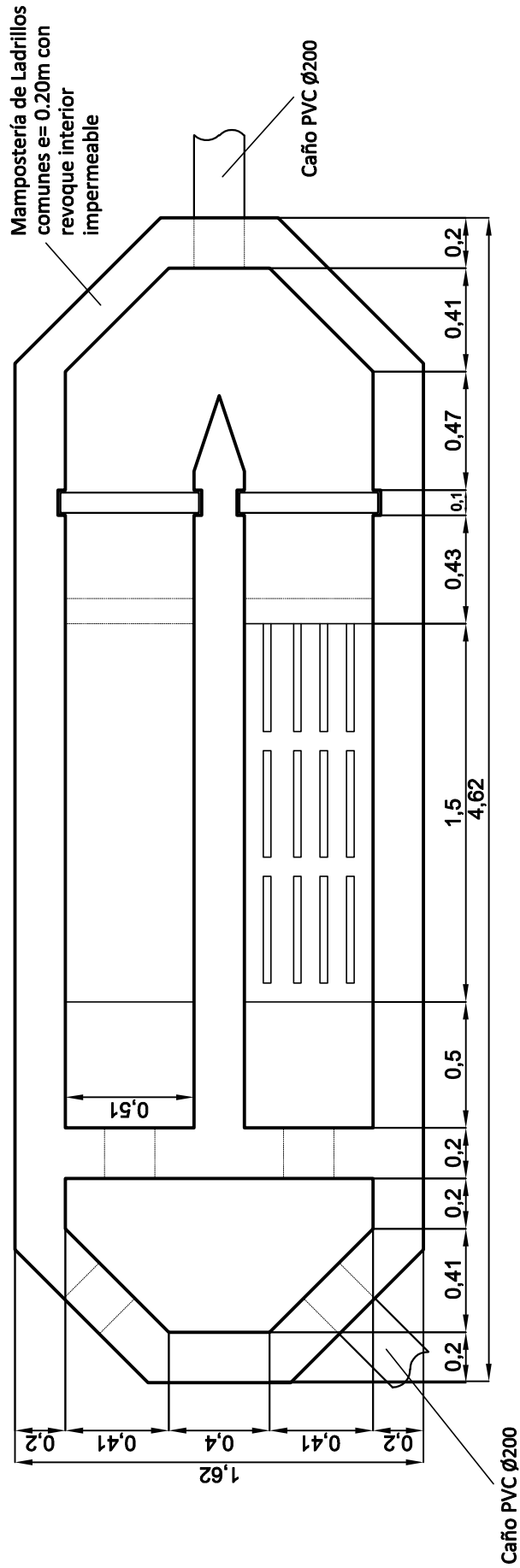


Detalles Salida Laguna Facultativa

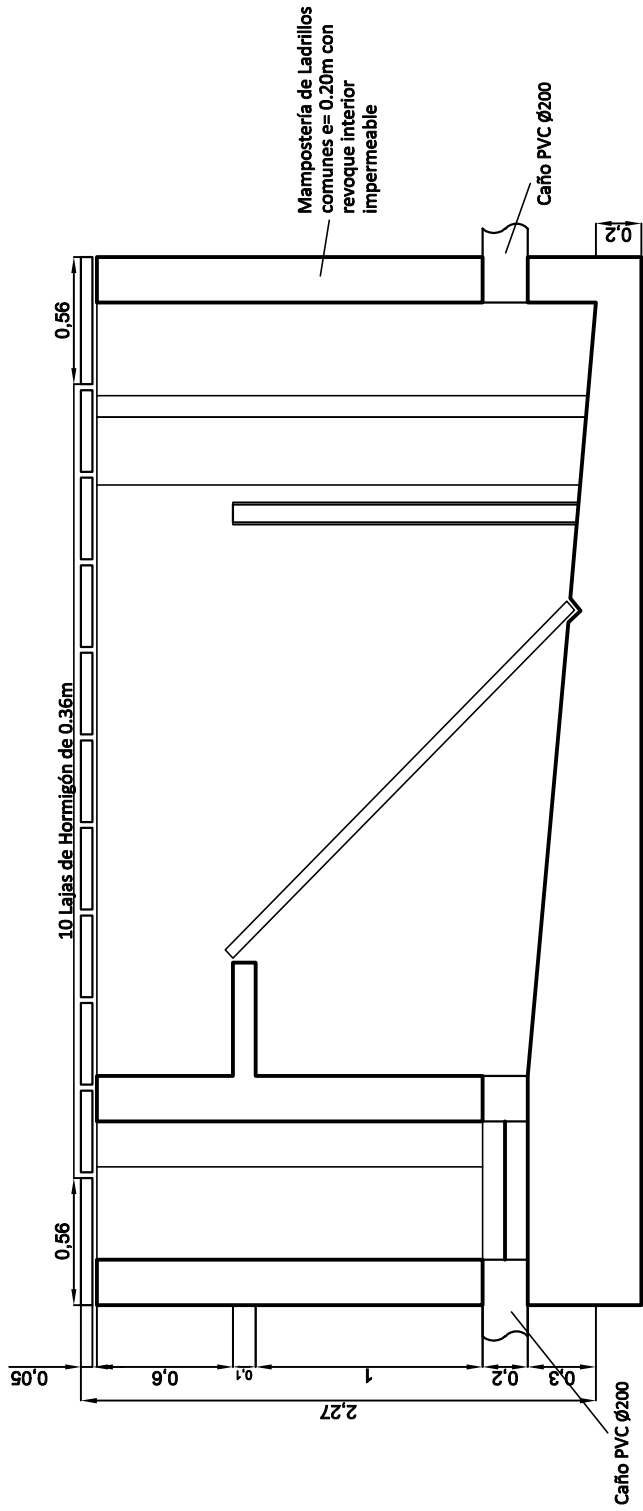




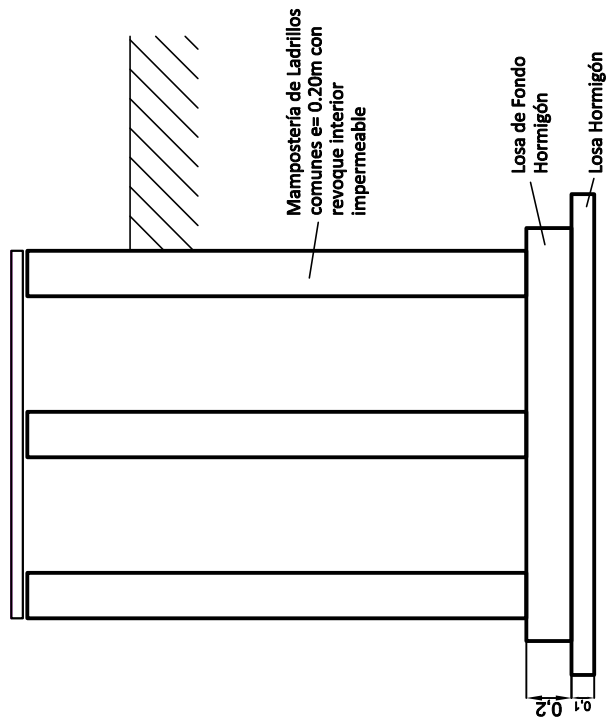
Detalles Humedal de Flujo Libre



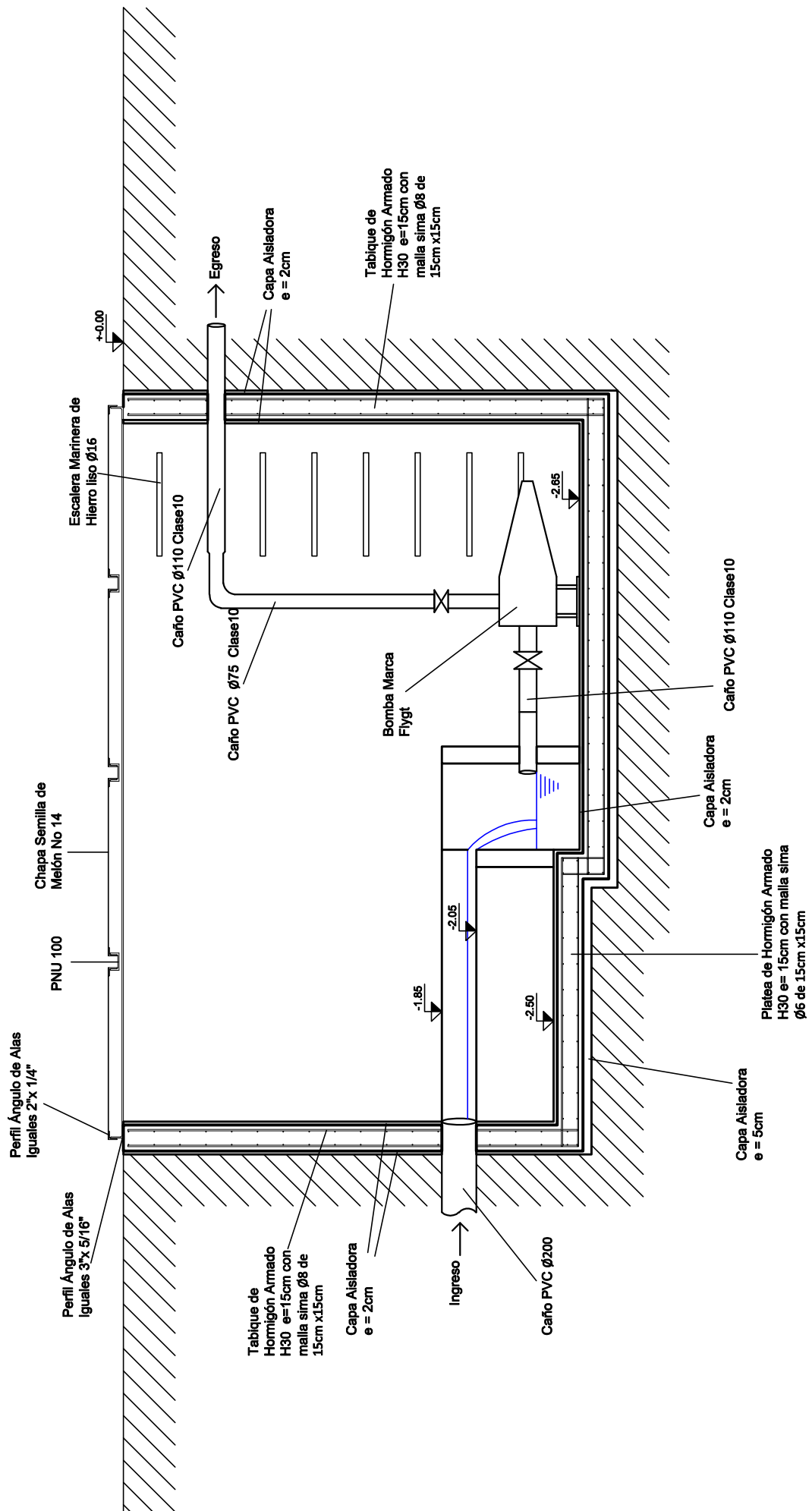
Planta Cámara de Rejas



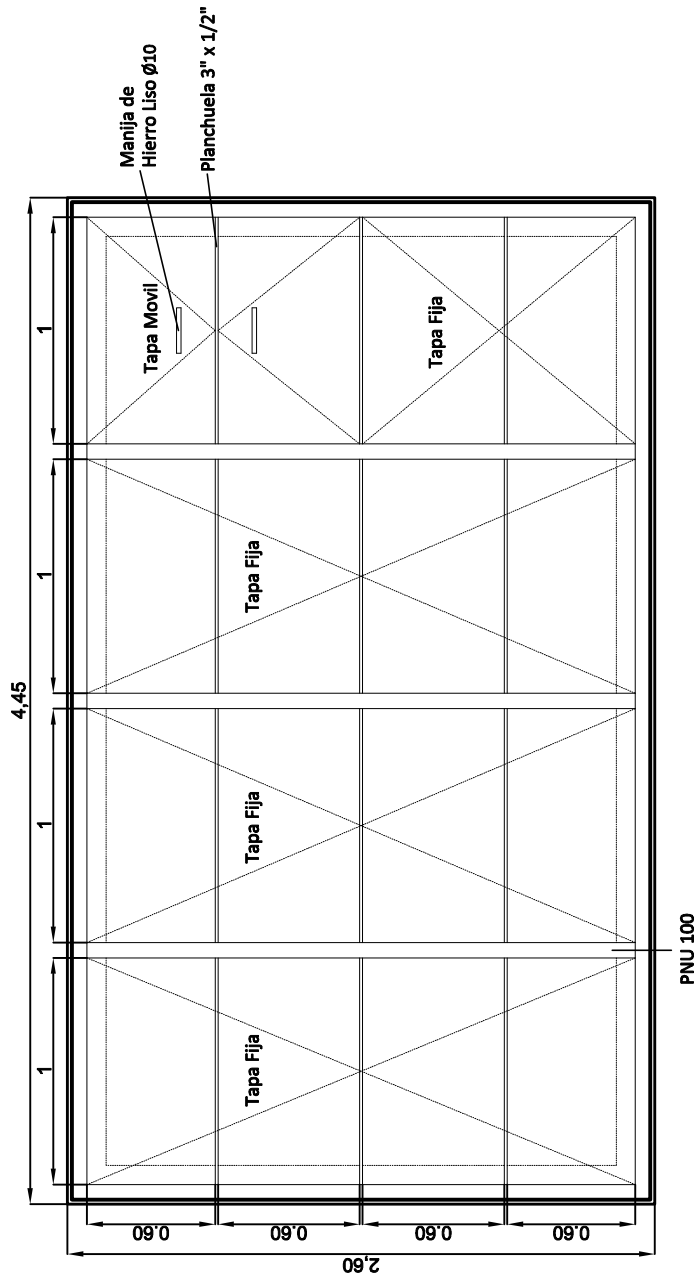
Corte Cámara de Rejas



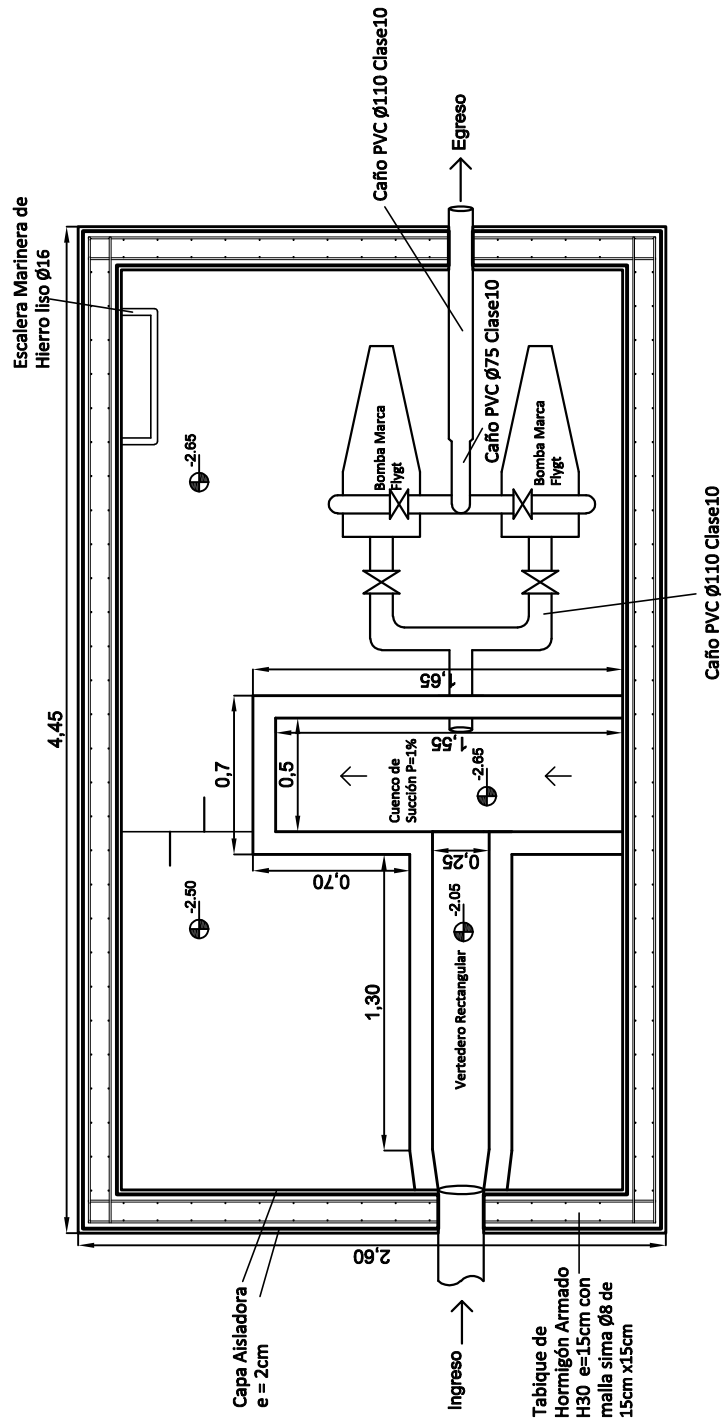
Corte Cámara de Rejas

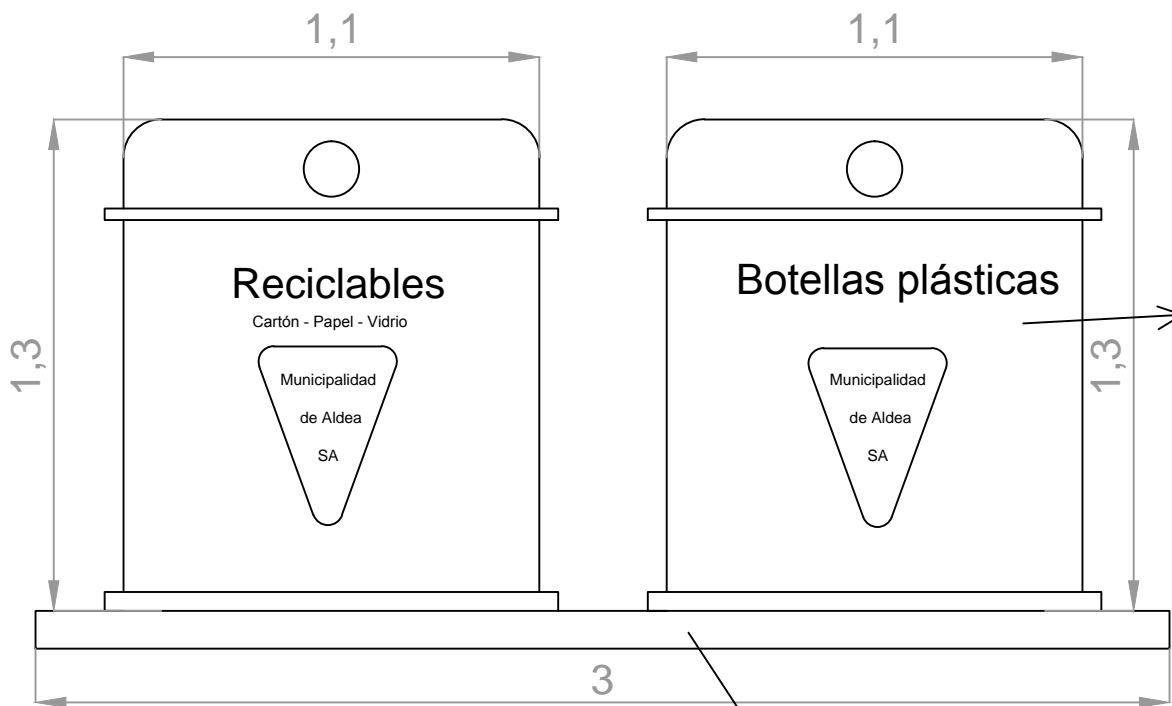


Plano: 14.08 Corte Estación de Bombeo



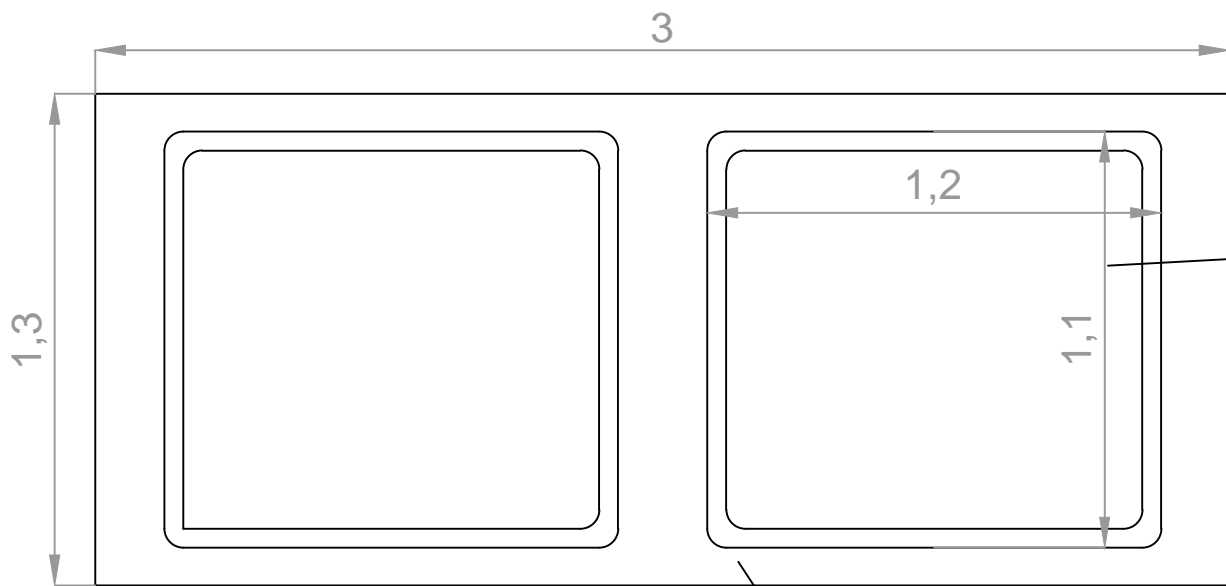
Tapa Estación de Bombeo





Tachos de PVC

Base de hormigón H8 e=10cm con malla sima Ø5mm 15x15cm

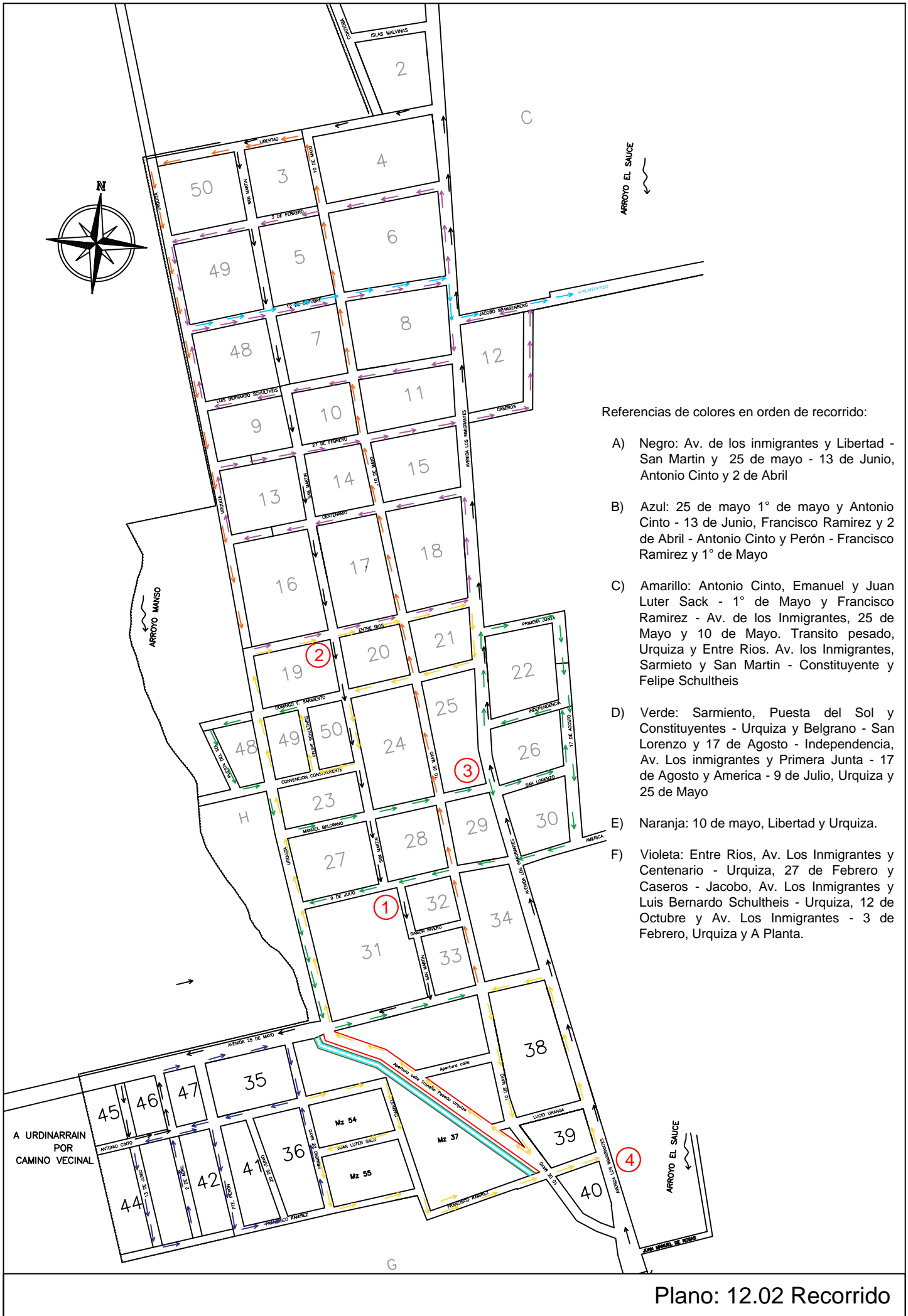


Tachos de PVC

Base de hormigón H8 e=10cm con malla sima Ø5mm 15x15cm



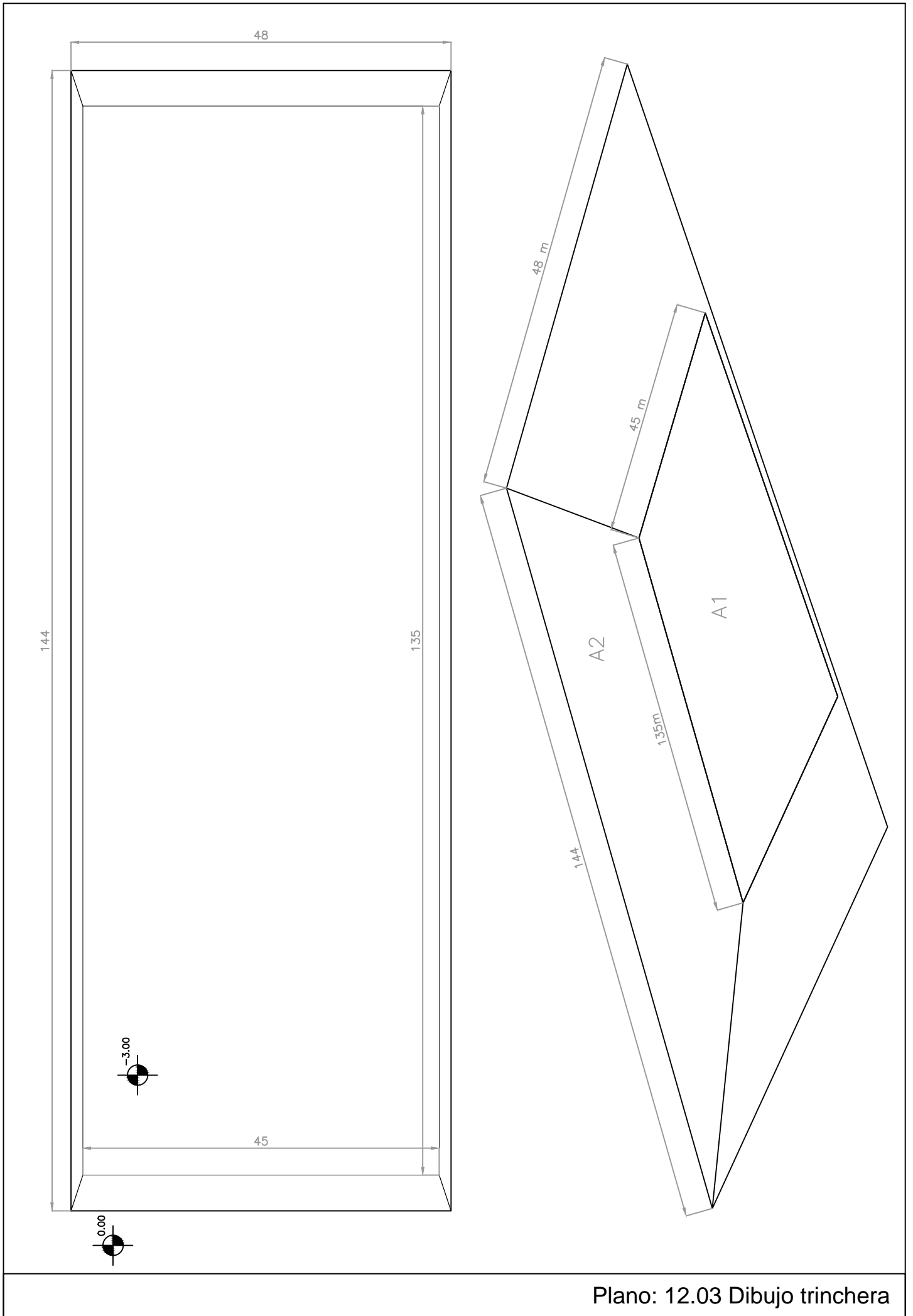




Referencias de colores en orden de recorrido:

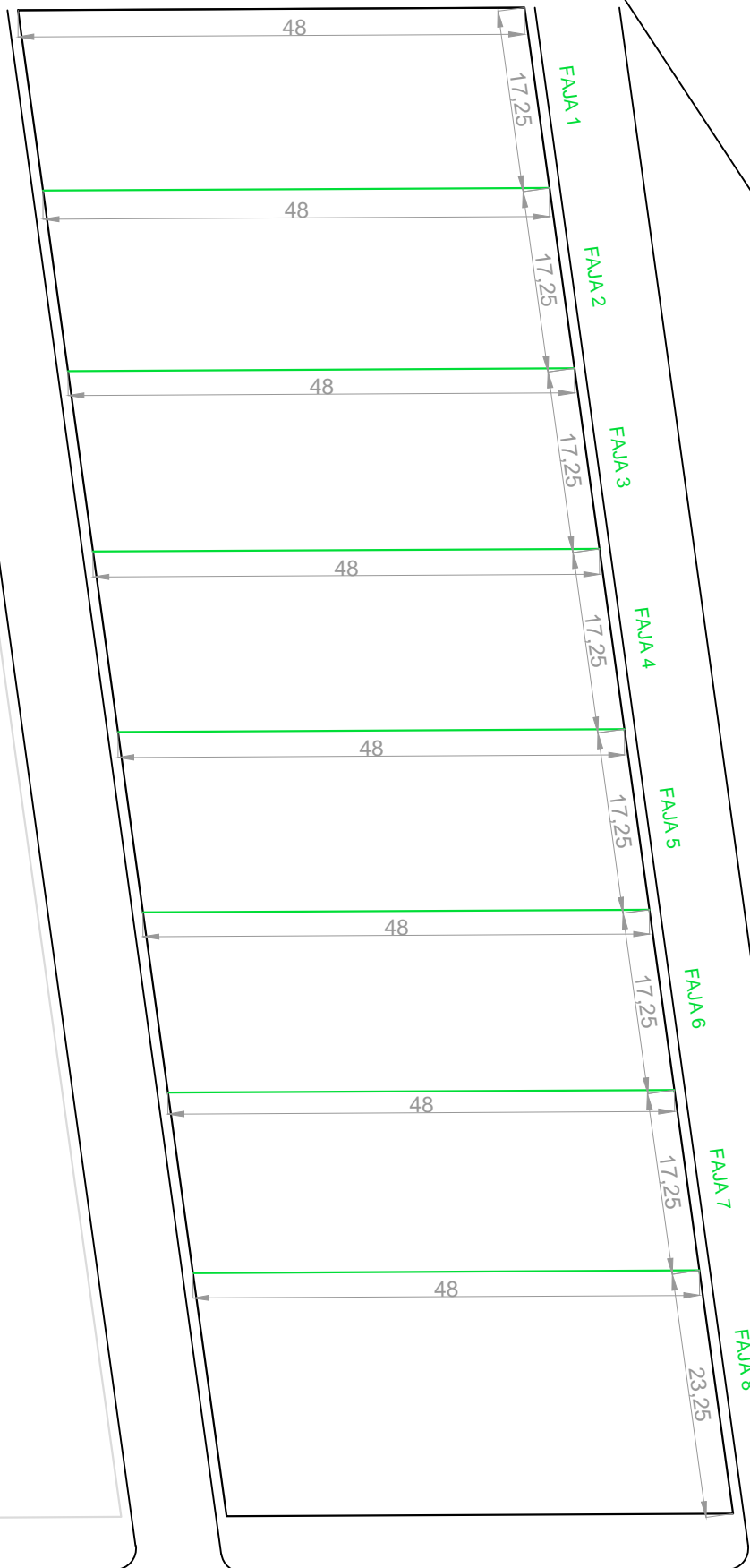
- A) Negro: Av. de los inmigrantes y Libertad - San Martín y 25 de mayo - 13 de Junio, Antonio Cinto y 2 de Abril
- B) Azul: 25 de mayo 1° de mayo y Antonio Cinto - 13 de Junio, Francisco Ramirez y 2 de Abril - Antonio Cinto y Perón - Francisco Ramirez y 1° de Mayo
- C) Amarillo: Antonio Cinto, Emanuel y Juan Luter Sack - 1° de Mayo y Francisco Ramirez - Av. de los Inmigrantes, 25 de Mayo y 10 de Mayo. Transito pesado, Urquiza y Entre Rios. Av. los Inmigrantes, Sarmiento y San Martín - Constituyente y Felipe Schultheis
- D) Verde: Sarmiento, Puesta del Sol y Constituyentes - Urquiza y Belgrano - San Lorenzo y 17 de Agosto - Independencia, Av. Los inmigrantes y Primera Junta - 17 de Agosto y America - 9 de Julio, Urquiza y 25 de Mayo
- E) Naranja: 10 de mayo, Libertad y Urquiza.
- F) Violeta: Entre Rios, Av. Los Inmigrantes y Centenario - Urquiza, 27 de Febrero y Caseros - Jacobo, Av. Los Inmigrantes y Luis Bernardo Schultheis - Urquiza, 12 de Octubre y Av. Los Inmigrantes - 3 de Febrero, Urquiza y A Planta.

Plano: 12.02 Recorrido

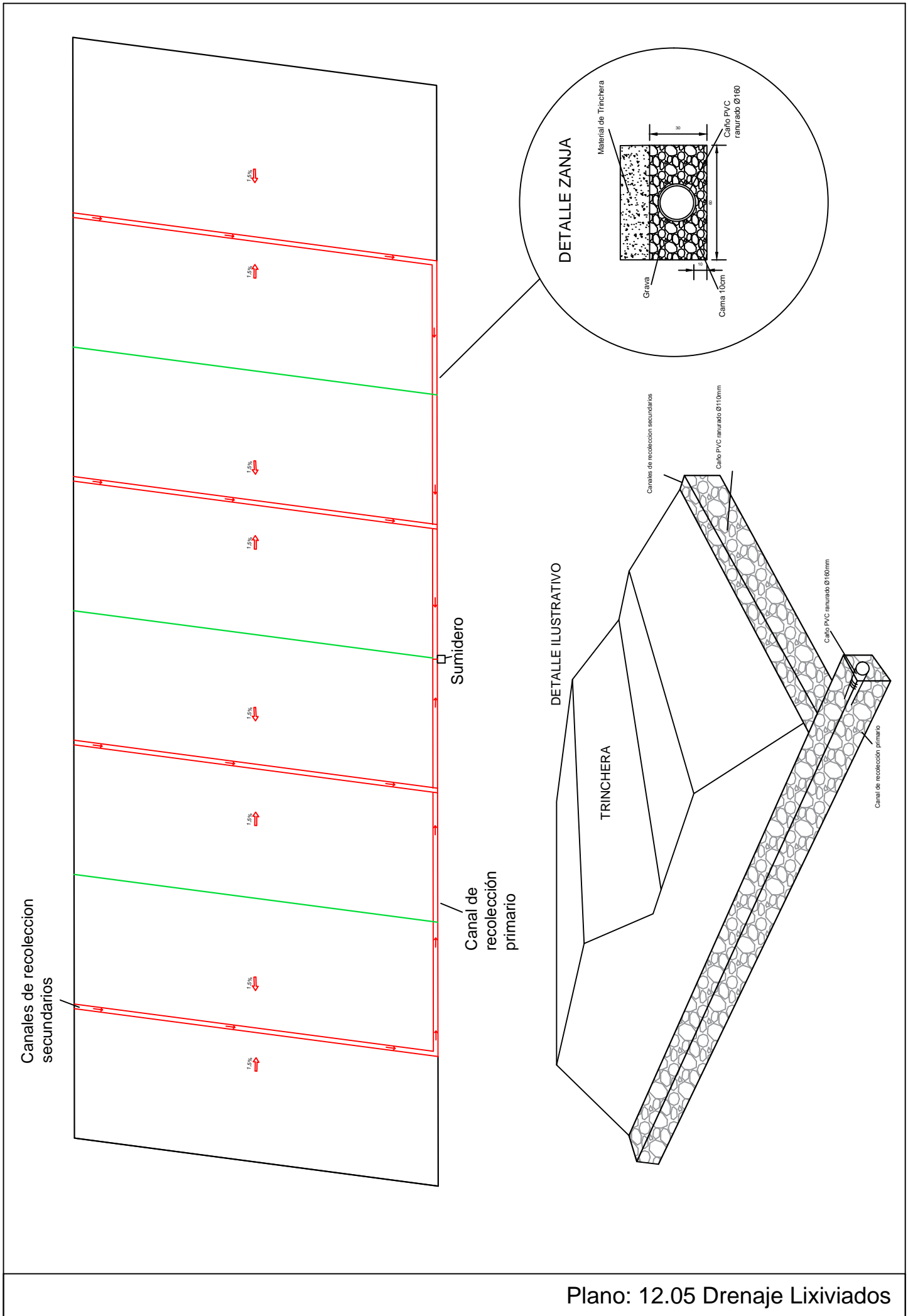


Plano: 12.03 Dibujo trinchera

① TRINCHERA DE RSU



L.M





TRINCHERA

Avance de relleno

Fajas terminadas

Sector para extracción de material excavación de la 3ª faja

3ª Faja en operación

Avance de celdas

3ª celda

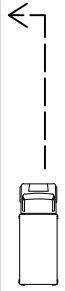
2ª celda

1ª celda

17,25

4

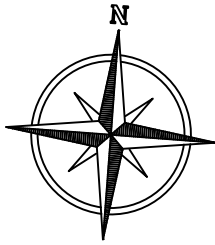
Ingreso de camión volcador



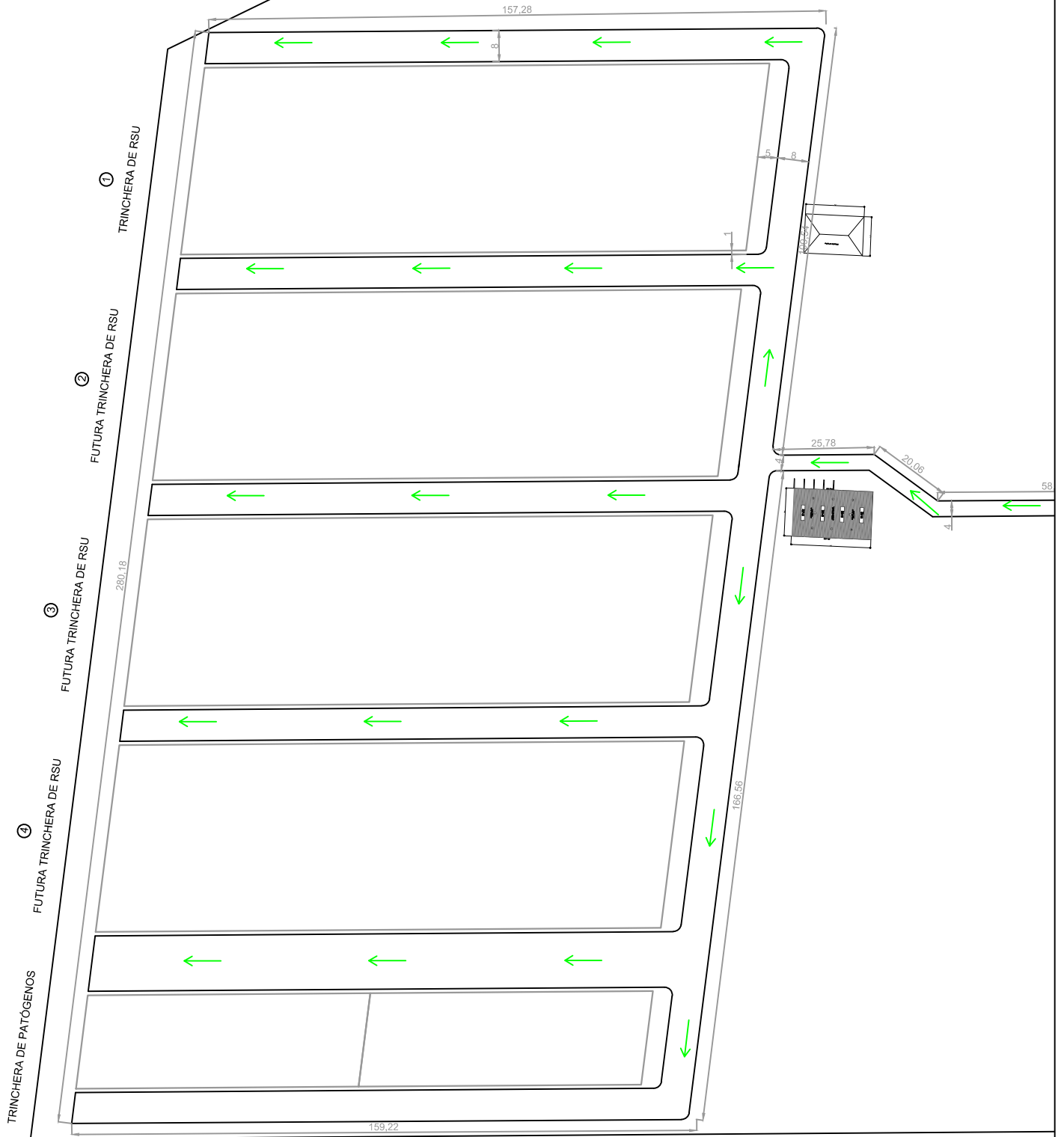
Via de circulación

Ingreso de camión compactador y personal

Via de circulación

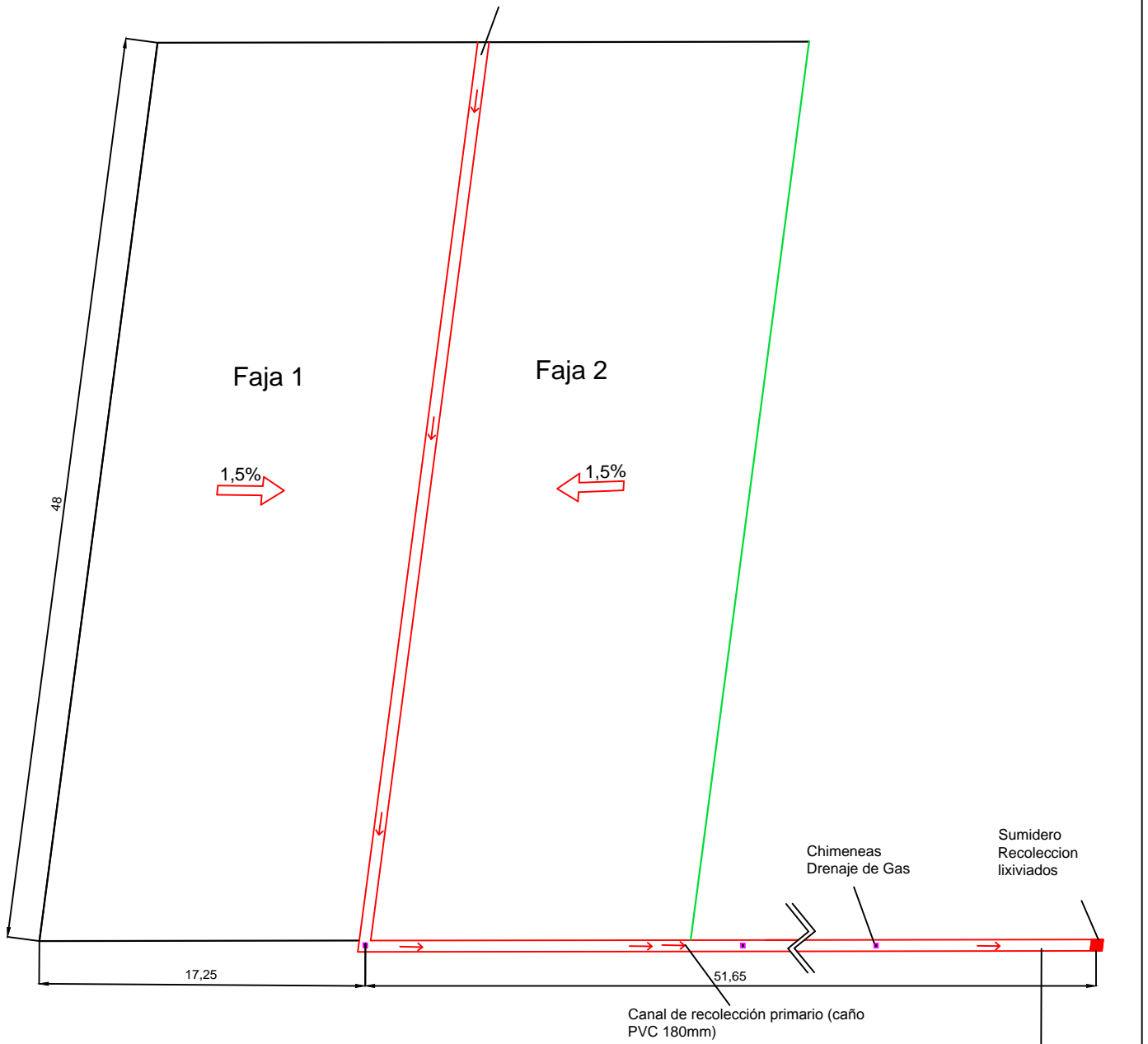


Línea Municipal

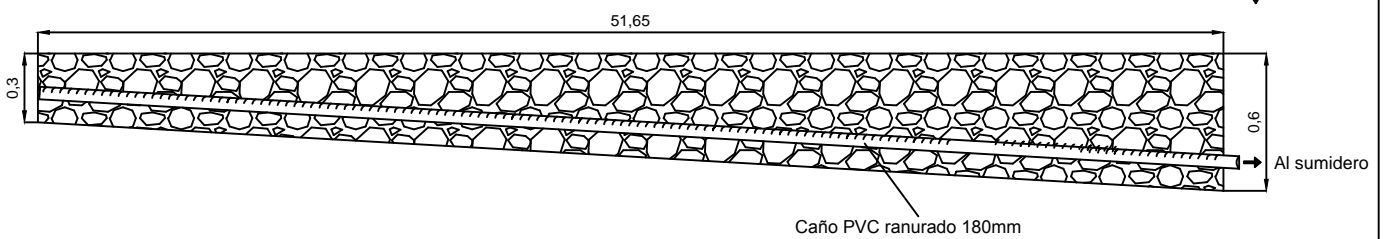


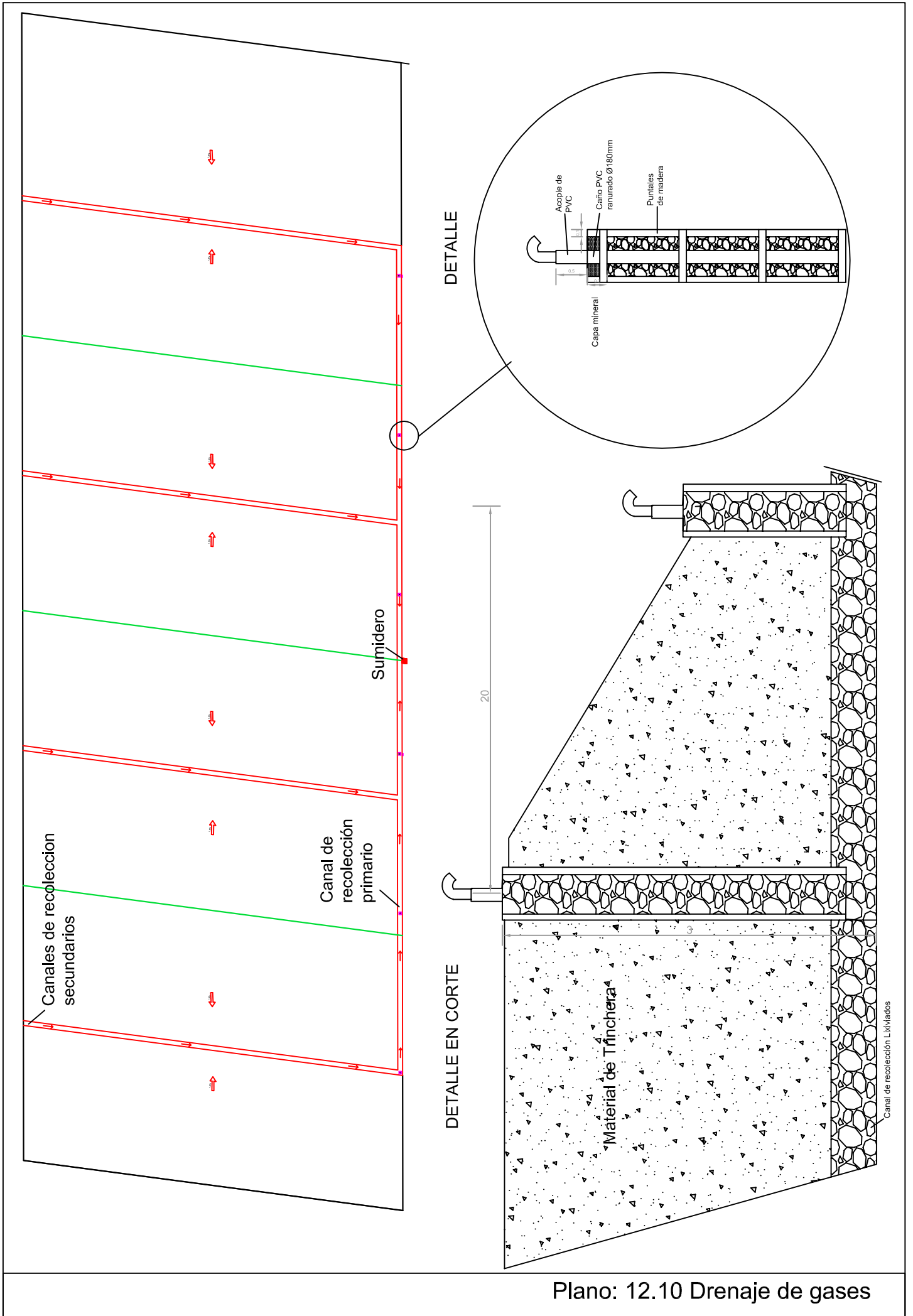
Plano: 12.08 Circulaciones

Canales de recolección secundarios



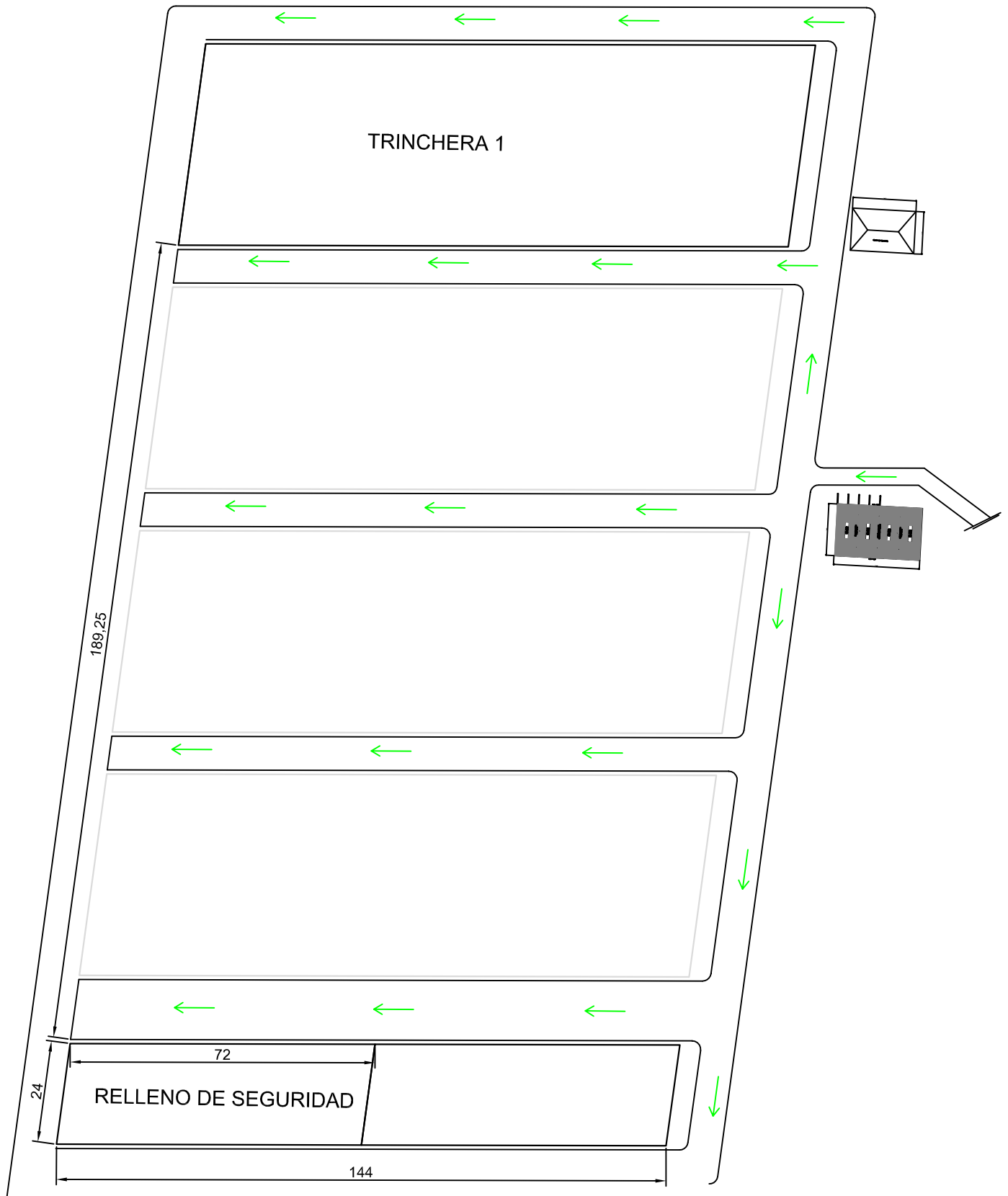
Corte caño de recolección

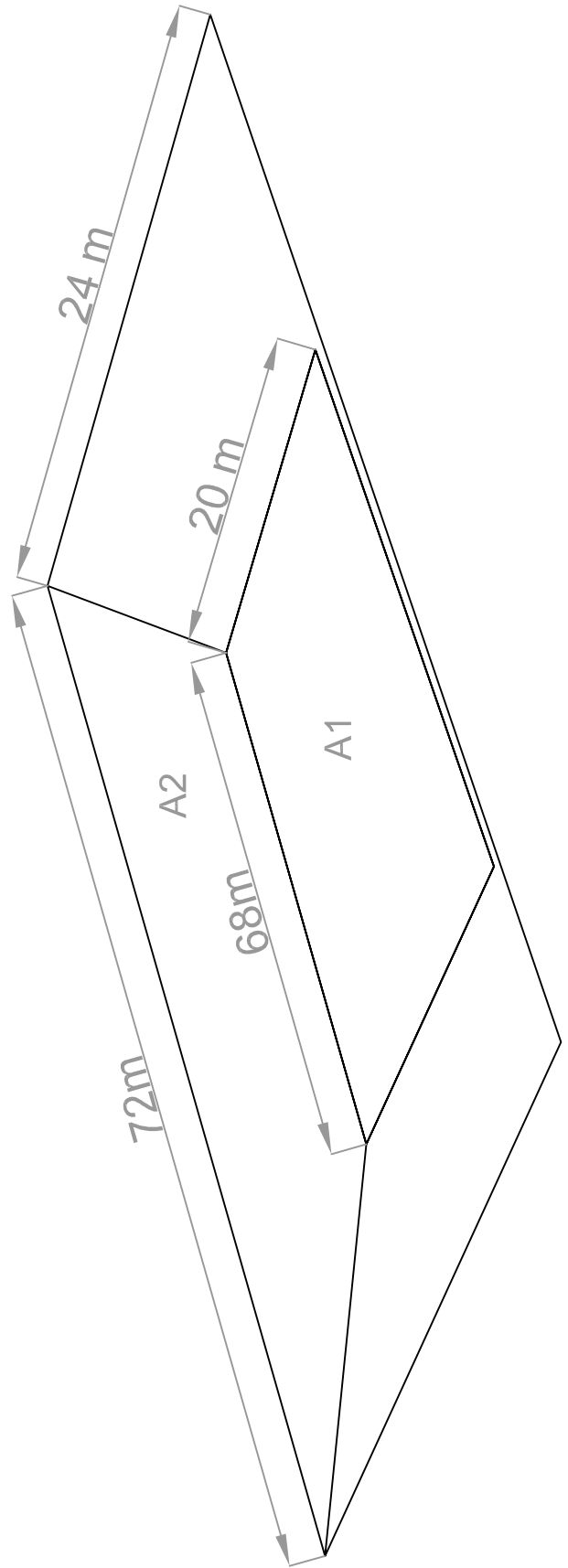
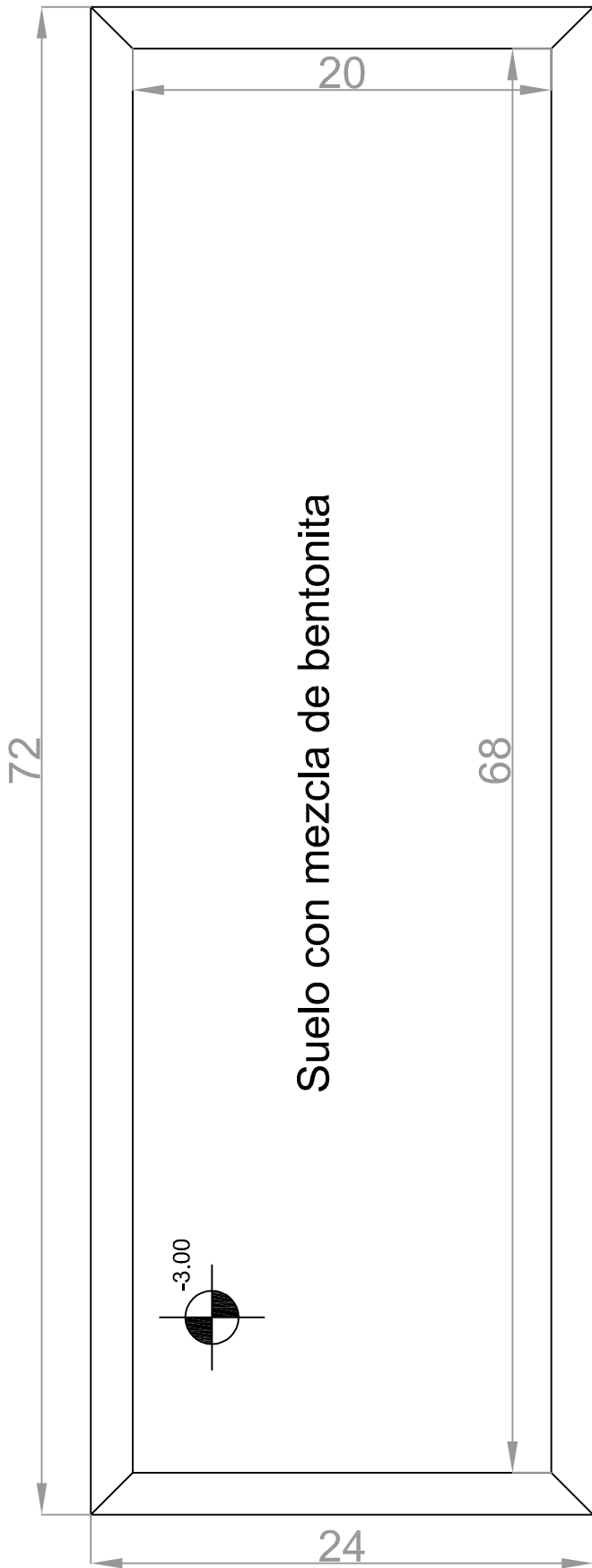




Plano: 12.10 Drenaje de gases









322.74

280

AREA DE  
COMPOSTAJE



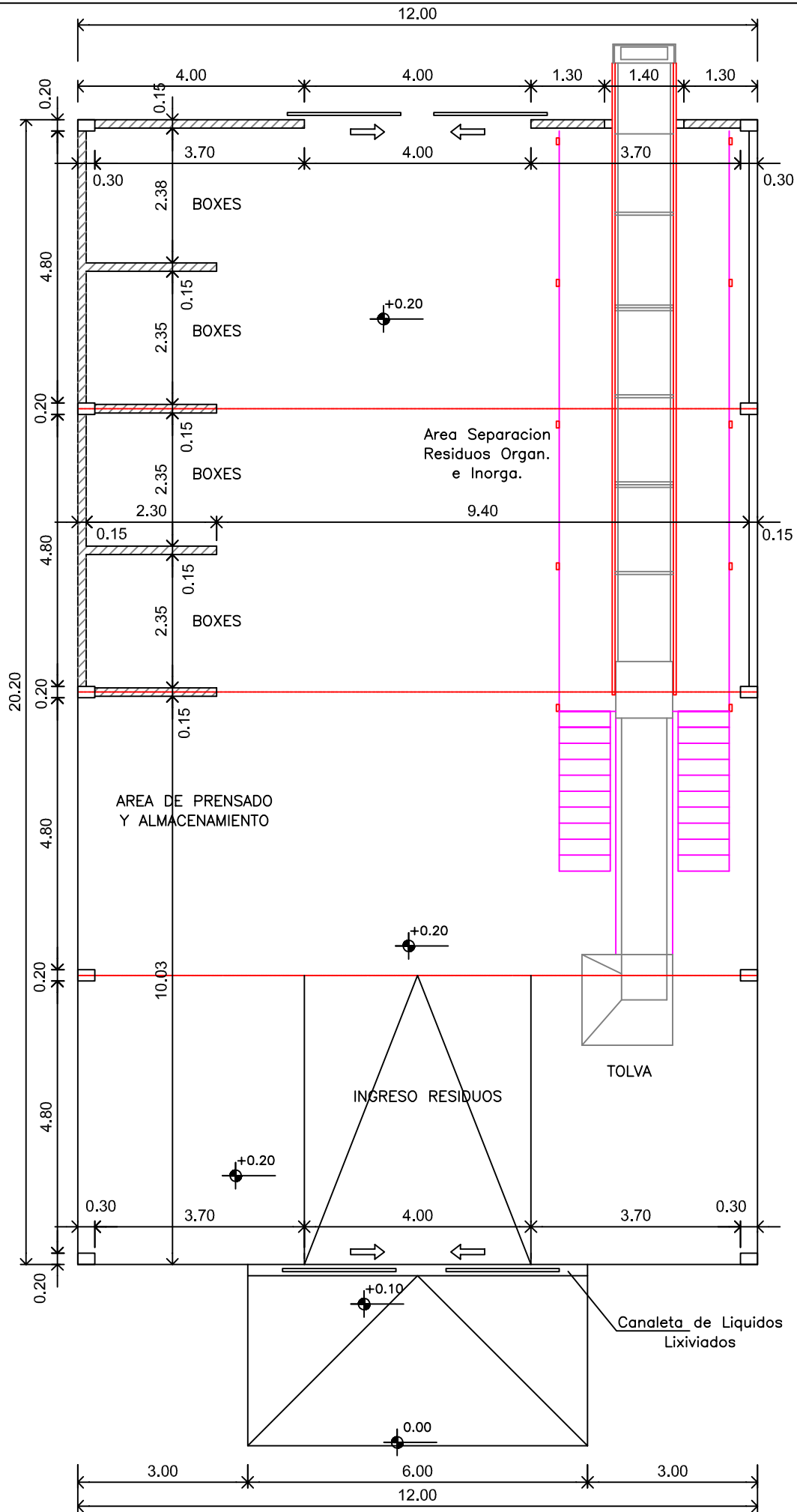
421.55

AREA DE  
TRINCHERAS

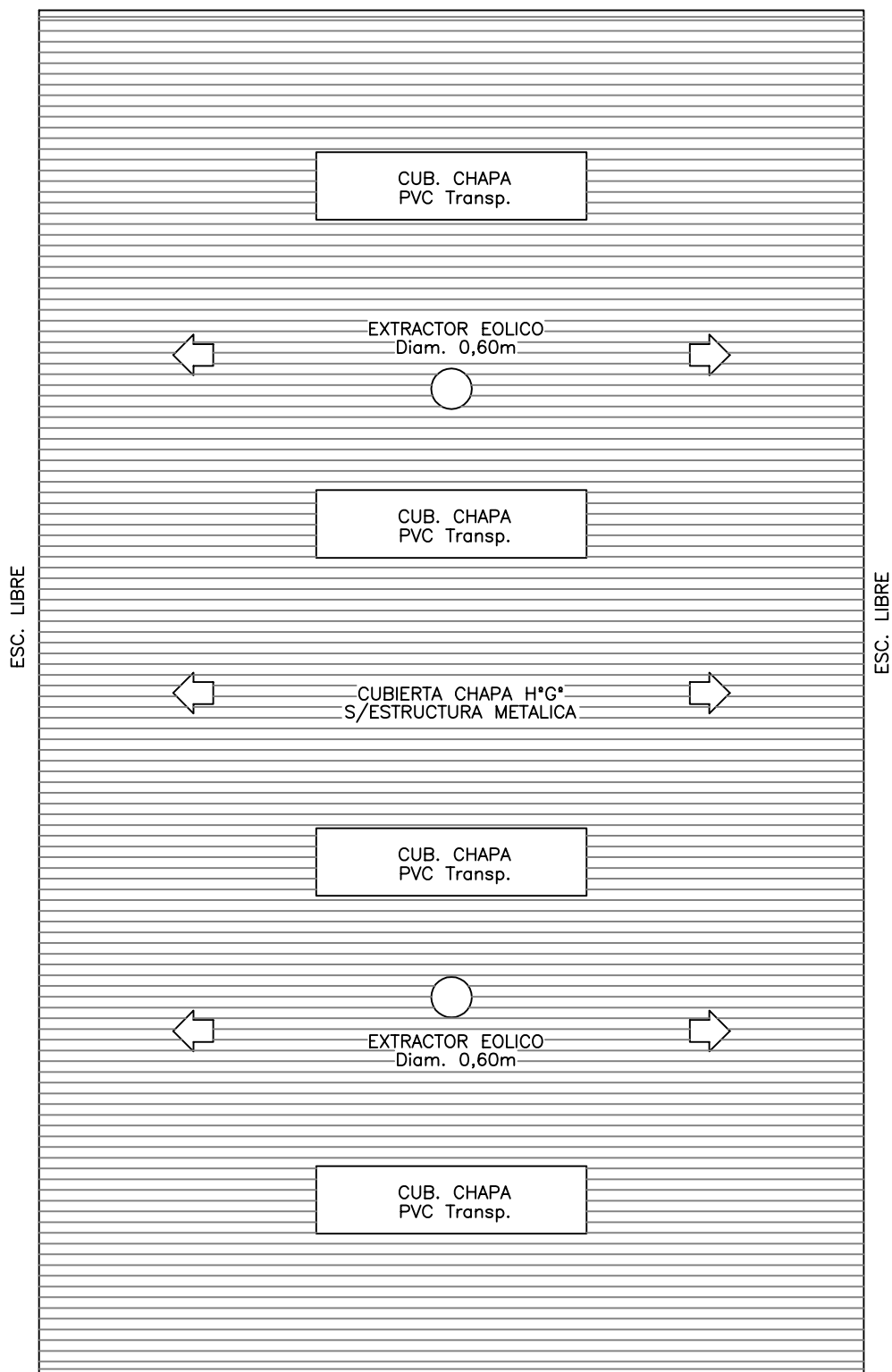
AREA DE  
SEPARACION DE  
RESIDUOS



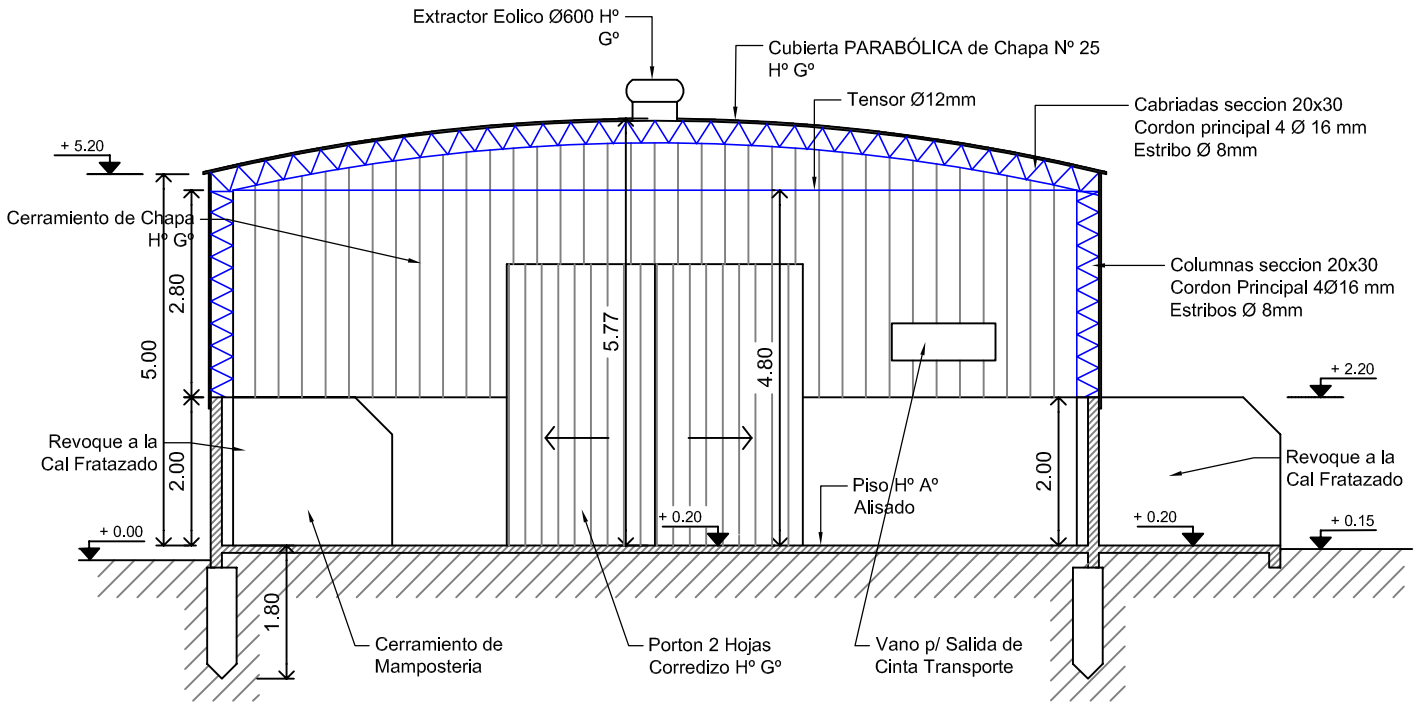
267



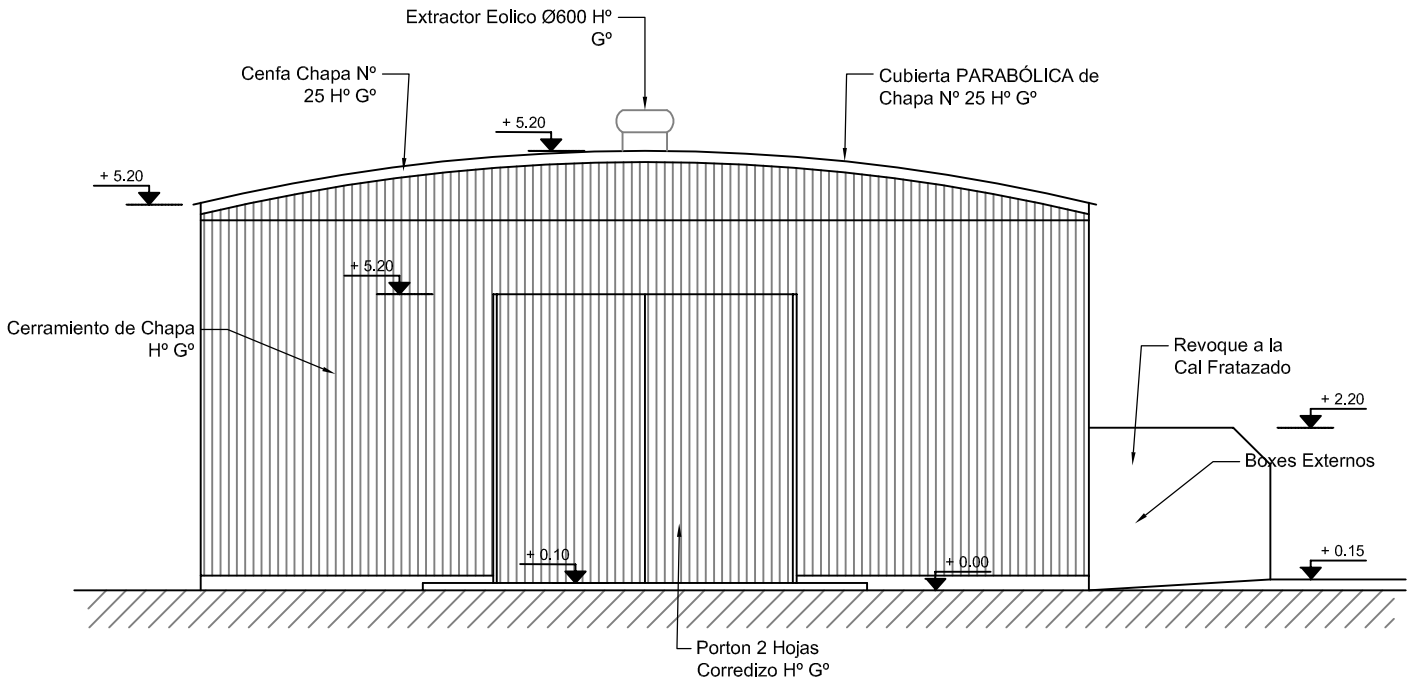
Plano: 12.13.1 Planta General

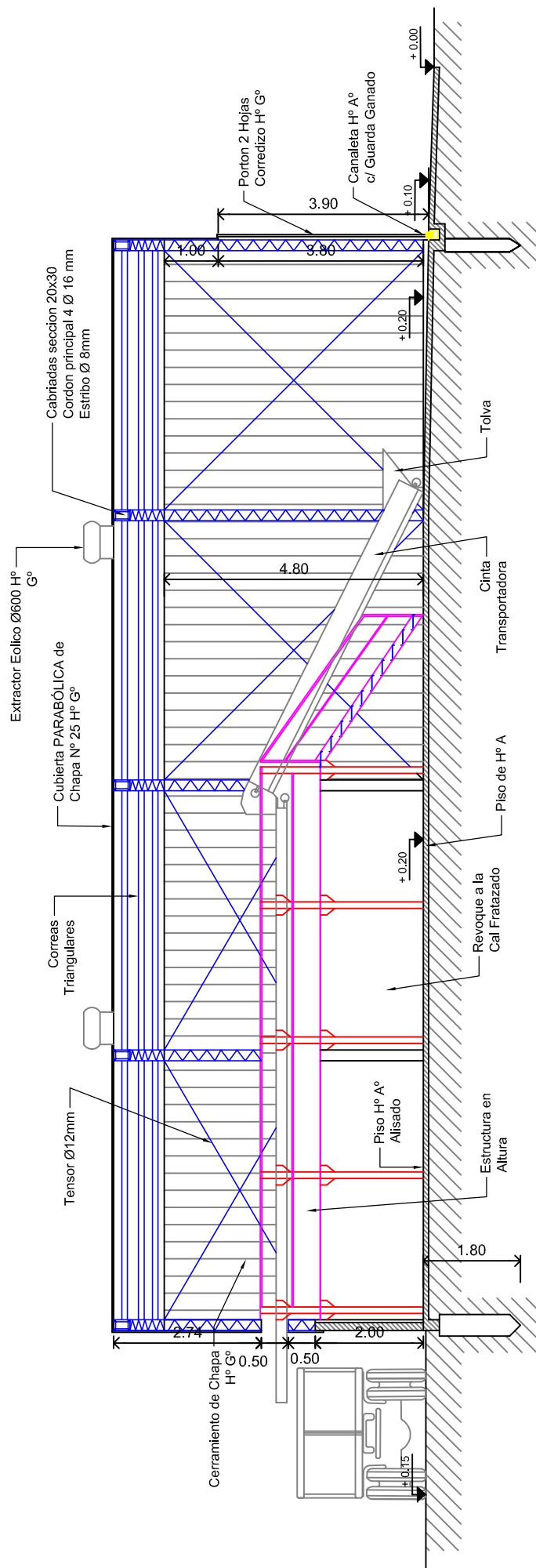


### CORTE TRANSVERSAL

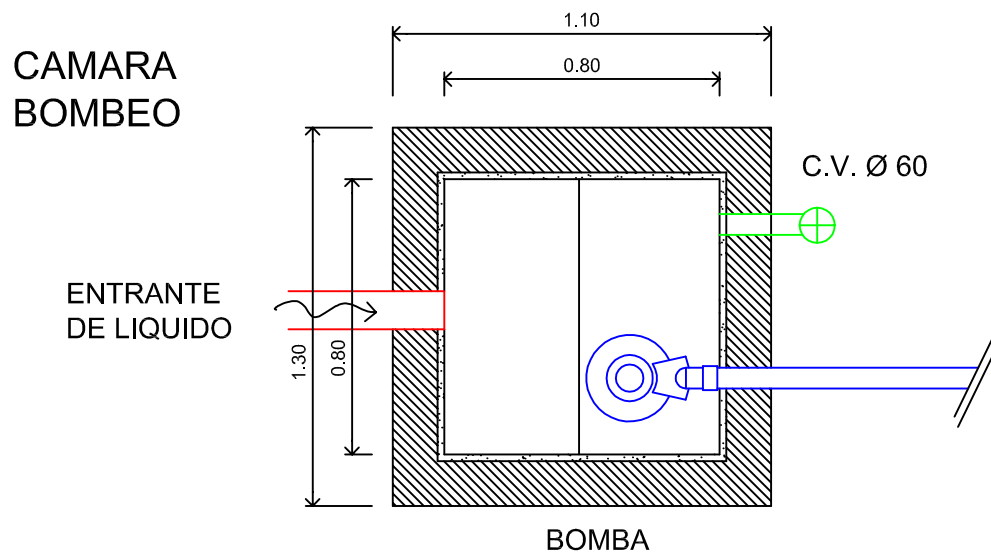
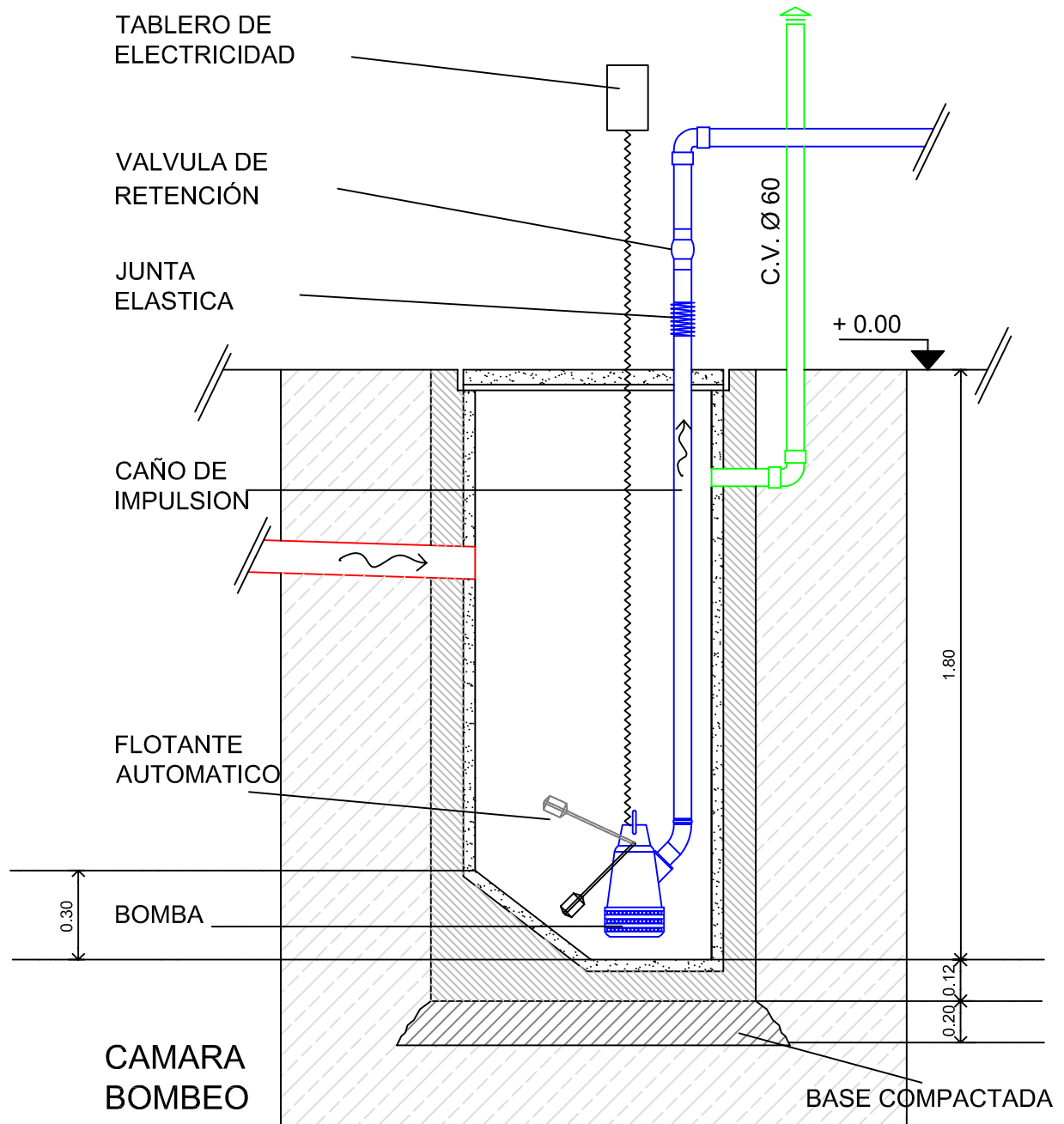


### FACHADA

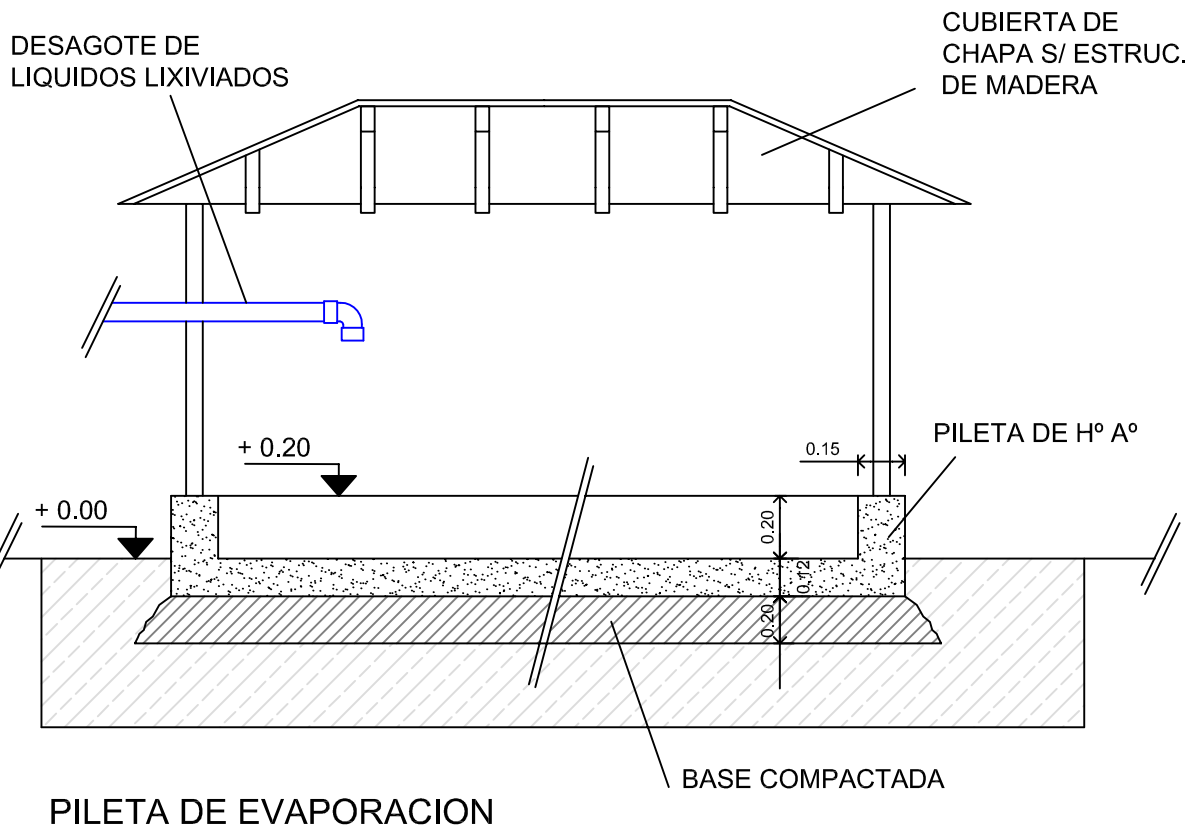
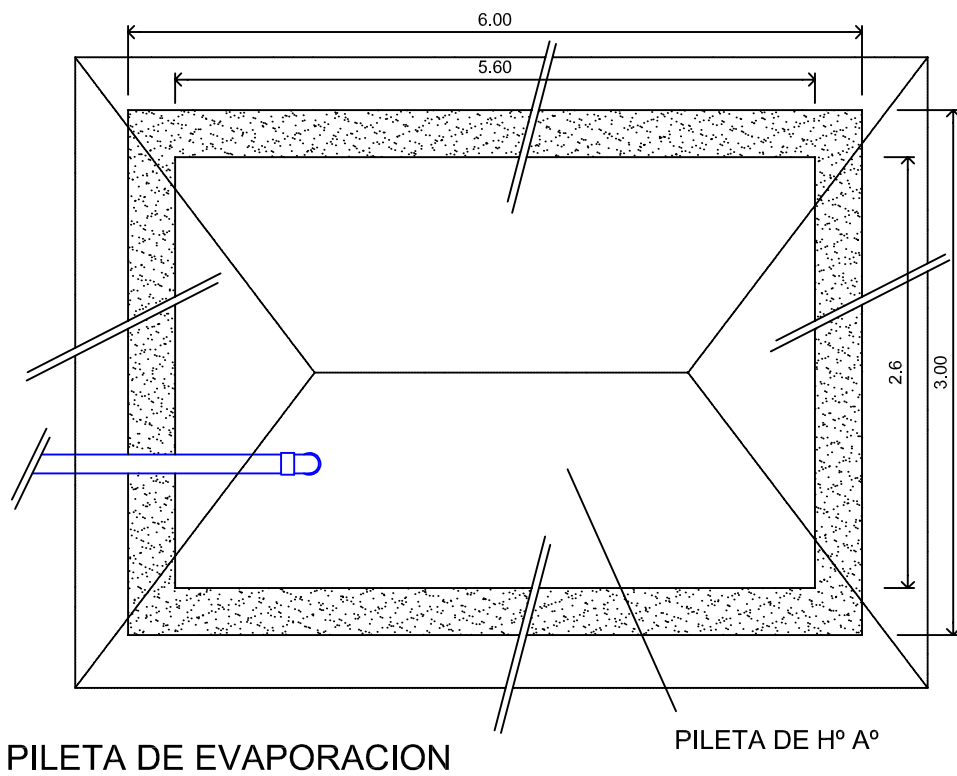




Plano: 12.13.4 Corte Longitudinal

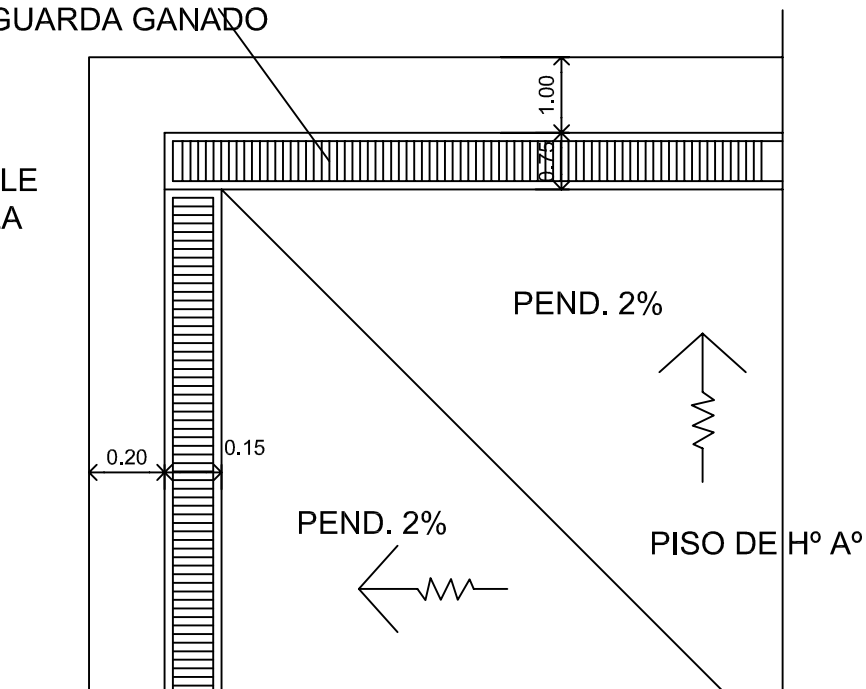






REJILLA PERIMETRAL  
C/ GUARDA GANADO

DETALLE  
REJILLA



PEND. 2%

PEND. 2%

PISO DE H° A°

10.00

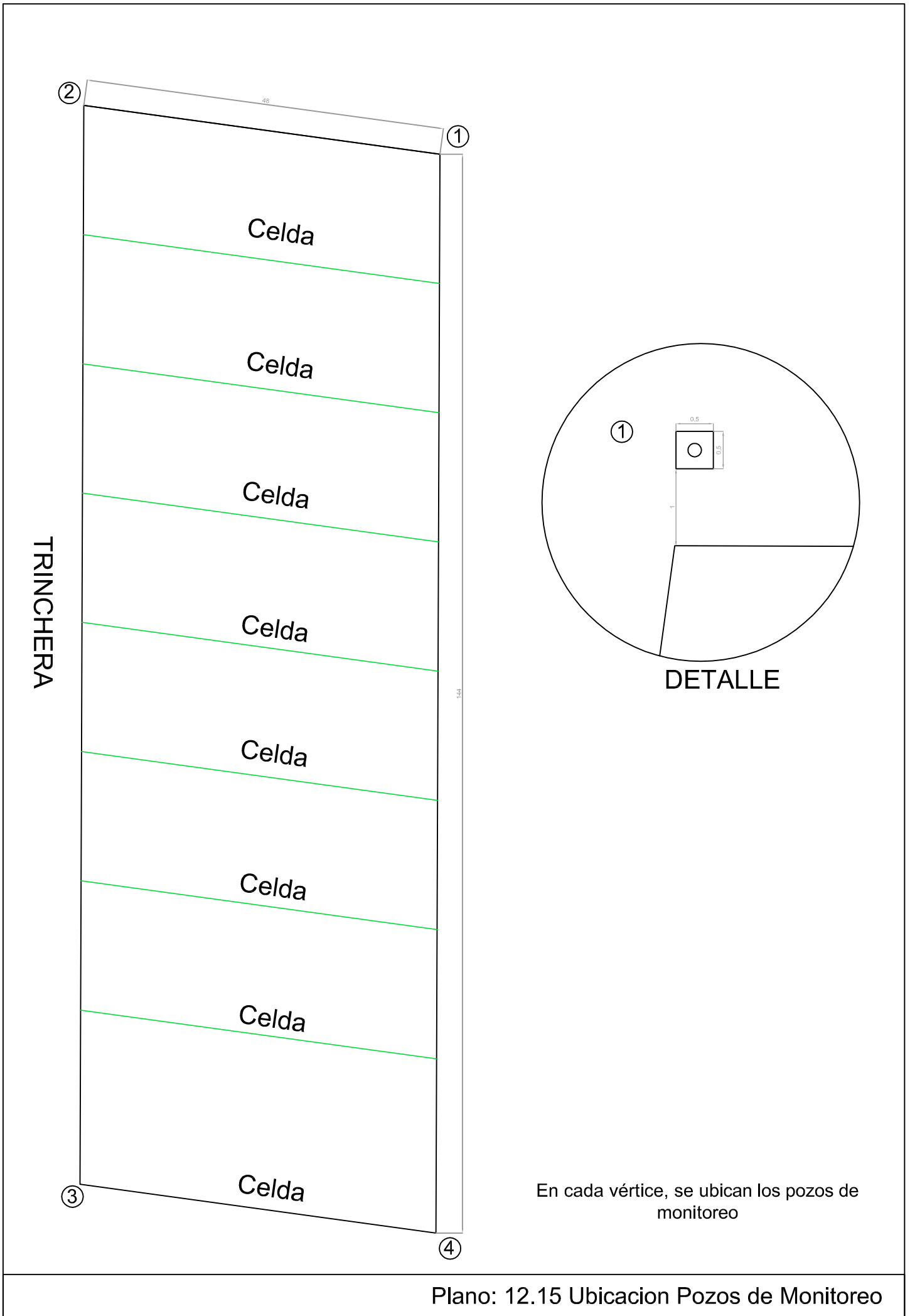
REJILLA PERIMETRAL  
C/ GUARDA GANADO

1

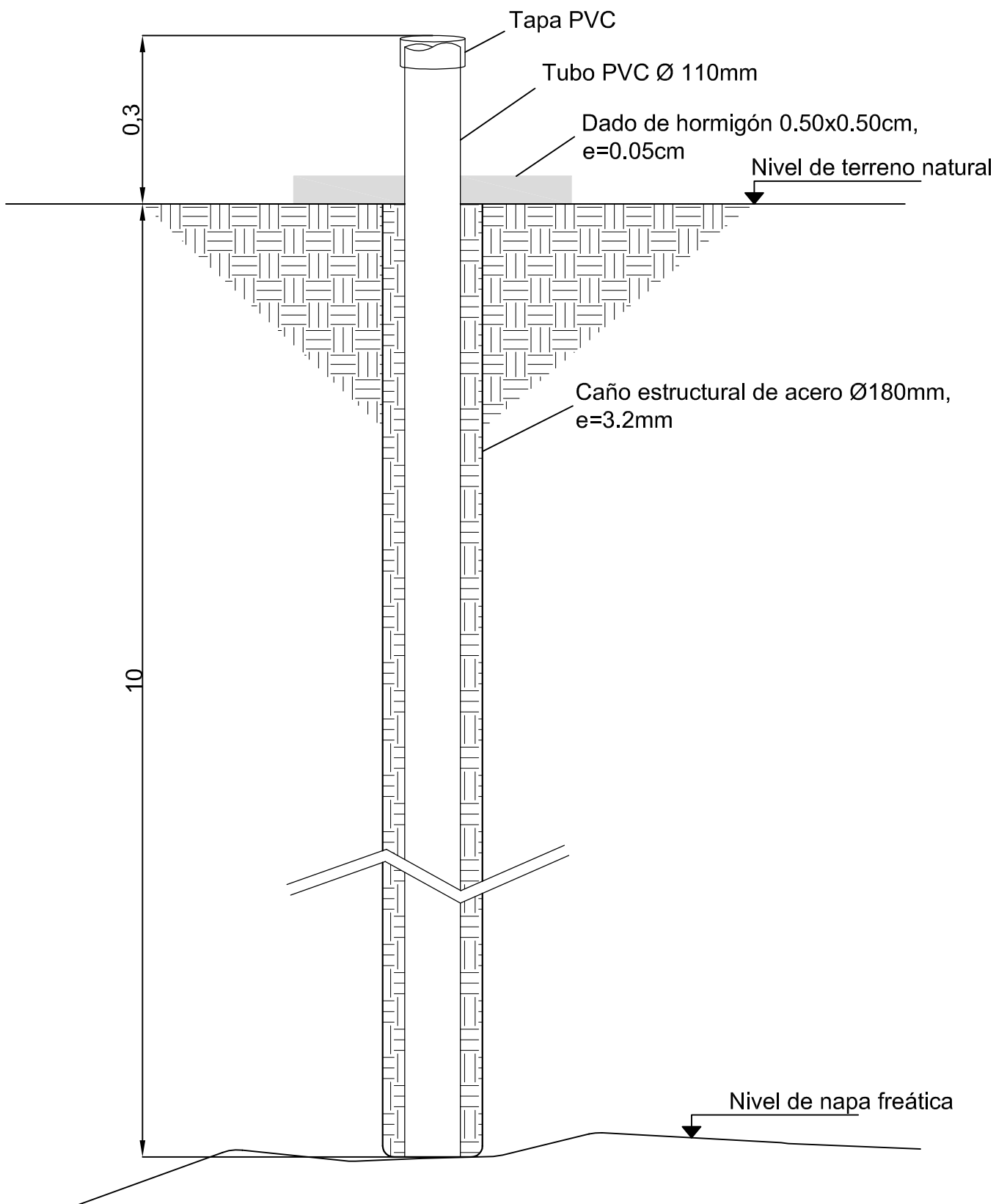
1

15.00

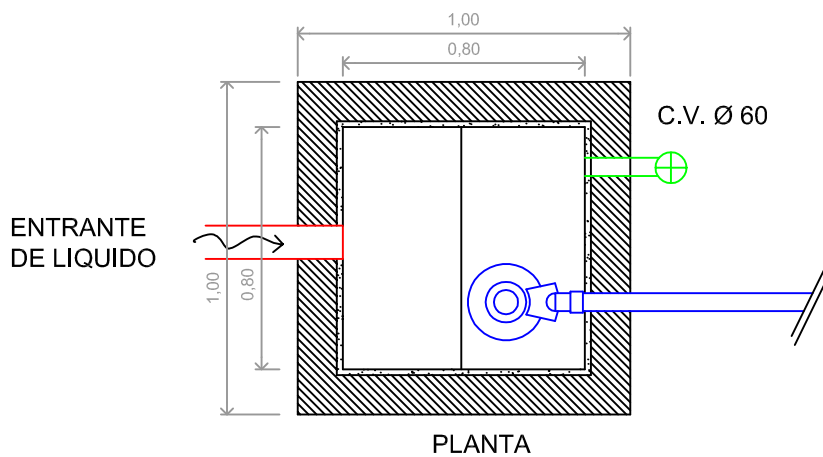
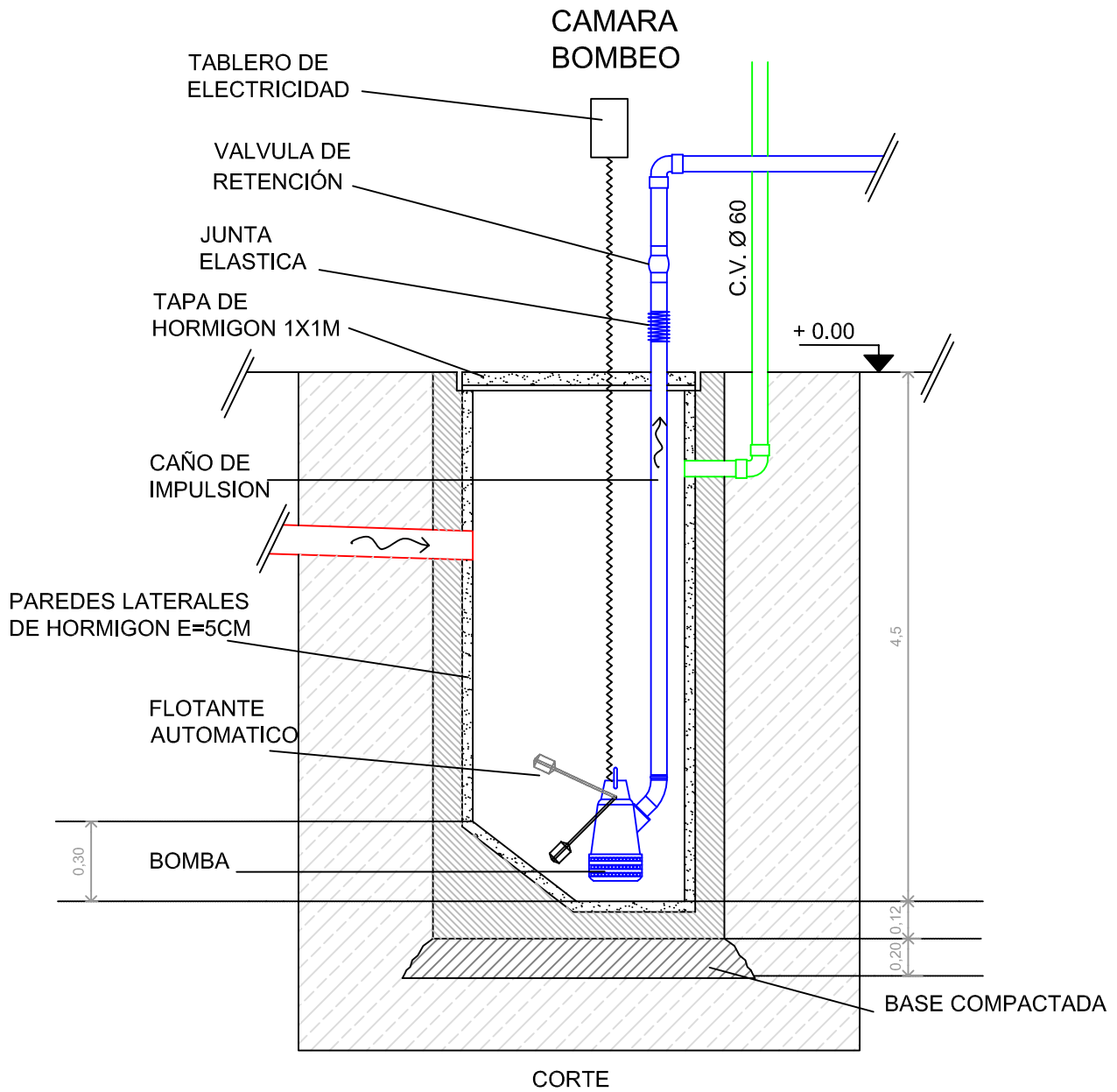
PEND. 2%



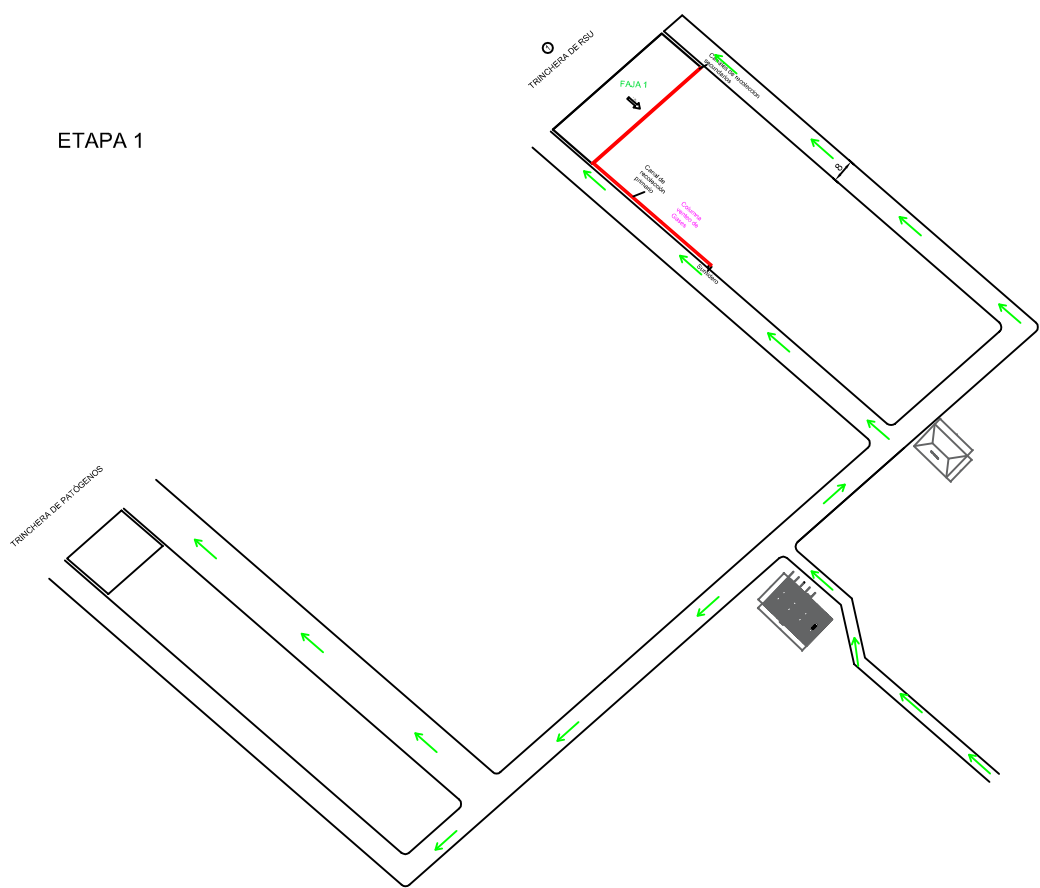
Plano: 12.15 Ubicacion Pozos de Monitoreo



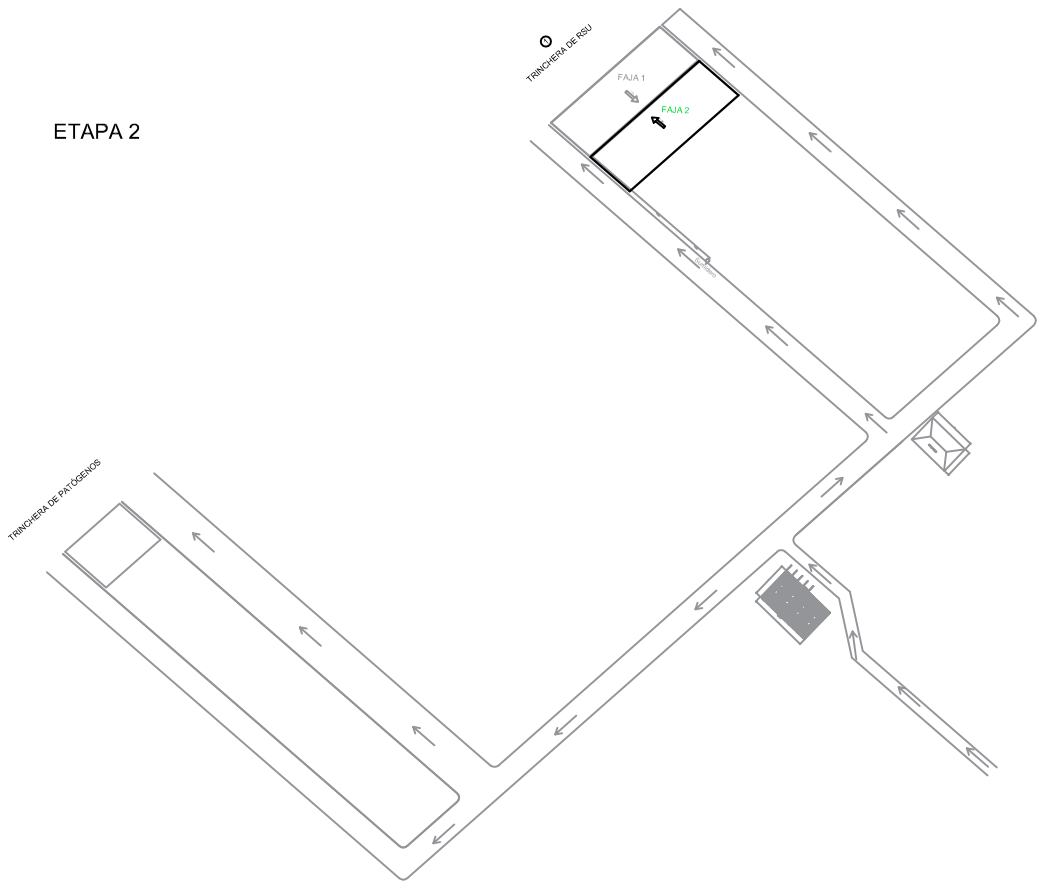
Plano 12.16 Detalle Pozo de Monitoreo



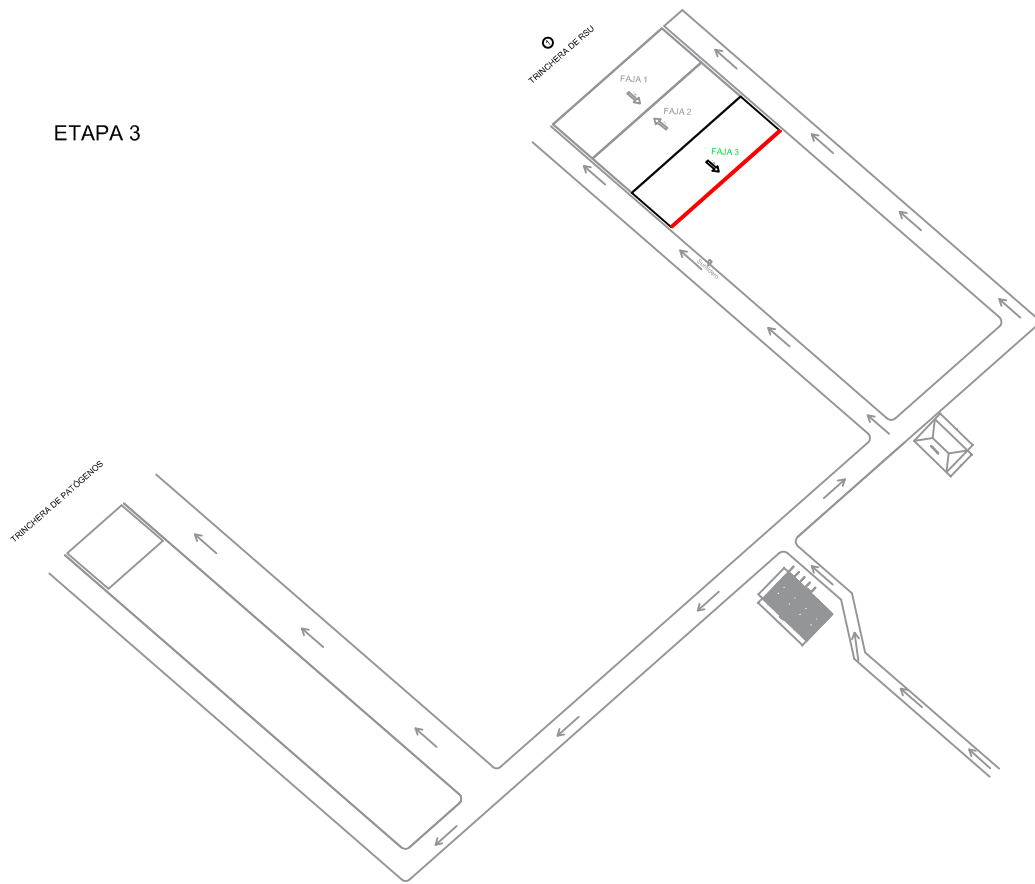
ETAPA 1



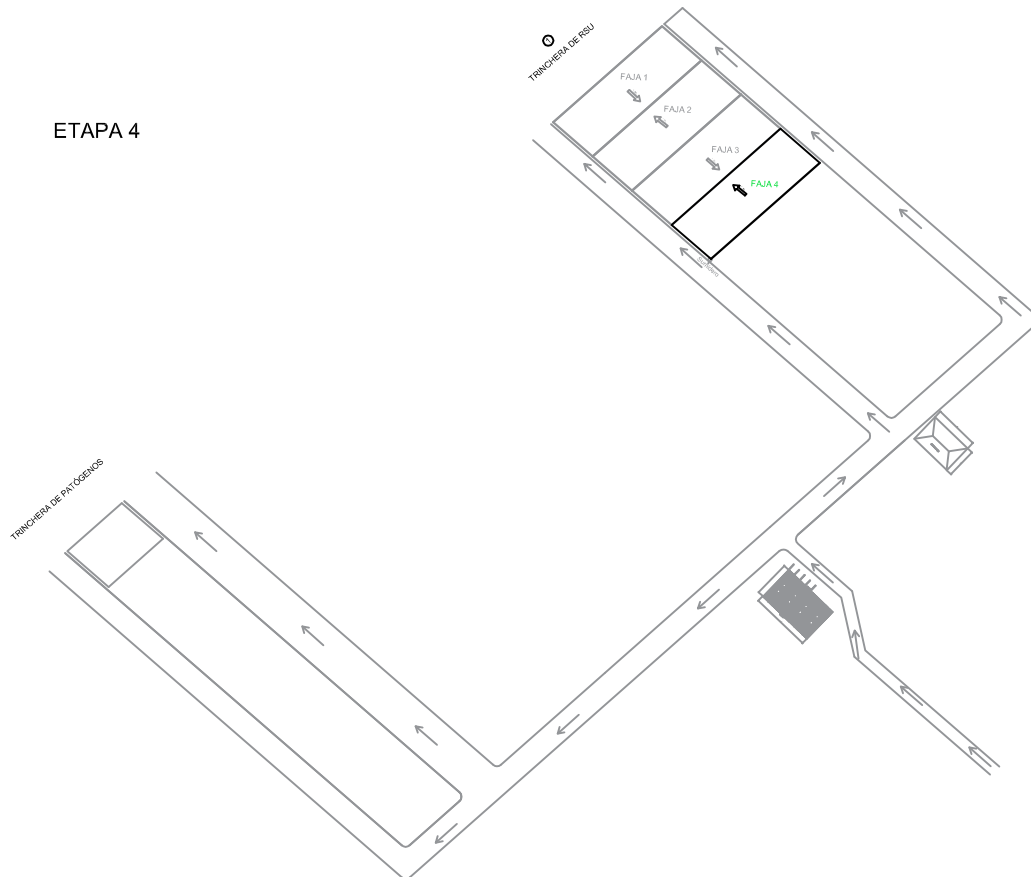
ETAPA 2



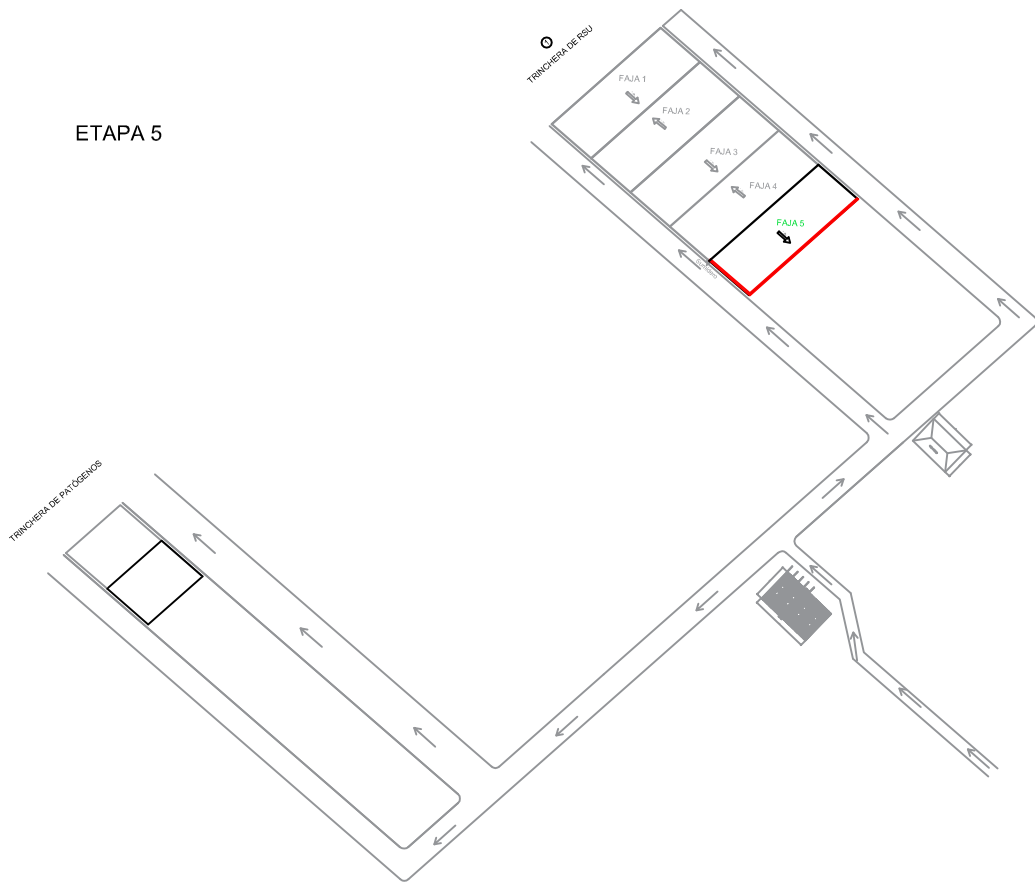
ETAPA 3



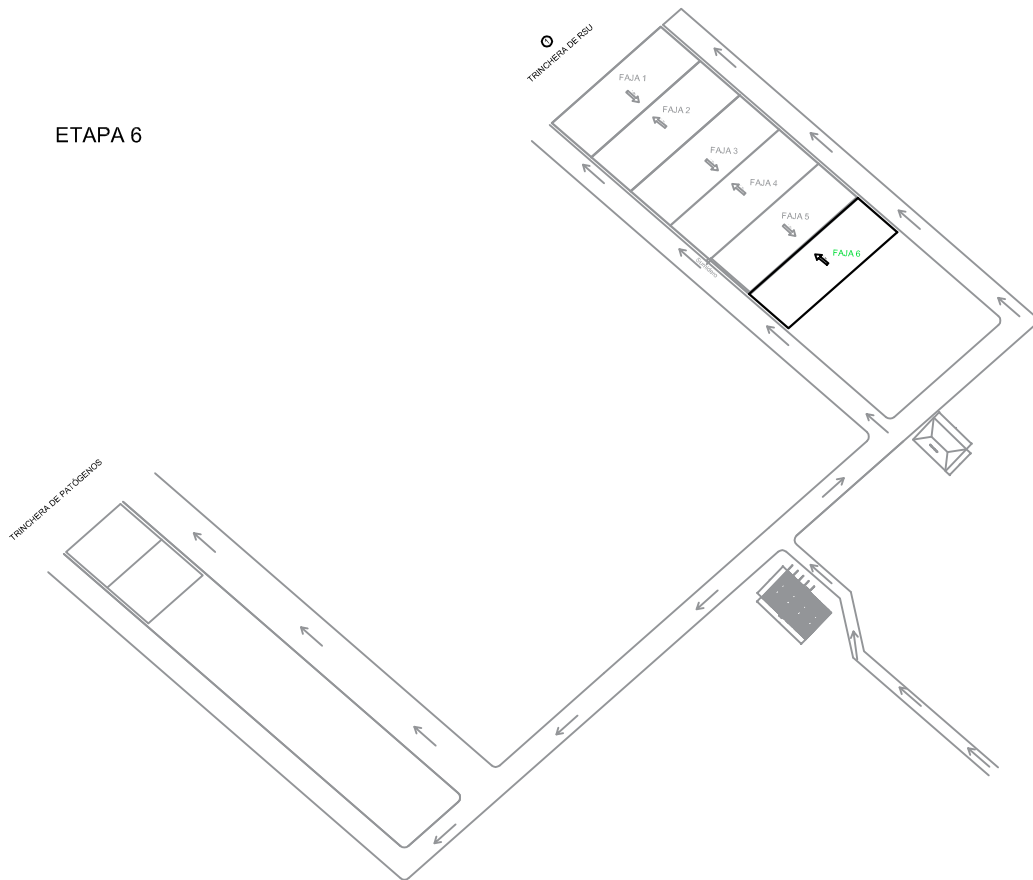
ETAPA 4



ETAPA 5

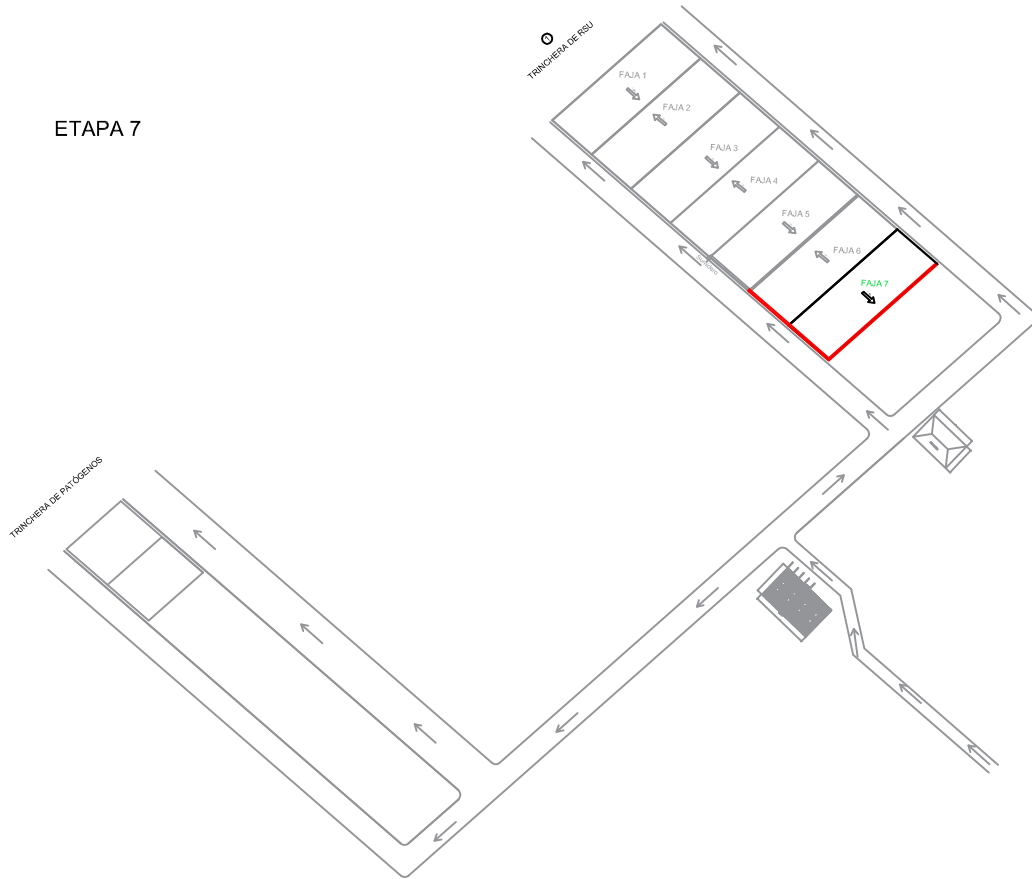


ETAPA 6

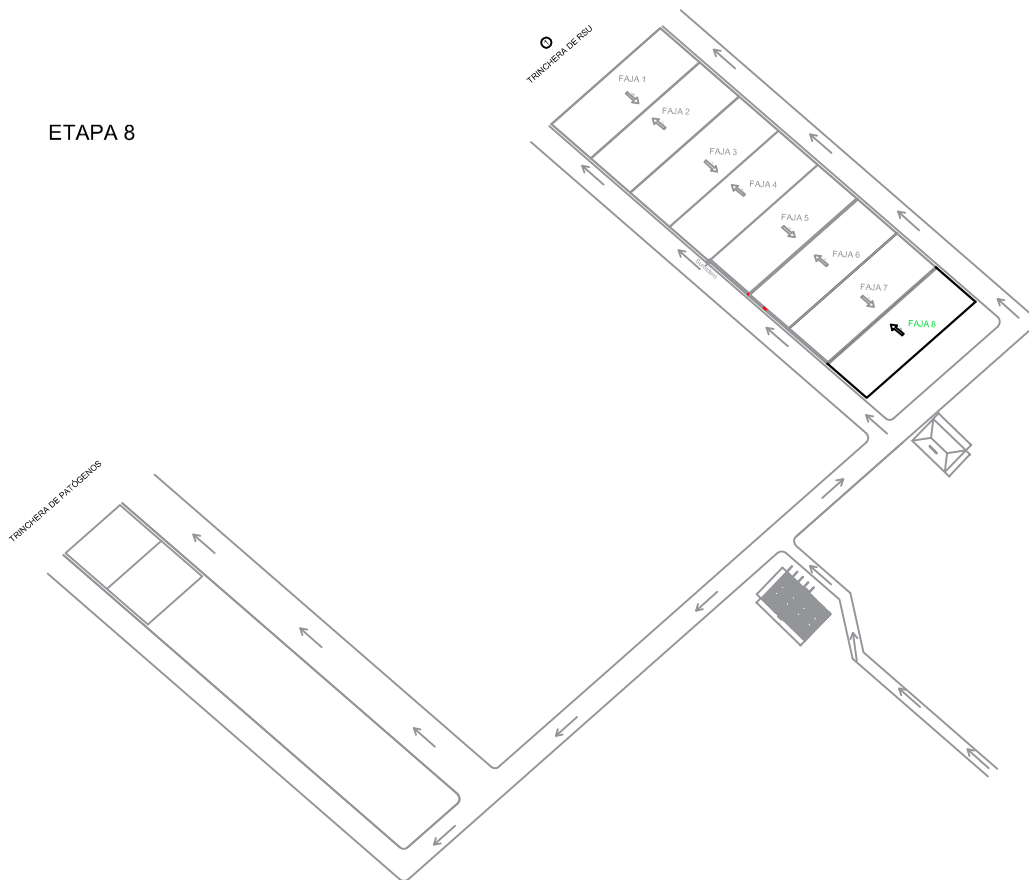




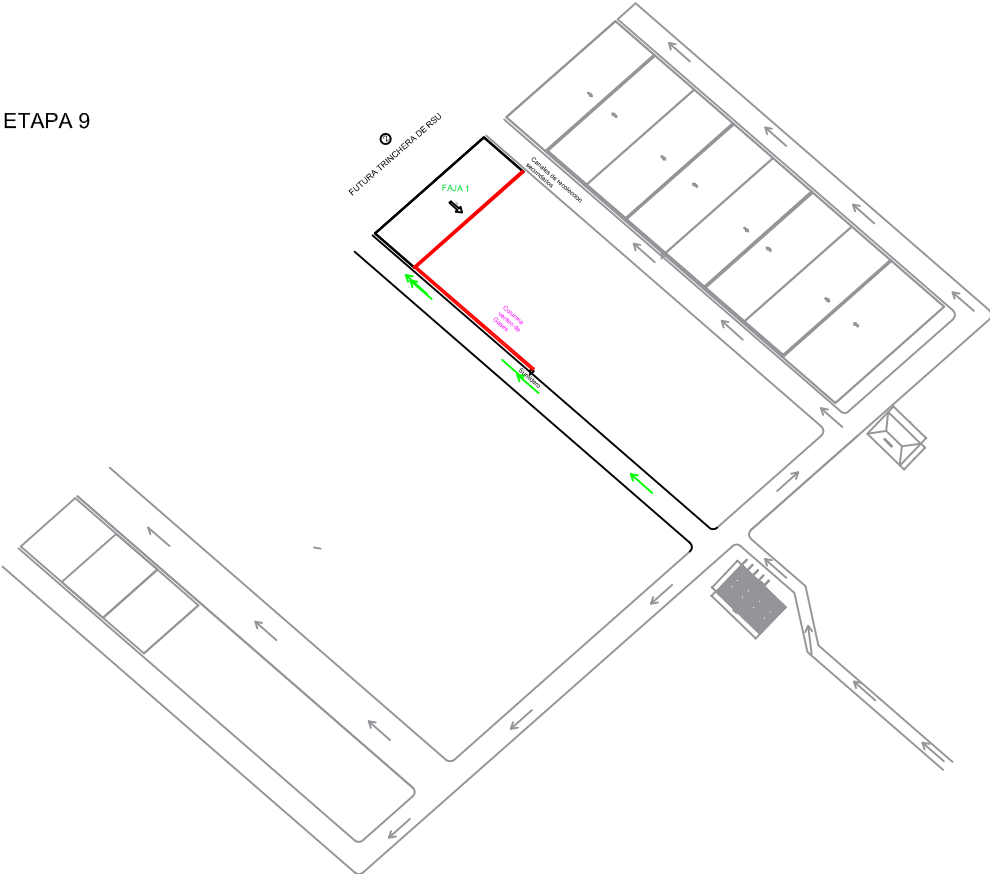
ETAPA 7

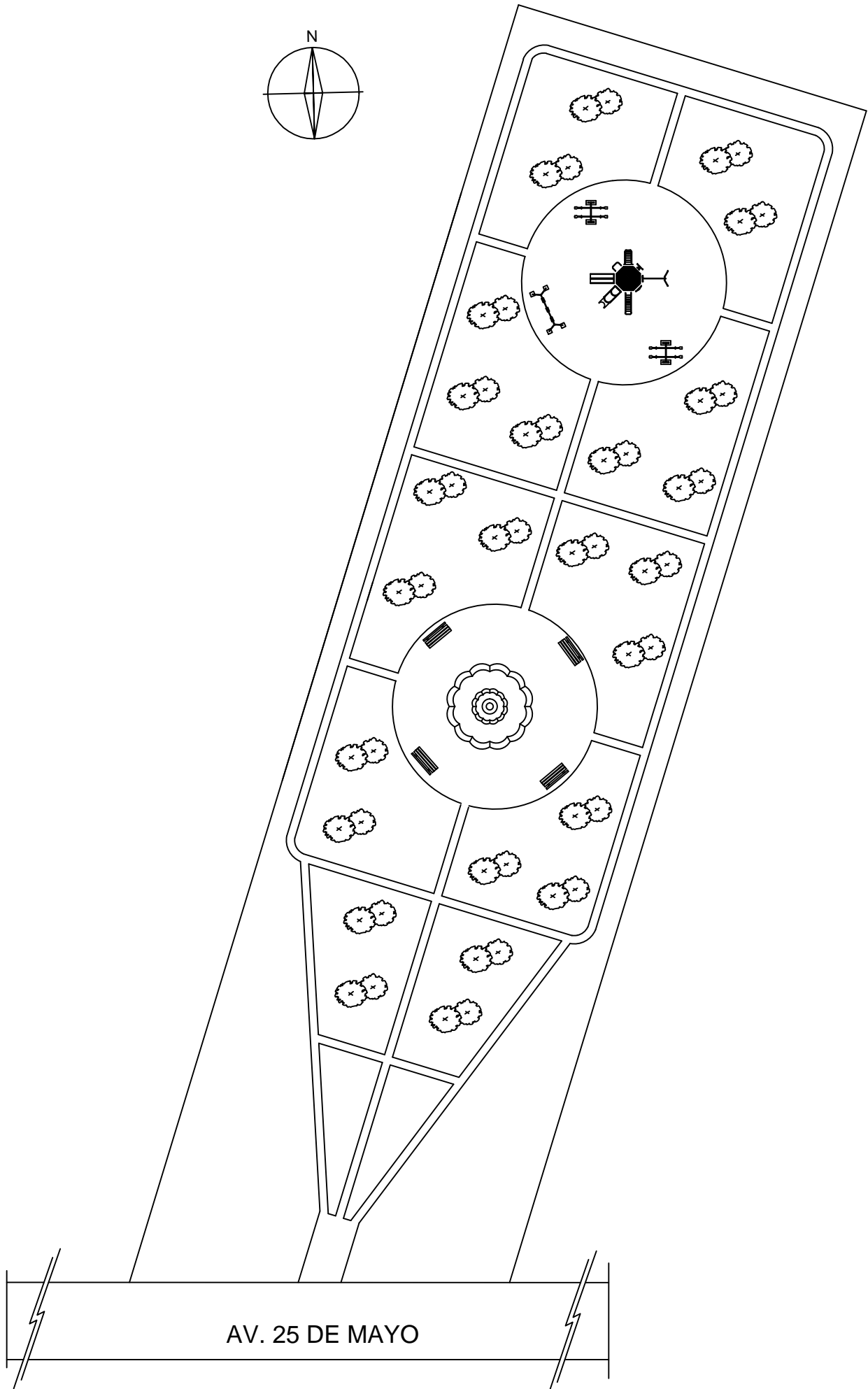
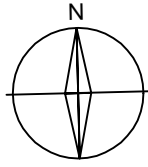


ETAPA 8



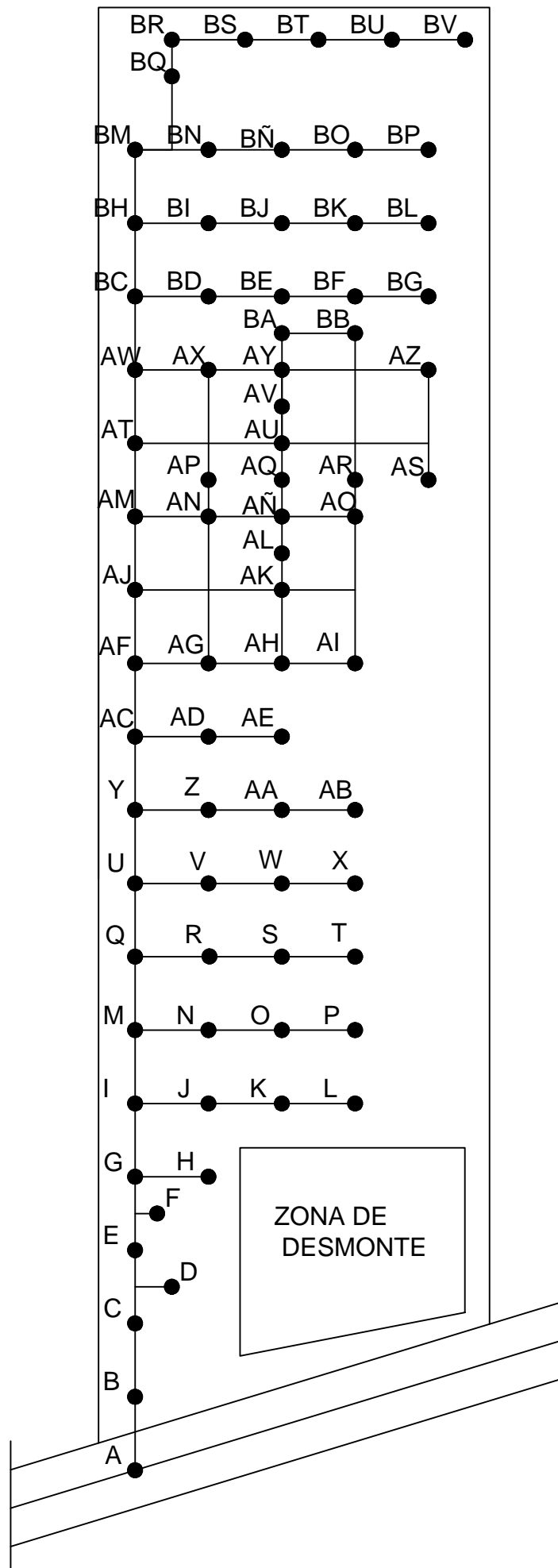
ETAPA 9

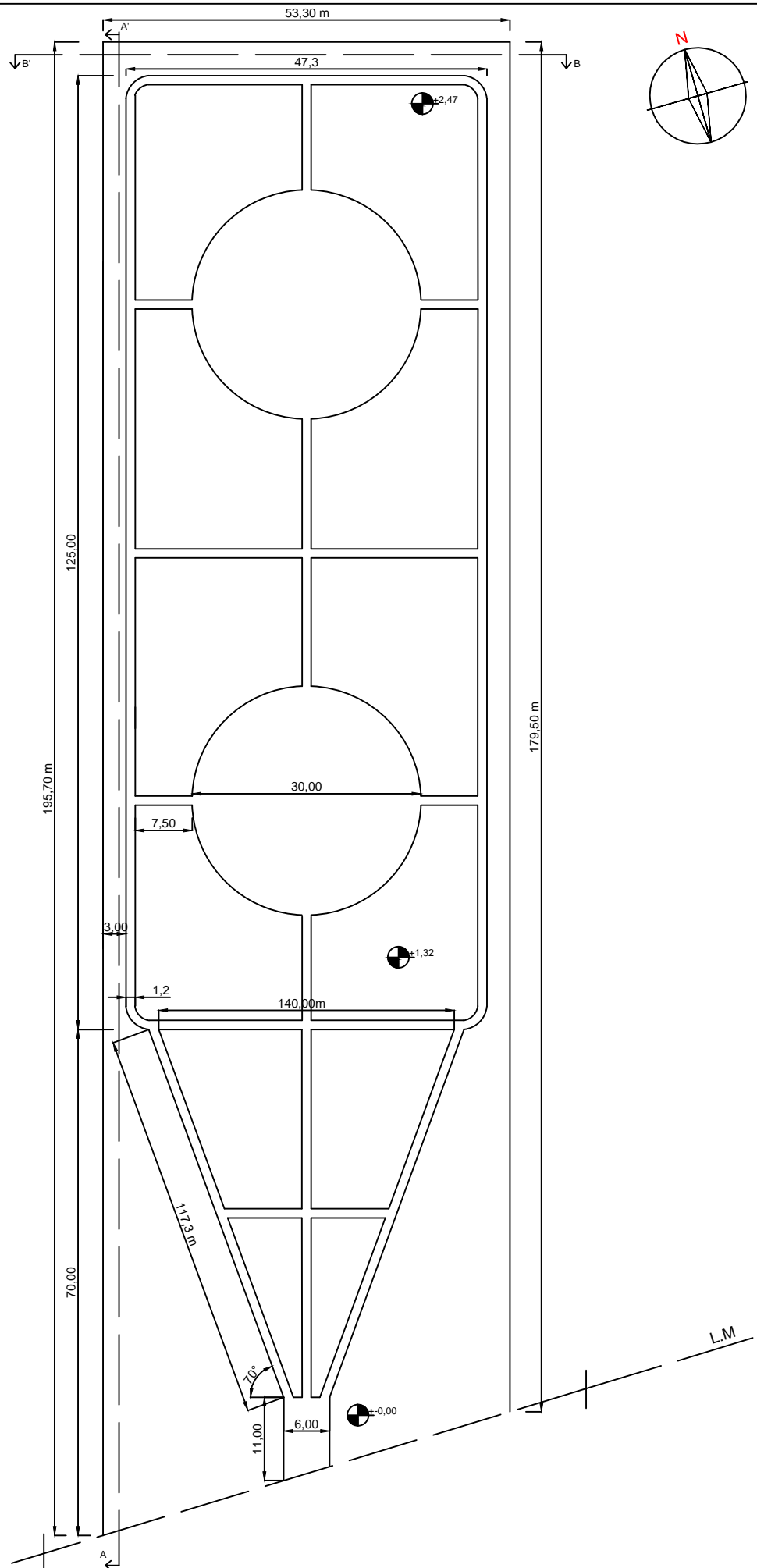




AV. 25 DE MAYO

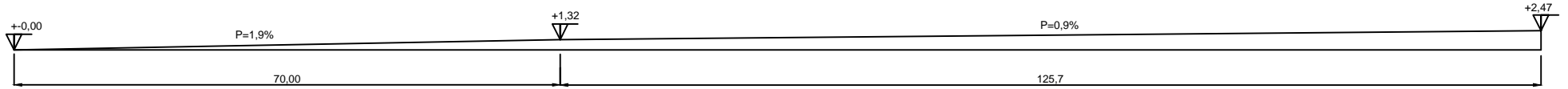
Plano: 10.1 Impantación



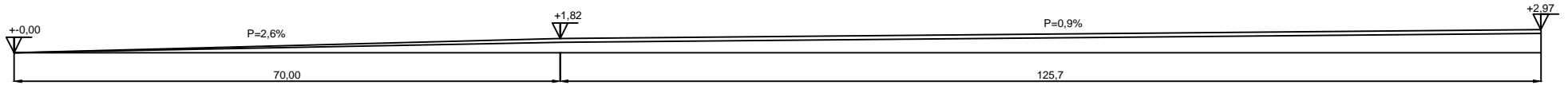


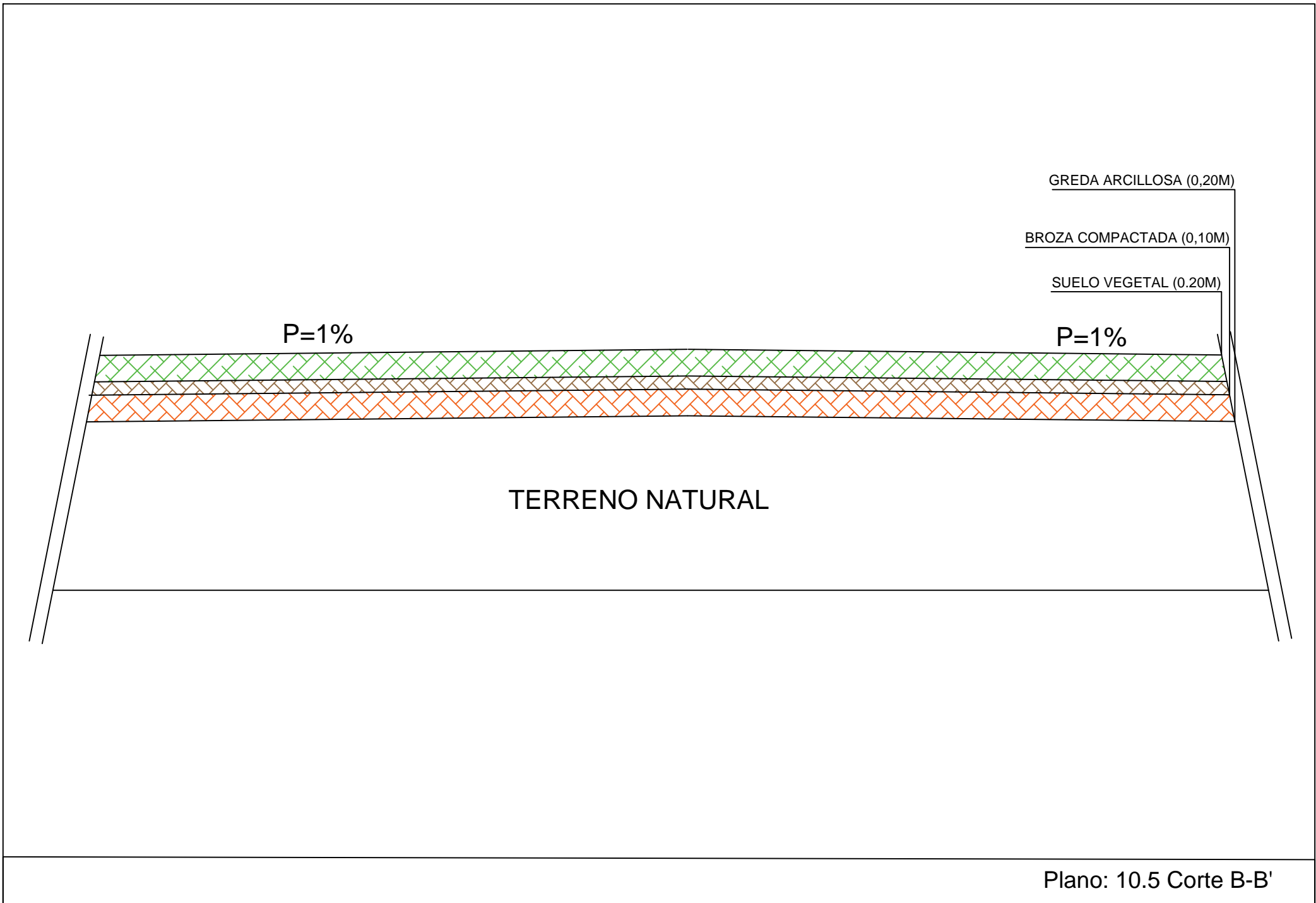
Plano: 10.3 Planta Espacio Recreativo

### PERFIL LONGITUDINAL SUR-NORTE PROYECTADO (sin paquete estructural)



### PERFIL LONGITUDINAL SUR-NORTE PROYECTADO (con paquete estructural)





GREDA ARCILLOSA (0,20M)

BROZA COMPACTADA (0,10M)

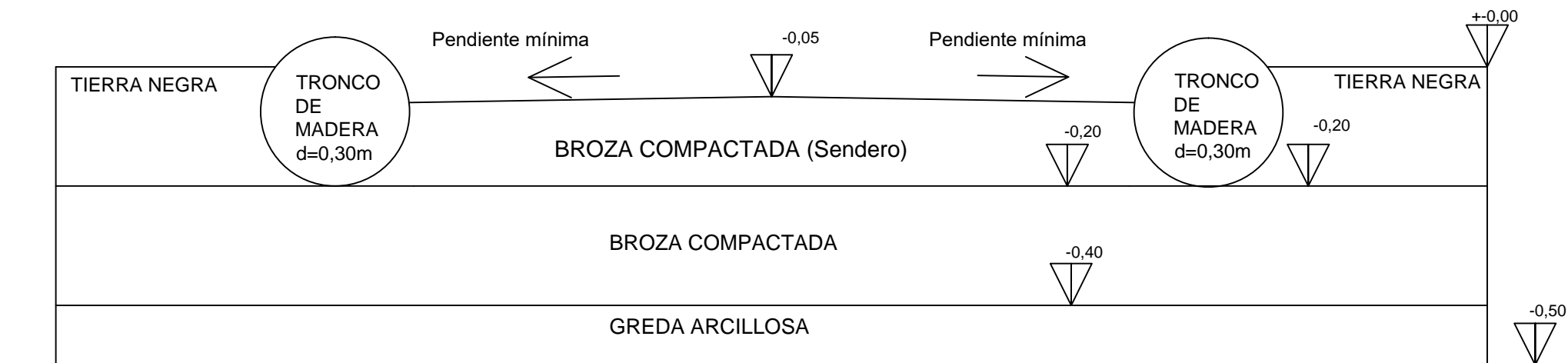
SUELO VEGETAL (0.20M)

P=1%

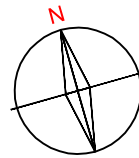
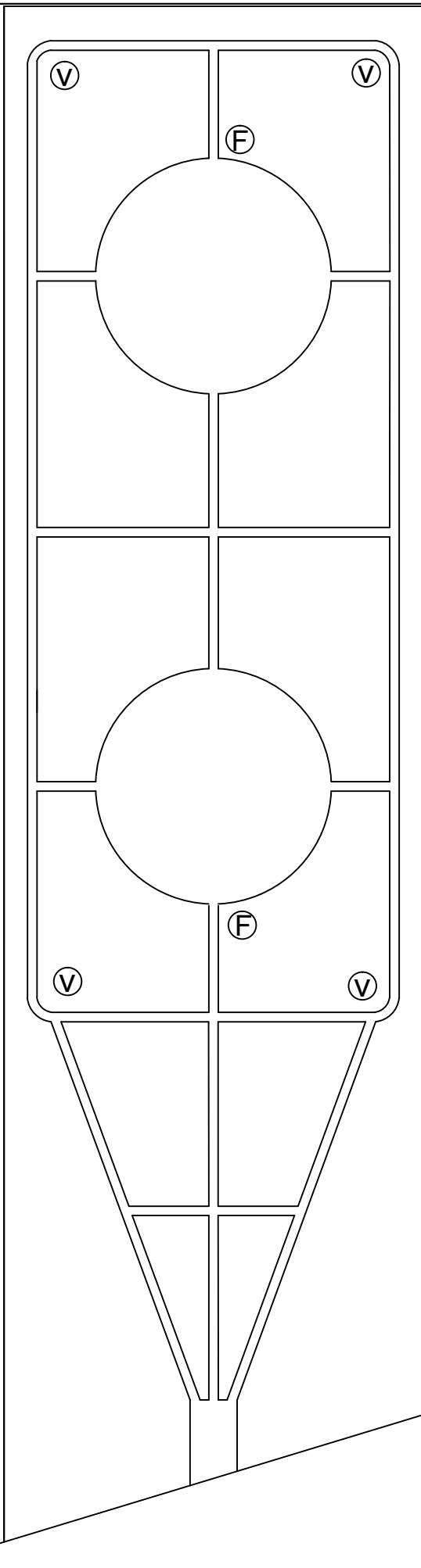
P=1%

TERRENO NATURAL

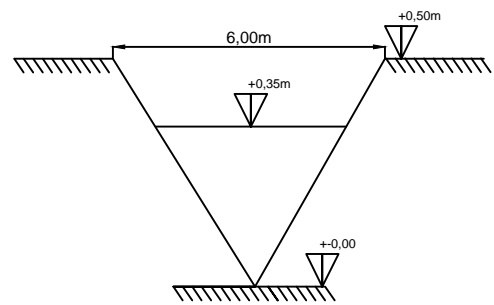
Plano: 10.5 Corte B-B'





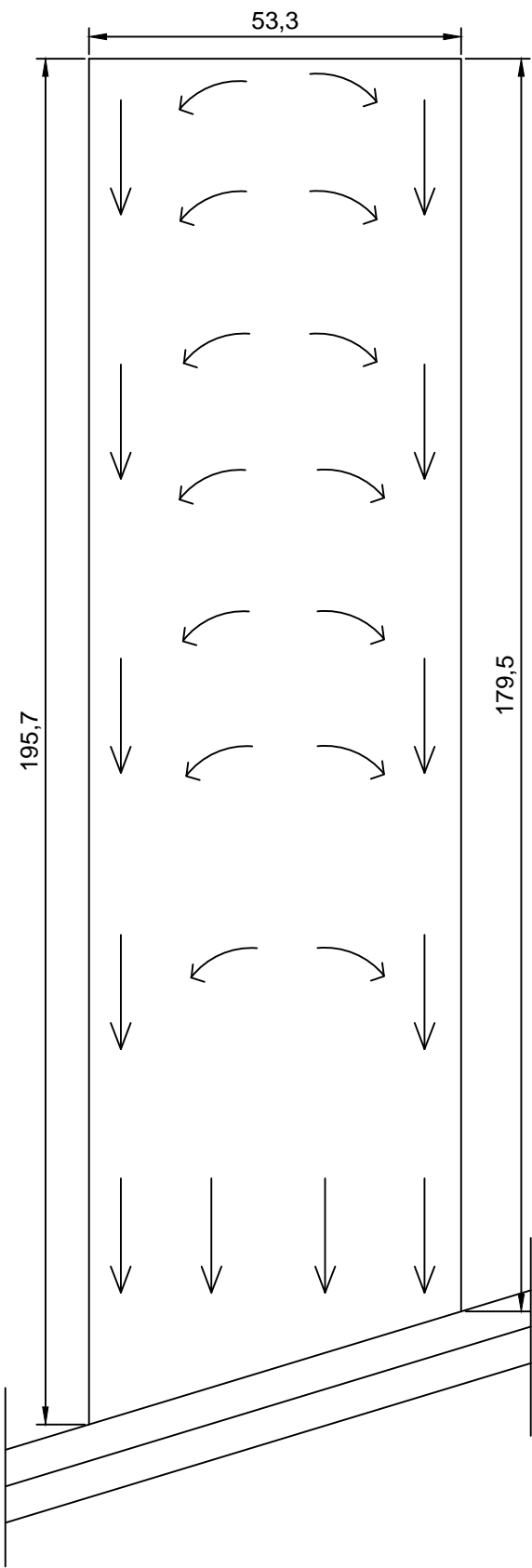


### DETALLES DE DRENAJES EN LATERALE



REFERENCIAS:  
 V - SISTEMA DE VENTEO .  
 F - FREATIMETROS.

# ESCURRIMIENTO



# PENDIENTES

