



UNSAM

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN



Instituto de Investigación
e Ingeniería Ambiental

Proyecto Final Integrador

REUTILIZACION DE AGUAS GRISES EN UN ECOBARRIO

Alumno:

Toto Mariano Abel

Legajo:

CYT-5427

Docente:

Ing. Ruth Rodríguez

Año:

2019

RESUMEN

Para el año 2040 Argentina aparece en el puesto N° 65 en el ranking de los países que enfrentarán mayor estrés hídrico (World Resources Institute, 2015).

Actualmente se puede observar que es el país de la región con menor agua per cápita, debido a la oferta de recursos hídricos superficiales, los cuales se estiman en un caudal medio de aproximadamente 876,2 Km³/año (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.) y, considerando la población de 44.938.712 habitantes estimada, en base a los resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC, 2013), resulta una relación de recursos hídricos renovables por persona de aproximadamente 19.566 m³ anuales por habitante.

Por otro lado, el promedio nacional de consumo de agua por habitante se estima en 318 litros diarios, con un rango amplio de variación, entre distintas provincias, que oscila entre un máximo de 397 litros diarios por habitante y un mínimo de 253 litros diarios por habitante (Lentini et al., 2017). Este es un alto nivel de consumo, comparado con el que se registra en numerosos países del mundo y de América Latina, en donde según la Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas (ADARESA) el valor medio registrado es de 173 litros diarios por habitante. Y estos valores se acentúan aún más, en zonas de mayor poder adquisitivo como los barrios privados, countries, etc, pudiéndose hasta triplicar.

Debido a esto, se plantea la implementación de un sistema de reutilización de las aguas grises, en un ecobarrio, para minimizar el estrés hídrico. El mismo estará compuesto por una red colectora de las aguas grises provenientes de cada uno de los lotes del barrio, y un sistema de abastecimiento de estas aguas ya tratadas, para poder ser reutilizadas para riego y en la descarga del inodoro.

A partir de análisis FODA se evaluaron alternativas para el tratamiento de estas aguas. En base al análisis realizado se determinó que la alternativa más efectiva, viable y sustentable estará compuesta por un sistema de rejillas, desarenador, desengrasador, humedal horizontal de flujo subsuperficial y una cámara de cloración.

En el proyecto se obtuvo un ahorro promedio anual de 34,11% del consumo de agua potable a lo largo del año. Lo que representa un ahorro de 71.474,60 m³ del mismo.

Alumno: Mariano Abel Toto

Legajo: CYT-5427

Esto resulta muy positivo contra el estrés hídrico reduciendo la demanda de agua potable, la cual es un recurso que a medida que pasa el tiempo presenta una mayor escasez y costo.

INDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION.....	22
2	DIAGNOSTICO	27
3	OBJETIVO.....	33
3.1	GENERAL.....	33
3.2	PARTICULAR	33
4	MARCO TEORICO.....	35
4.1	BARRIO CERRADO	35
4.1.1	Introducción	35
4.1.2	Concepto de Barrio Cerrado.....	36
4.2	ECOBARRIO	38
4.2.1	Introducción	38
4.2.2	Concepto de Ecobarrio.....	38
4.3	AGUAS GRISES.....	39
4.3.1	Introducción	39
4.3.2	Definición	40
4.3.3	Fuentes de las aguas grises.....	40
4.3.3.1	Cocina	40
4.3.3.2	Baño	41
4.3.3.3	Lavarropa	41
4.3.4	Cantidad de las aguas grises	42
4.3.5	Composición de las aguas grises	43
4.3.5.1	Características Físicas	47
4.3.5.1.1	Temperatura.....	47

4.3.5.1.2	Color.....	47
4.3.5.1.3	Sólidos suspendidos y turbidez.....	47
4.3.5.2	Características Químicas	48
4.3.5.2.1	pH y alcalinidad	48
4.3.5.2.2	Demanda biológica y química de oxígeno	48
4.3.5.2.3	Conductividad eléctrica	49
4.3.5.2.4	Nutrientes (Fósforo, Nitrógeno).....	50
4.3.5.2.5	Metales Pesados.....	51
4.3.5.2.6	Compuestos Xenobióticos.....	51
4.3.5.3	Características Microbiológicas.....	52
4.3.6	Reutilización de las aguas grises	53
4.3.7	Legislación.....	57
4.3.7.1	Internacional	57
4.3.7.2	Nacional.....	58
4.3.8	Sistemas de tratamiento de las aguas grises	63
4.3.8.1	Sistema de filtración	64
4.3.8.2	Contactador Biológico Rotativo (CBR)	66
4.3.8.3	Biorreactor de Membrana (MBR)	67
4.3.8.4	Reactor UASB	68
4.3.8.5	Reactores biológicos secuenciales (SBR).....	70
4.3.8.6	Coagulación y Floculación.....	71
5	MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS.....	74
5.1	Introducción	74
5.2	Localización	74

5.3	Master Plan del emprendimiento	76
5.4	Sistemas de instalaciones más importantes	76
5.4.1	Agua Caliente	77
5.4.2	Iluminación.....	78
5.4.3	Aislamiento Térmico de las viviendas.....	79
5.4.4	Electrodomésticos	80
5.4.5	Refrigeración y Calefacción.....	80
5.4.6	Sistemas de riego.....	82
5.4.7	Piscinas	83
5.5	Plan de gestión diferenciada de residuos solidos.....	85
5.5.1	Introducción	85
5.5.2	Plan de comunicación a los socios.....	87
5.5.3	Clasificación de residuos	88
5.5.3.1	Logística de los residuos	88
5.6	Reutilización de aguas grises	89
5.6.1	Sistema de red de aguas grises y de red de aguas de reúso	90
5.6.2	Planta de tratamiento de las aguas grises.....	91
5.6.2.1	Tratamiento primario	91
5.6.2.1.1	Desbaste	91
5.6.2.1.2	Desarenador.....	92
5.6.2.1.3	Medición de caudal	93
5.6.2.1.4	Cámara de ecualización.....	93
5.6.2.1.5	Cámara desengrasadora.....	94
5.6.2.2	Tratamiento Secundario	94

5.6.2.2.1	Biorreactor de Membrana.....	94
5.6.2.2.2	Reactor UASB	97
5.6.2.2.3	Humedales artificiales	100
5.6.2.2.3.1	Humedal de flujo superficial	102
5.6.2.2.3.2	Humedal de flujo subsuperficial.....	103
5.6.2.2.4	Comparativa entre alternativas	107
5.6.2.3	Tratamiento terciario.....	109
5.6.2.3.1	Cámara de cloración	109
6	MEMORIA DE CALCULO	110
6.1	Consideraciones	110
6.2	Consumo de agua potable del barrio.....	110
6.2.1	Consumo de agua potable por vivienda	110
6.2.1.1	Consumo de agua potable para el riego de jardines de la vivienda.....	114
6.2.1.2	Consumo de agua potable para el riego de las áreas verdes comunes del barrio.	118
6.2.2	Consumo de agua potable de las edificaciones de uso común del barrio.....	120
6.2.2.1	Portal de acceso al barrio.....	120
6.2.2.2	Club House Kids.....	120
6.2.2.3	Club House.....	121
6.3	Producción de aguas grises en el barrio.....	122
6.3.1	Producción de aguas grises en las viviendas.....	122
6.3.2	Producción de aguas grises en los edificios comunes	123
6.4	Consumo de agua de reúso.....	123
6.4.1	Consumo de agua de reúso por vivienda	123
6.4.2	Consumo de agua de reúso de las edificaciones comunes	124

6.5	Ahorro Hídrico.....	125
6.6	Red de conducción de aguas grises.....	126
6.6.1	Parámetros de diseño.....	127
6.6.1.1	Caudal de aguas grises.....	127
6.6.1.2	Pendientes de las cañerías.....	128
6.6.1.3	Tapada mínima.....	128
6.6.1.4	Velocidad mínima.....	128
6.6.1.5	Bocas de Registro.....	129
6.6.1.6	Bocas de acceso y ventilación.....	129
6.6.1.7	Caudal de infiltración.....	129
6.6.2	Método de cálculo de los conductos.....	129
6.6.2.1	Planilla de cálculo AYSA.....	130
6.6.3	Análisis en Sewercad.....	131
6.6.3.1	Descripción de software.....	131
6.6.3.2	Metodología y utilización.....	132
6.6.4	Conclusiones.....	135
6.7	Planta de tratamiento de las aguas grises.....	136
6.7.1	Rejas de desbaste.....	136
6.7.2	Desarenador.....	138
6.7.3	Cámara de ecualización.....	140
6.7.3.1	Sistema de aireación y mezcla.....	143
6.7.4	Sistema de bombeo de la cámara de ecualización.....	144
6.7.5	Cámara desengrasadora.....	145
6.7.6	Humedal de flujo subsuperficial horizontal.....	148

6.7.6.1	Modelo de Reed y colaboradores (k-C).....	148
6.7.6.2	Modelo de Kadlec y Knight (k-C*)	150
6.7.6.3	Modelo de Kadlec y Wallace (P-k-C*)	152
6.7.6.4	Área superficial del humedal de flujo subsuperficial.....	153
6.7.6.5	Diseño Hidráulico	154
6.7.6.6	Remoción de contaminantes	159
6.7.6.7	Número de macrófitas	160
6.7.7	Cámara de cloración.....	161
6.7.8	Cámara de abastecimiento.....	163
6.7.9	Sistema de bombeo de la cámara de abastecimiento.....	163
6.8	Red de agua de reúso	164
6.8.1	Parámetros de Diseño	165
6.8.1.1	Caudal de aguas de reúso	165
6.8.1.2	Velocidades	166
6.8.1.3	Tapada mínima.....	166
6.8.1.4	Presión mínima.....	166
6.8.2	Método de cálculo de los conductos.....	166
6.8.3	Análisis y modelado en Watercad	169
6.8.4	Conclusiones	173
7	PLANOS DEL PROYECTO.....	174
8	COMPUTO Y PRESUPUESTOS	175
8.1	Inversión inicial	175
8.2	Costo de operación y mantenimiento	178
8.2.1	Consumo eléctrico	178

8.2.2	Mano de obra.....	179
8.2.3	Costos variables, indirectos y esporádicos.....	179
8.2.4	Costo total de operación.....	180
8.2.5	Análisis de costos.....	180
9	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	181
9.1	Introducción.....	181
9.2	Marco Legal.....	181
9.2.1	Legislación Nacional.....	181
9.2.1.1	Normativa general.....	181
9.2.1.2	Leyes de presupuestos mínimos.....	182
9.2.1.3	Impacto Ambiental.....	184
9.2.1.4	Protección del Patrimonio cultural, arqueológico y paisajístico.....	184
9.2.1.5	Protección de los Recursos Naturales.....	185
9.2.1.5.1	Atmosfera.....	185
9.2.1.5.2	Suelo.....	185
9.2.1.5.3	Agua.....	186
9.2.1.6	Flora y Fauna.....	187
9.2.1.7	Residuos.....	187
9.2.2	Legislación Provincial.....	187
9.2.2.1	Normativa General.....	187
9.2.2.2	Protección de Recursos Naturales.....	188
9.2.2.2.1	Atmosfera.....	188
9.2.2.2.2	Suelos.....	189
9.2.2.2.3	Agua.....	189

9.2.2.3	Flora y Fauna	189
9.2.2.4	Residuos.....	189
9.2.3	Legislación Municipal.....	190
9.3	Área de influencia del proyecto.....	191
9.3.1	Área de influencia directa	191
9.3.2	Área de influencia indirecta	191
9.4	Medio Ambiente Físico y Socioeconómico y de Infraestructura	191
9.4.1	Medio Ambiente Físico	191
9.4.1.1	Recursos hídricos Superficiales	191
9.4.1.2	Recursos hídricos Subterráneos	192
9.4.1.3	Variables Atmosféricas	192
9.4.1.3.1	Temperatura.....	192
9.4.1.3.2	Precipitación.....	193
9.4.1.3.3	Vientos.	193
9.4.2	Medio biológico.....	195
9.4.2.1	Flora	195
9.4.2.2	Fauna	195
9.4.3	Medio Socioeconómico de infraestructura.....	196
9.4.3.1	Población.....	196
9.4.3.2	Densidad de población	197
9.4.3.3	Nivel socioeconómico.....	197
9.4.3.4	Viviendas según calidad de conexiones a servicios básicos	197
9.5	Identificación y valorización de impactos ambientales	197
9.5.1	Metodología	198

9.5.2	Identificación de las etapas donde se establecerán las actividades impactantes	202
9.5.3	Identificación de las actividades impactantes de cada etapa	202
9.5.4	Factores del medio afectados.....	203
9.5.5	Matriz de valoración de impactos	204
9.5.6	Análisis de los resultados de las matrices	207
9.5.6.1	Etapa de ejecución	207
9.5.6.2	Etapa de operación	208
9.6	Medidas de mitigación	209
9.6.1	Etapa de ejecución	209
9.6.1.1	Montaje y funcionamiento de obradores	209
9.6.1.2	Medidas para el desmonte y limpieza	209
9.6.1.3	Conservación de las líneas de drenaje y recuperación de cursos de agua	210
9.6.1.4	Medidas en la ejecución del movimiento de suelos	210
9.6.1.5	Medidas para evitar la contaminación de agua	211
9.6.1.6	Medidas para el movimiento y acceso de vehículos de transporte y maquinarias.....	212
9.6.1.7	Medidas para el control del ruido	212
9.6.1.8	Mitigación de accidentes en obra	212
9.6.1.9	Mitigación a la interrupción de la circulación	213
9.6.1.10	Medidas para la desocupación del sitio.....	213
9.6.2	Etapa de operación.....	213
9.6.2.1	Medidas para la accesibilidad.....	213
9.6.2.2	Medidas para el mantenimiento de espacios verdes	213

9.6.2.3	Medidas para ruidos	213
9.6.2.4	Medidas para el mantenimiento de los sistemas de drenaje.....	213
9.6.2.5	Medidas para el mantenimiento de los sistemas de desagüe cloacal.....	214
9.6.2.6	Medidas para el mantenimiento de sistema colector de aguas grises	214
9.7	Plan de gestión ambiental.....	214
9.7.1	Programa de Seguimiento y Control (PSC).....	215
9.7.2	Programa de capacitación (PCA)	215
9.7.3	Programa de Seguridad e Higiene (PSH).....	217
9.7.4	Programa de comunicaciones y responsabilidades (PCR)	218
9.7.5	Plan de contingencias ambientales (PCO)	220
9.7.6	Plan de Auditorías Ambientales. (PAA).....	222
9.7.6.1	Auditorias.....	223
9.8	CONCLUSIÓN	224
10	CONCLUSIONES.....	225
10.1	Conclusiones generales	225
10.2	Conclusiones personales	226
11	BIBLIOGRAFIA.....	227
12	ANEXOS.....	239
12.1	Planilla de cálculo AYSA red de conducción de aguas grises	240
12.2	Valores obtenidos de la red de conducción de aguas grises en el Sewercad ...	241
12.3	Perfiles hidraulicos obtenidos en Sewercad.....	242
12.4	Especificaciones técnicas de equipos	251
12.5	Planos	263

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Disponibilidad hídrica.	28
Tabla N° 2. Consumos Domiciliarios.....	31
Tabla N° 3. Caracterización de las Aguas Grises, según diversas fuentes.	44
Tabla N° 4. Resumen. Caracterización de aguas grises.....	45
Tabla N° 5. Caracterización de aguas grises. Metales	45
Tabla N° 6. Estándares físicos.	60
Tabla N° 7. Estándares biológicos y orgánicos.....	60
Tabla N° 8. Estándares químicos.....	61
Tabla N° 9. Estándares plaguicidas.	62
Tabla N° 10. Análisis comparativo entre alternativas de tratamiento secundario.	108
Tabla N° 11. Consumo de agua para las distintas actividades en una vivienda.....	112
Tabla N° 12. Consumo de agua por vivienda.....	112
Tabla N° 13. Cálculo de la ET ₀ , con el método de Penman-Monteith.	115
Tabla N° 14. Estimación de la precipitación efectiva.	116
Tabla N° 15. Cálculo de la ET _c y del requerimiento de riego para césped.....	117
Tabla N° 16. Requerimiento mensual de agua para el riego de jardín.	118
Tabla N° 17. Consumo de agua para el riego de las áreas comunes del barrio.....	119
Tabla N° 18. Consumo de agua en el Portal de acceso al barrio.	120
Tabla N° 19. Consumo de agua en el Club House Kids.	121
Tabla N° 20. Consumo de agua en Club House.	121
Tabla N° 21. Fuentes de generación de aguas residuales en las viviendas.....	122
Tabla N° 22. Producción de aguas grises.....	122
Tabla N° 23. Producción de aguas grises en edificios comunes.	123

Tabla N° 24. Consumo de agua de reúso en una vivienda.	124
Tabla N° 25. Consumo de agua de reúso en los edificios comunes.	124
Tabla N° 26. Porcentaje de satisfacción de la demanda de agua de reúso.	125
Tabla N° 27. Porcentaje de ahorro de agua potable.	126
Tabla N° 28. Valores típicos de los coeficientes.	127
Tabla N° 29. Valores de los caudales por vivienda.	128
Tabla N° 30. Pendientes adoptadas según el diámetro nominal (DN) de la cañería.	128
Tabla N° 31. Distancia entre bocas de registro según el DN de la tubería.	129
Tabla N° 32. Metodología y utilización Sewercad.	133
Tabla N° 33. Listado de bocas de registro.	135
Tabla N° 34. Parámetros de diseño adoptados para reja de desbaste.	136
Tabla N° 35. Dimensiones obtenidas para el sistema de desbaste fino, manual.	138
Tabla N° 36. Parámetros de diseño para desarenador.	138
Tabla N° 37. Dimensiones obtenidas para el desarenador.	140
Tabla N° 38. Parámetros físicos-químicos del efluente.	140
Tabla N° 39. Dimensiones obtenidas para la cámara reguladora.	143
<i>Tabla N° 40. Difusor de burbuja gruesa.</i>	<i>143</i>
<i>Tabla N° 41. Tabla de selección de sopladores trabajando como compresor.</i>	<i>144</i>
Tabla N° 42. Parámetros de diseño adoptados para la trampa de grasas.	145
Tabla N° 43. Dimensiones obtenidas para la trampa de grasas.	147
Tabla N° 44. Parámetros físicos-químicos del efluente.	148
Tabla N° 45. Valores de K_{20} y θ para cada contaminante.	149
Tabla N° 46. Características de los diferentes medios utilizados como sustratos para humedales de flujo subsuperficial.	150
Tabla N° 47. Parámetros de diseño adoptados para el humedal de flujo subsuperficial.	150

Tabla N° 48. Valores de K20 y θ para varios contaminantes.....	151
Tabla N° 49. Valores de K20, θ , C* y PTIS para varios contaminantes.....	153
Tabla N° 50. Parámetros de diseño adoptados para el humedal de flujo subsuperficial.....	157
Tabla N° 51. Parámetros obtenidos para el humedal de flujo subsuperficial.....	157
Tabla N° 52. Parámetros físicos-químicos del efluente.	159
Tabla N° 53. Cantidad de macrófitas.	160
Tabla N° 54. Parámetros adoptados de diseño para la cámara de cloración.	161
Tabla N° 55. Dimensiones de la cámara de contacto.	162
Tabla N° 56. Parámetros para la desinfección con hipoclorito de sodio 14%.....	163
Tabla N° 57. Dimensiones obtenidas para la cámara de abastecimiento.....	163
Tabla N° 58. Caudales de aguas de reúso.	166
Tabla N° 59. Velocidades permisibles en las cañerías.	166
Tabla N° 60. Cotas de los nodos.....	171
Tabla N° 61. Presiones obtenidas en los nodos de la red.	172
Tabla N° 62. Valor de diámetro, caudal y velocidad obtenidas para las cañerías de la red de conducción de agua de reúso.	173
Tabla N° 63. Costos de inversión inicial.....	176
Tabla N° 64. Consumo energético.	178
Tabla N° 65. Costo energético.	179
Tabla N° 66. Costo de mano de obra.....	179
Tabla N° 67. Costos variables, indirectos y esporádicos.	180
Tabla N° 68. Costo total de operación.	180
Tabla N° 69. Partido de Ezeiza, Población total, variación intercensal, porcentaje de población, índice de masculinidad y ubicación en relación al total de población de los 24 partidos del GBA.	196

Tabla N° 70. Partido de Ezeiza, Calidad de Conexiones a Servicios Básicos.	197
Tabla N° 71. Modelo de importancia de impacto.	199
Tabla N° 72. Valores de la Importancia (I).	200
Tabla N° 73. Acciones de proyecto.	203
Tabla N° 74. Componentes y variables del proyecto.	204
Tabla N° 75. Matriz de valoración de impactos.	205
Tabla N° 76. Planilla de cálculo de la red de conducción de las aguas grises.	240
Tabla N° 77. Valores obtenidos de la red de conducción de las aguas grises en el Sewercad.	241

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Distribución del agua en el planeta.....	23
Figura N° 2. Ciclo del agua.	24
Figura N° 3. Nivel de Estrés Hídrico Global.	25
Figura N° 4. Demando global de agua.	26
Figura N° 5. Problemática en torno al agua.	29
Figura N° 6. Demanda del uso del agua.	29
Figura N° 7. Área de acción AySA.	30
Figura N° 8. Ecobarrio Vauban, Fritburgo, Alemania.	39
Figura N° 9. Distribución de las aguas grises generadas en el hogar.	43
Figura N° 10. Sistema de tratamiento de aguas grises, posibles etapas.....	63
Figura N° 11. Tamaño de la partícula removida según tipo de tecnología de filtración.	64
Figura N° 12. Contactor Biológico Rotativo.....	66
Figura N° 13. Sistemas de biorreactor de membranas. a) MBR membrana sumergida. b) MBR membrana externa.	67
Figura N° 14. Esquema Reactor UASB.....	68
Figura N° 15. Esquema Reactor Biológico Secuencial.	70
Figura N° 16. Esquema proceso coagulación floculación.	72
Figura N° 17. Ubicación Barrio Don Joaquín.	75
Figura N° 18. Master Plan Barrio Don Joaquín.	76
Figura N° 19. Conexion bypass para equipo de apoyo a gas.	77
Figura N° 20. Vida útil según tecnología de iluminación.	78
Figura N° 21. Consumo equivalente según tecnología de iluminación.	78
Figura N° 22. Elemento de protección contra rayos solares en verano.	79
Figura N° 23. Bomba de frio – calor.....	80

Figura N° 24. Caldera con tecnología de condensación.	81
Figura N° 25. Salamandra con doble combustión.	82
Figura N° 26. Sistema de riego automático por aspersores y por goteo.	83
Figura N° 27. Pileta natural.	83
Figura N° 28. Ciclo de nitrógeno.	84
Figura N° 29. Flujo de residuos del barrio.	87
Figura N° 30. Ubicación zona de acopio.	89
Figura N° 31. Sistema de instalación de reúso de aguas grises en las viviendas.	90
Figura N° 32. Sistema de tratamiento de aguas grises.	91
Figura N° 33. Desbaste de gruesos seguido de desbaste de finos, de limpieza manual.	92
Figura N° 34. Desarenador de doble canal.	93
Figura N° 35. Cámara desengrasadora.	94
Figura N° 36. Sistemas de biorreactor de membranas. a) MBR membrana sumergida. b) MBR membrana externa.	95
Figura N° 37. Matriz FODA de la alternativa de tratamiento secundario correspondiente al Biorreactor de Membrana.	97
Figura N° 38. Esquema Reactor UASB.	98
Figura N° 39. Matriz FODA de la alternativa de tratamiento secundario correspondiente al Rector UASB.	100
Figura N° 40. Principales procesos de depuración en humedales artificiales.	101
Figura N° 41. Clasificación de humedales artificiales Fuente. Elaboración propia a partir de (Vymazal & Kröpfelová, 2008).	102
Figura N° 42. Humedal artificial de flujo artificial.	103
Figura N° 43. Humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal.	104
Figura N° 44. Humedal artificial subsuperficial de flujo vertical descendente.	105

Figura N° 45. Humedal artificial subsuperficial de flujo vertical ascendente.	105
Figura N° 46. Matriz FODA de la alternativa de tratamiento secundario correspondiente al humedal de flujo subsuperficial horizontal.	107
Figura N° 47. Porcentajes de consumo de agua de las distintas actividades de una vivienda en el mes de enero.....	113
Figura N° 48. Porcentajes de consumo de agua de las distintas actividades de una vivienda en el mes de julio.	114
Figura N° 49. Área de riego de zonas verdes comunes.....	119
Figura N° 50. Planilla de cálculo hidráulico de la red de aguas grises.....	131
Figura N° 51. Continuación de la planilla de cálculo hidráulico de la red de aguas grises. .	131
Figura N° 52. Esquema de la red de conducción de aguas grises.	134
Figura N° 53. Curva de generación del caudal de las aguas grises.	141
Figura N° 54. Volumen acumulado real y medio en función del tiempo.....	142
Figura N° 55. Volumen máximo y mínimo acumulado en función del tiempo.	142
Figura N° 56. Curvas bomba modelo Grundfos SLV.65.65.09.2.50B.	145
Figura N° 57. Evolución de la concentración de materia en suspensión (MES) a lo largo de un humedal de flujo horizontal	155
Figura N° 58. Esquema de las zonas de tratamiento en un humedal de flujo subsuperficial: zona de entrada (inlet zone), zona inicial de tratamiento (zone 1), zona final de tratamiento (zone 2) y zona de salida (outlet zone)	155
Figura N° 59. Esquema celda N° 1	158
Figura N° 60. Esquema celda N° 2	158
Figura N° 61. Esquema celda N° 3	158
Figura N° 62. Curvas bomba modelo Grundfos HYDRO MPC-S 2 CRI 5-5.	164
Figura N° 63. Esquema de la red de conducción de aguas de reúso.	170
Figura N° 64. Asignación de demandas de aguas de reúso.	172

Figura N° 65. Valores climatológicos medios (1981-2010).	193
Figura N° 66. Estadísticas de Vientos, periodo (08/2011 – 04/2021).	194
Figura N° 67. Media de velocidad de vientos (km/h) y rachas de viento máximas (km/h) mensuales observados en el período 1981-2020.	195
Figura N° 68. Referencias para los perfiles hidráulicos.	242
Figura N° 69. Perfil hidráulico tramo BR-1 a BR-5	243
Figura N° 70. Perfil hidráulico tramo BR-5 a BR-9	244
Figura N° 71. Perfil hidráulico tramo BR-10 a BR-13	245
Figura N° 72. Perfil hidráulico tramo BR-18 a BR-14	246
Figura N° 73. Perfil hidráulico tramo BR-20 a BR-15	247
Figura N° 74. Perfil hidráulico tramo BR-22 a BR-9	248
Figura N° 75. Perfil hidráulico tramo BR-13 a BR-16	249
Figura N° 76. Perfil hidráulico tramo BR-6 a O-1	250

1 INTRODUCCION

El origen del agua, en la Tierra, es una de las preguntas que desde hace mucho tiempo ha fascinado a los investigadores, existen numerosas hipótesis sobre cómo, la Tierra, recogió su suministro actual de agua. La teoría más común es que el agua no apareció en el planeta hasta tal vez, cientos de millones de años después de que fue formado originalmente. Las teorías sugieren que durante su formación, la Tierra ésta estaba muy caliente por lo cual hubiera sido posible que el agua líquida permaneciera en el planeta. El agua debió haber venido, según las teorías más populares, de los asteroides, cometas y otros organismos que han llevado el agua dentro de sus estructuras y luego liberado cuando colisionaron con la Tierra primitiva.

En los últimos años, los investigadores están más cerca de comprender el cómo y por qué de la formación de agua en la Tierra. Ahora parece que el agua pudo haber estado presente en el planeta desde casi el primer momento de su formación y que la fuente más probable del agua eran los asteroides que golpeaban la Tierra, y no los cometas, como se sospechaba anteriormente (Sarafian et al., 2014).

Sea cual sea el origen del agua en la Tierra, la cantidad que estaba presente en su comienzo es, probablemente, casi la misma cantidad disponible hoy en día y que es la cantidad que los seres humanos tenemos para vivir durante el futuro.

Es una cantidad enorme, alrededor de 1,39 billón de kilómetros cúbicos, por desgracia para nosotros, la mayor parte de esa agua no es apta para el consumo humano. Como puede verse en la Figura N° 1, el 97,5% es agua salada contenida en los océanos; dejando sólo un 2,5% de agua dulce. Y de toda el agua dulce disponible sólo un 1% es agua dulce superficial. El resto está encerrado en el casquete polar, glaciares, y la nieve permanente o como agua subterránea. En total, sólo el 0,036% del suministro total de agua del planeta se encuentra en ríos y lagos. Mientras que las estimaciones de la distribución mundial de agua varían entre los investigadores, basta decir que sólo una fracción muy pequeña de agua dulce es fácilmente accesible (Hoffmann, 2009).

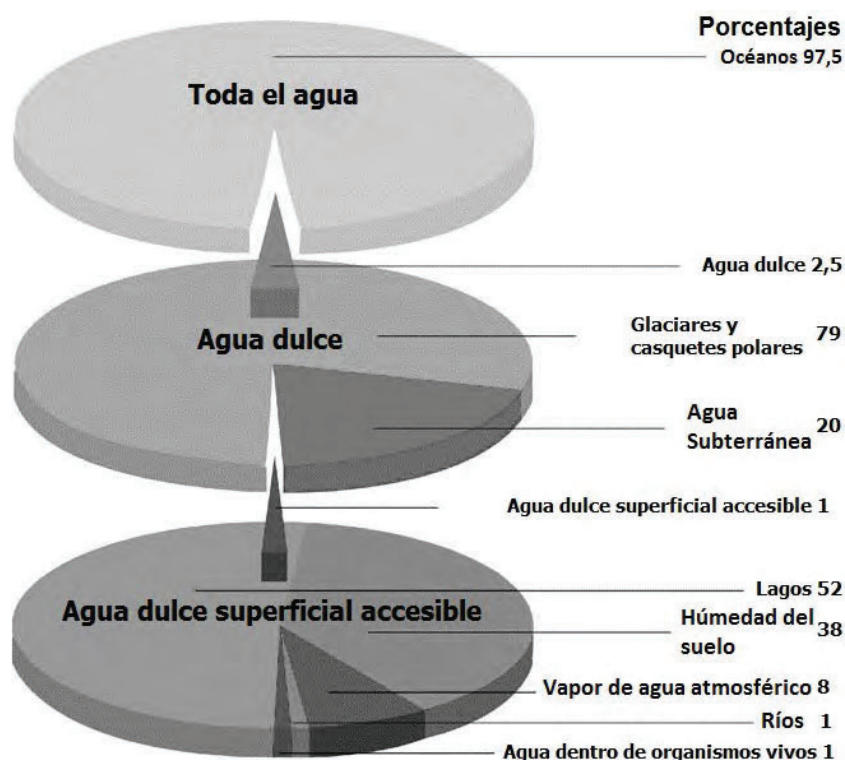


Figura N° 1. Distribución del agua en el planeta.
Fuente. (Hoffmann, 2009)

Esta cantidad de agua se considera técnicamente un recurso renovable debido a los cambios que mantiene durante su ciclo.

En este ciclo (Figura N° 2), el agua se evapora desde la vegetación, proceso conocido como transpiración, de las superficies húmedas expuestas, incluida la superficie de la tierra, y de los cuerpos de agua. El vapor de agua en la atmósfera con el tiempo se condensa en nubes y finalmente cae como precipitación a la superficie terrestre, océanos, mares, etc. La precipitación ocurre en varias formas, incluyendo lluvia, nieve y granizo. Cuando ésta llega a la superficie terrestre puede evaporarse nuevamente como así también fluir sobre ésta, que ocurre solo cuando el suelo se encuentra saturado de agua, la lluvia es muy fuerte o cuando la superficie no puede absorberla o infiltrarse en el suelo.

La infiltración del agua en el suelo va a depender del tipo de suelo, del contenido de humedad, de la intensidad y duración de las precipitaciones. El agua va a penetrar distintas capas del suelo hasta el agua subterránea. La cual fluye a través de las capas de roca y tierra hasta que se descarga como un manantial o como una filtración en una corriente. El agua que llega a las corrientes, tanto por escorrentía como por descarga de agua subterránea, se mueve hacia el lago o el océano, donde se evapora nuevamente para perpetuar el ciclo.

Sin embargo, sólo a corto plazo se puede considerar el agua como un recurso renovable y la sostenibilidad de este recurso renovable es cuestionable. En los próximos siglos se cree que habrá una grave falta de agua potable, y este efecto ya se puede ver hoy, pero con menos severidad.



Figura N° 2. Ciclo del agua.
Fuente. (Perlman & Evans, n.d.)

El Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute) a través de su Atlas de riesgo de agua ha mapeado los niveles de estrés hídrico actuales en todo el mundo. Esta evaluación toma en cuenta el flujo anual total disponible en diferentes países, con los consumos anuales totales expresados como un porcentaje del flujo anual total disponible. Los expertos del Instituto agruparon 12 indicadores (como estimadores de series temporales, datos hidrológicos, publicaciones existentes y otros) en un marco que identifica variaciones espaciales en los riesgos del agua. El mapa (Figura N° 3) muestra que muchas regiones, ya sufren de estrés hídrico de referencia con valores más altos que indican una mayor competencia entre los usuarios. Muchas regiones tienen un desequilibrio importante entre la demanda de agua y la disponibilidad de agua dulce, lo que con el tiempo conduce al agotamiento excesivo de los sistemas fluviales y los recursos de agua subterránea.

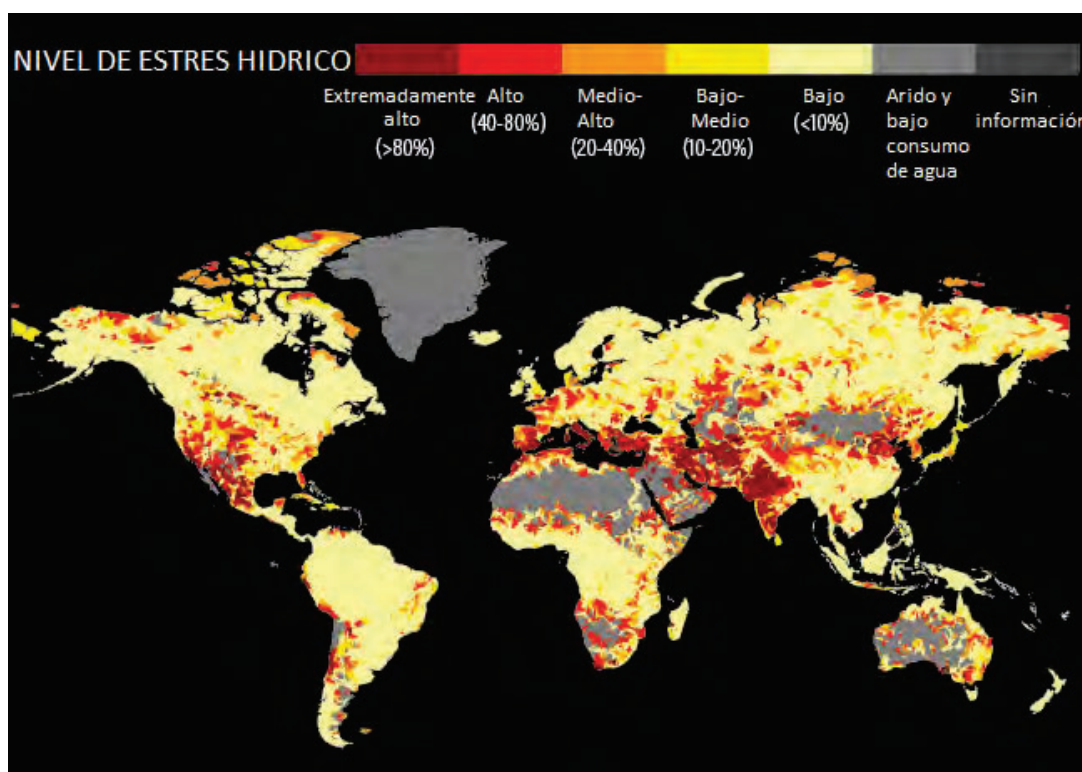


Figura N° 3. Nivel de Estrés Hídrico Global.
Fuente. (Hofste, Rutger Willem, Paul Reig, 2019)

Este recurso limitado tendrá que soportar una población proyectada de 9,7 mil millones en 2050 (United Nations, 2019); y antes de esa fecha, se estima que 3,9 mil millones o más del 40% de la población mundial vivirá en cuencas con estrés hídricos. Se proyecta que la demanda total de agua aumentará en un 55%, debido a la creciente demanda de la manufactura (+ 400%), la generación de electricidad térmica (+ 140%) y el uso doméstico (+130%) (Figura N° 4)(OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), 2012).

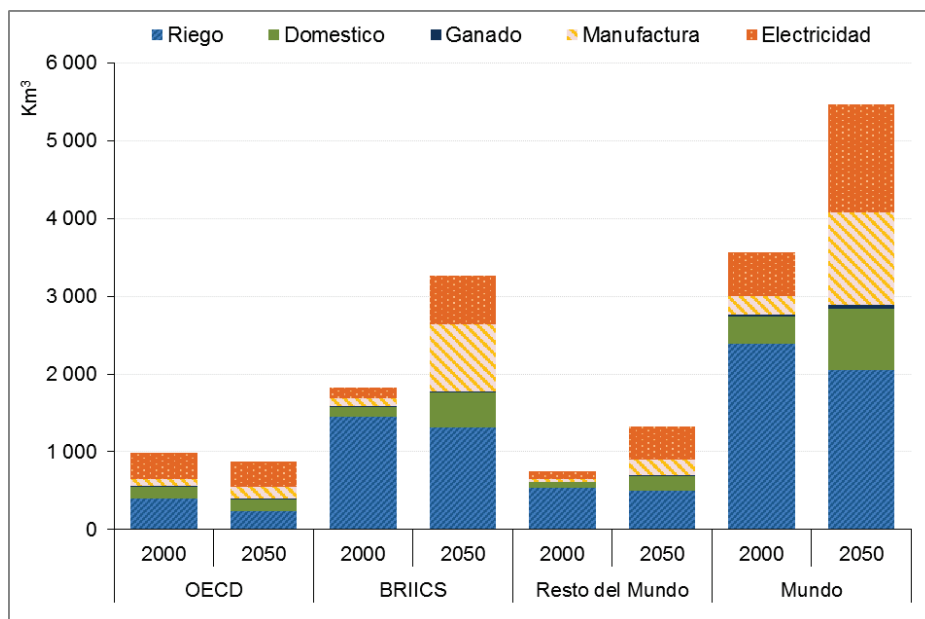


Figura N° 4. Demanda global de agua.
Fuente. (OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), 2012)

Ante estas demandas, la competencia por el agua será aún más aguda. Estas presiones podrían implicar escasez de agua que dificultaría el crecimiento de muchas actividades económicas. Además poniendo en riesgo los ecosistemas y el agotamiento de las aguas subterráneas puede convertirse en la mayor amenaza para la agricultura y el suministro de agua urbana en varias regiones en las próximas décadas.

2 DIAGNOSTICO

De acuerdo con las proyecciones del Instituto de Recursos Mundiales, el ranking de los países que enfrentarán mayor estrés hídrico en 2040, si las condiciones actuales se perpetúan, está encabezado por los Estados del Golfo, Bahréin, Kuwait y Qatar, Emiratos Árabes Unidos, que también comparten el primer lugar con San Marino y Singapur.

En esta lista, de 164 países, para el año 2040, Argentina aparece en el puesto 65, con un estrés hídrico considerado medio a alto (World Resources Institute, 2015). Subiendo 27 puestos en relación a la actualidad, encontrándose en el puesto 92 con un estrés hídrico considerado bajo a medio (Hofste, Rutger Willem, Paul Reig, 2019).

En la República Argentina el acceso a los recursos hídricos por parte de la población presenta una distribución espacial desigual, en donde un tercio de su territorio presenta cuerpos ricos en agua y el resto de dos tercios se encuentra constituido por regiones áridas y semiáridas. La oferta de recursos hídricos superficiales se estima en un caudal medio de aproximadamente 876,2 Km³/año (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.) y, considerando la población de 44.938.712 habitantes estimada, en base a los resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC, 2013), resulta una relación de recursos hídricos renovables por persona de aproximadamente 19.566 m³ anuales por habitante.

Este valor es superior al umbral establecido por el "indicador de Falkenmark" o el "índice de estrés hídrico". El cual define la escasez de agua en términos de los recursos hídricos totales que están disponibles para la población de una región. En donde si la cantidad de agua renovable en un país es inferior a 1.700 m³ por persona por año, se dice que ese país está experimentando estrés hídrico; debajo de 1.000 m³ se dice que experimenta escasez de agua; y por debajo de 500 m³, escasez absoluta de agua (Falkenmark et al., 2009).

A pesar de esto la República Argentina es, en la región, el país que menor agua per cápita posee como se puede observar en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Disponibilidad hídrica.

País	Disponibilidad Hídrica (Km³/año)	Población (2019)	Disponibilidad Hídrica (m³/hab./año)
Argentina	876,2	44.780.677	19.566
Bolivia	574	11.513.100	49.856
Brasil	8.647	211.049.527	40.971
Chile	923,1	18.952.038	48.707
Paraguay	387,8	7.044.636	55.049
Uruguay	172,2	3.461.734	49.744

Fuente. Elaboración propia en base a datos de Naciones Unidas y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Si se compara el valor de recursos hídricos renovables actual por persona de 19.566 m³ anuales por habitante con el valor del año 2000 de 21.981 m³/hab./año (Pomeraniec, 2006), se puede observar una baja del mismo.

Esto puede deberse a fenómenos combinados vinculados: al crecimiento de la población, al crecimiento del consumo industrial y productivo con efluentes volcados sin tratamiento, al incremento de usos relacionados con el riego para actividades agrícolas, a manejos agrícolas no conservacionistas que afectan la sustentabilidad de las fuentes de agua superficiales y subterráneas, a la deforestación, al uso de agroquímicos y a los cambios en el uso del suelo, particularmente la urbanización que perturba el balance hídrico y a pérdidas en el transporte del recurso ya potabilizado.

Como se observa en la figura N° 5, en resumen, en la Argentina la principal problemática en torno al agua es la contaminación y su distribución y uso.

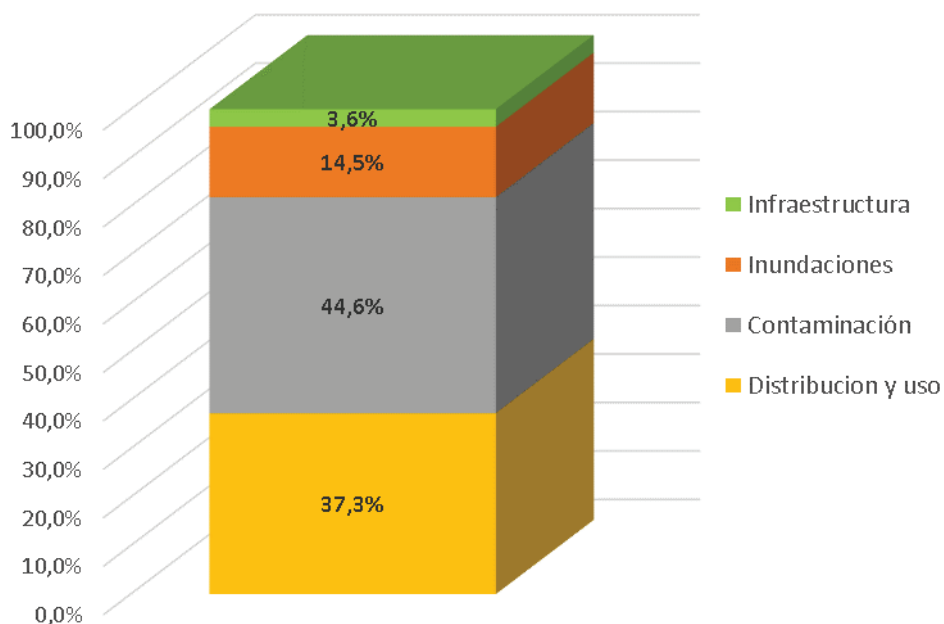


Figura N° 5. Problemática en torno al agua.
Fuente. (Kloster, 2015)

La cobertura de red a nivel nacional se sitúa en el 73% en agua y 31,2% en cloaca en poblaciones que presentan indicadores de necesidades básicas insatisfechas (NBI), mientras que en los núcleos donde éstas no se presentan, la cobertura es del 85% en agua y 56,3% en cloaca (Fernández de Aviles, 2018).

El uso del agua presenta una división como se observa en la figura N° 6, en donde el riego demanda un 74%, seguido por el abastecimiento municipal y la industria.

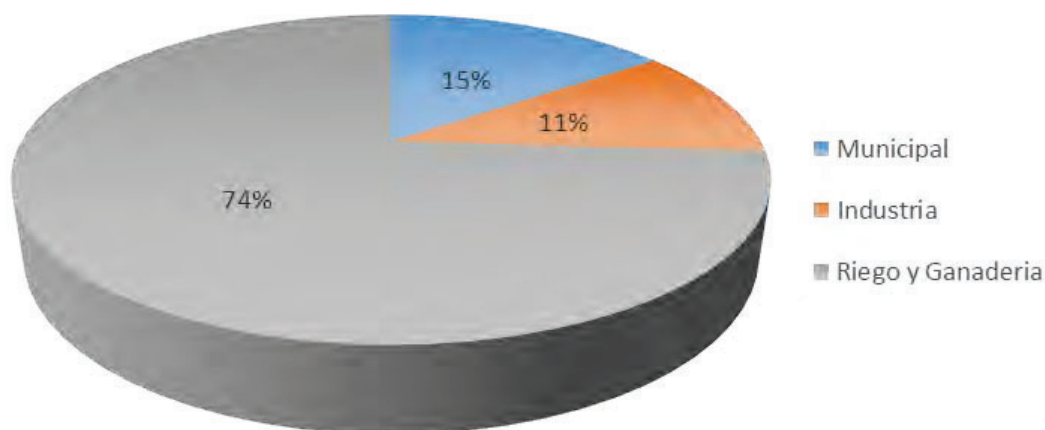


Figura N° 6. Demanda del uso del agua.
Fuente. Elaboración con propia a partir de datos de (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011)

Legajo: CYT-5427

El promedio nacional de consumo de agua por habitante se estima en 318 litros diarios, con un rango amplio de variación entre distintas provincias que oscila entre un máximo de 397 litros diarios por habitante y un mínimo de 253 litros diarios por habitante (Lentini et al., 2017). Este es un alto nivel de consumo, comparado con el que se registra en numerosos países del mundo y de América Latina, en donde según la Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas (ADARESA) el vapor medio registrado es de 173 litros diarios por habitante.

Esta diferencia se explica por el bajo grado de micro medición de los consumos que prevalece en los sistemas de Argentina, sobre todo en la mayoría de los servicios de las grandes ciudades en los cuales la facturación a los usuarios se basa en regímenes tarifarios del tipo de “canilla libre”. La recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que cada persona necesita al menos 50 litros de agua en forma segura para aseo personal y para elaborar sus alimentos(Howard & Bartram, 2003).

Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA) es la empresa concesionaria de los servicios públicos de agua potable y de saneamiento para la Ciudad de Buenos Aires y 25 municipios del conurbano bonaerense, donde el consumo promedio de agua por habitante se estima en 338 litros diarios por habitante (Aysa, 2017).



Figura N° 7. Área de acción AySA.
Fuente. AySA.

Este consumo se incrementa en zonas residenciales, respecto al promedio nacional y provincial, principalmente en aquellas de alto poder adquisitivo, como es el caso de los barrios cerrados. El consumo de agua en el hogar va a depender del número de habitantes, la clase de artefactos que se posea y la superficie del jardín.

Se puede observar en la Tabla N° 2, sólo 10 l/hab.d son necesarios para el consumo humano (bebida y alimentación). Un gran porcentaje se utiliza para otros usos que no requieren una calidad de agua potable, como puede ser el riego del jardín, la descarga del inodoro, el agua para lavar el suelo, etc. y que se podrían suplir con agua segura. Entendiéndose por agua segura a la que no contiene bacterias peligrosas, metales tóxicos disueltos, o productos químicos dañinos a la salud.

Tabla N° 2. Consumos Domiciliarios.

Tipo de Uso	Consumo	Unidades
Bebida y Cocina	10 - 20	l/hab.d
Baño y lavado de manos	25 - 55	l/hab.d
Descarga Inodoro	10 - 20	l/descarga
Ducha	35 - 100	l/ducha
Uso de lavavajillas	30	l/ciclo
Lavarropas	60-100	l/ciclo
Limpieza de la vivienda	40	l/d
Bebida y cocina	10-20	l/hab.d
Lavado de auto	360	l/lavado
Riego con manguera	500	l/h

Fuente. *Elaboración propia a partir de datos de* (Fernández de Aviles, 2018) y (Cattaneo, 2010).

Las aguas residuales generadas por el lavado de ropa, el lavabo, la ducha y la cocina, conocidas como aguas grises, son recogidas por las redes cloacales cuya función es eliminarlas del entorno de las ciudades hacia una planta de tratamiento.

Una manera de hacer frente a la futura escasez del recurso hídrico es la utilización de otras fuentes alternativas de suministro. En la actualidad se ha enfocado principalmente al reciclaje y la reutilización del agua.

La reutilización de aguas grises ha incrementado de manera considerable la atención y utilización en diferentes partes del mundo como una opción sustentable.

Otra de estas opciones ante los problemas de abastecimiento que sufren las grandes urbes cada vez más pobladas y las zonas periurbanas sin acceso a servicios, es el aprovechamiento del agua de lluvia como una solución. Aprovechar el agua de lluvia permite tener líquido de calidad para diferentes usos no potables como limpieza, procesos industriales, sanitarios, riego y recargar las reservas subterráneas.

Como mencione anteriormente el mayor consumo de agua potable se da en las zonas de mayor poder adquisitivo, como es el caso de los barrios cerrados, countries, etc. No solo se genera un consumo excesivo de agua potable, sino también en lo que respecta al consumo energético y generación de residuos. En varios países del mundo se están gestando, hace años, urbes sustentables, como los eco-barrios, para minimizar los impactos ambientales.

3 OBJETIVO

3.1 GENERAL

Implementar estrategias destinadas a disminuir la demanda de agua potable con el fin de hacer un uso sostenible y eficiente del recurso. El uso eficiente involucra mejoras tecnológicas y cambios culturales en su uso tanto interno como externo a nivel residencial.

Evaluar el volumen y las exigencias de las aguas grises obtenidas, en un conjunto de viviendas de un barrio privado.

Se fijará un tratamiento específico para dotar a estas aguas de una calidad suficiente para satisfacer ciertos usos, ahorrando así agua de calidad para otros usos más exigentes.

Implementar tecnología que permita disminuir el consumo energético.

Establecer un manejo selectivo de los residuos sólidos.

3.2 PARTICULAR

Los objetivos son los siguientes:

- Determinar la demanda doméstica de agua en un barrio privado.
- Estimar el volumen de aguas grises generado en una vivienda, así como la composición de las mismas.
- Diseñar el sistema de recolección de las aguas grises generadas.
- Analizar los posibles usos del agua residual generada y definir los parámetros de calidad aplicables a cada uno de ellos, minimizando los posibles riesgos sanitarios y medioambientales.
- Determinar los posibles procesos de tratamientos a los que debe someterse el agua residual para obtener la calidad deseada, diseñando las instalaciones necesarias para ello.
- Diseñar la red de agua de reúso.
- Analizar la viabilidad económica de la utilización de aguas de reúso en comparación con el sistema convencional.
- Determinar la opción tecnológica más sustentable y eficiente, en el consumo energético, en lo que refiere al calentamiento del agua, a la climatización y consumo eléctrico.

Alumno: Mariano Abel Toto

Legajo: CYT-5427

- Diseñar los lineamientos para implementar la separación selectiva domiciliar de los residuos sólidos.

4 MARCO TEORICO

4.1 BARRIO CERRADO

4.1.1 Introducción

En Argentina los barrios cerrados nacieron a fines de los años 80, su origen se encuentra en los clubes de campo o country club termino que comienza a utilizarse en las revistas de arquitectura de la década del treinta invocando a clubes suburbanos que combinaban instalaciones destinadas a la práctica deportiva con viviendas residenciales de uso temporario.

En Buenos Aires los primeros countries exclusivos construidos de acuerdo con este nuevo modelo fueron: Los Lagartos Country Club, el Tortugas Country Club (década de 1930), el Hindú Country Club (1944), el Highland Park y el Olivos Golf Club (ambos de la década de 1950). En la mayoría de los casos, estos se constituyeron sobre la base de clubes deportivos existentes cercanos a la ciudad de Buenos Aires y dedicados a la práctica del golf.

En esta primera época el club de campo combinaba instalaciones específicamente deportivas con dos tipos de habitaciones para alojamiento temporario, el club house con habitaciones distribuidas paralelamente y servicios generales, y el barrio parque, anexo al country club y comunicado con él, en el que se construyeron casas individuales de fin de semana pertenecientes a particulares.

A mediados de la década del 70, el desarrollo de nuevas autopistas que comunicaban la ciudad con los municipios periféricos y la imposibilidad de realizar loteos económicos para los sectores populares, provocaron que los emprendedores inmobiliarios pensarán nuevas iniciativas para los grandes espacios disponibles. En esta nueva etapa que se extendió hasta mediados de los años 80, los countries presentaban nuevas características constitutivas dentro de un marco general que disminuía las exigencias sociales para el ingreso de nuevos propietarios. La seguridad y la recreación se transformaron en dos aspectos esenciales que marcaron la creación de estos emprendimientos inmobiliarios de segunda generación.

A partir de ese momento, este fenómeno se consolidó y a mediados de los 80 se produjo un cambio en el objetivo de los countries. Las viviendas antes destinadas al fin de semana ahora se volvieron viviendas de uso permanente. Se comenzó a perfilar una nueva imagen

del country donde una comunidad intentaba contar con todas las comodidades hacia el interior de su perímetro.

Hacia los noventa estos nuevos country club dieron origen a dos tipologías con características particulares: los barrios cerrados y las torres countries. Los barrios cerrados se diferenciaban de los countries porque el equipamiento comunitario era reducido a los efectos de disminuir sus costos de mantenimiento. Sus propietarios priorizaban la seguridad, la accesibilidad al centro urbano y la vida al aire libre. Por su parte, las torres countries se encontraban localizadas en grandes terrenos aún disponibles en el interior del tejido urbano (antiguas fábricas, etc.). Estos emprendimientos inmobiliarios, cuya aparición se dio a mediados de los noventa, se construían alrededor de conjuntos de torres organizadas bajo el régimen de propiedad horizontal, enmarcados dentro de espacios comunes donde se privilegiaban las actividades recreativas (piletas, solárium, canchas de tenis, paddle), el espacio verde y la seguridad.

4.1.2 Concepto de Barrio Cerrado

Un barrio cerrado es un área residencial que se conforma por un perímetro cercado con servicio de seguridad, el cual impide el libre acceso a no residentes. Conformado generalmente por pequeñas calles residenciales, en donde se debe circular de acuerdo a las normas del barrio a baja velocidad, entre 20 a 30 Km/h, para evitar accidentes. Por otra parte, los barrios suelen tener áreas de uso común, tales como club house, áreas comerciales, canchas deportivas, piscinas, parques infantiles, e incluso escuelas.

Estos barrios cerrados cuentan con normas y reglas internas las cuales han sido impuestas por los desarrolladores del proyecto, y por los mismos residentes formulando un reglamento interno. El cual debe ser respetado tanto por los residentes como por las visitas. Por otra parte, se organizan como un condominio, de tal manera que delegan a empresas privadas las tareas de administración, que se encargan por ejemplo del pago de las tareas de mantenimiento.

Con respecto al reglamento interno, los lineamientos generales que se establecen son:

- Reglamento establecido por el desarrollador:
 - Diseño arquitectónico (estilo, dimensiones, etc.)
 - Materiales de construcción
 - Suministro de equipamiento
 - Otros

- Reglamento interno de convivencia

- Límites de velocidad
- Mantenimiento de jardines
- Reglas y horarios del uso de las áreas comunes
- Obligaciones de los propietarios (horarios, ruidos, residuos, etc.)
- Tenencia de mascotas
- Limpieza y mantenimiento general del barrio

Los barrios cerrados en su gran mayoría se encuentran ubicados en áreas suburbanas, dado que existe tierra disponible para poder llevar a cabo estos tipos de emprendimientos. Además, frecuentemente se sitúan próximos a vías de rápida circulación, permitiendo el fácil acceso a los centros urbanos donde se llevan a cabo las actividades cotidianas.

En este tipo de emprendimiento inmobiliario, de barrio cerrado, sus residentes integran los sectores sociales de clase media-alta y alta.

En referencia a las dimensiones de los lotes, los barrios cerrados difieren en gran medida en aquellos destinados a los sectores medios y medio-altos los cuales cuentan con lotes amplios, diferenciándose de los destinados a los sectores más altos de la sociedad los cuales poseen lotes de grandes dimensiones que les permiten diferenciarse de un barrio no cerrado.

Estas urbanizaciones tienen una relación de superficie/habitantes notables comparado a otras tipologías más tradicionales. Lo cual supone mayores requerimientos energéticos para la calefacción en invierno (con gran consumo de gas) y para la refrigeración en verano (con alto consumo eléctrico). En la misma línea de reflexión que la de energía también se produce un mayor consumo de agua, ya que los estilos de vida asociados al urbanismo privado así lo requieren (piscinas particulares y las de los clubes, riego de jardines y de grandes extensiones de áreas parquizadas, etc.).

Respecto al agua destinada al consumo, la dispersión urbana obliga a realizar sistemas de dotación basados en perforaciones domiciliarias o autónomos, a diferencia de los sistemas centralizados del sistema metropolitano (Fernandez et al., 2010).

Hasta el momento la zona sigue manteniendo buenos niveles de recarga de acuíferos, sin embargo, la instalación de nuevos barrios puede producir una sobreexplotación de los acuíferos naturales (Paiva et al., 2000).

4.2 ECOBARRIO

4.2.1 Introducción

De acuerdo como viene evolucionando nuestra sociedad, las áreas urbanas se han convertido en elementos de contaminación del medio ambiente. Debido a que el ser humano consume de tal manera que no habrá suficientes recursos para las futuras generaciones.

De acuerdo con la ONU-Habitat, las ciudades consumen el 78% de la energía mundial y producen más del 60% de las emisiones de gases de efecto de invernadero. Sin embargo, abarcan menos del 2% de la superficie terrestre (ONU, n.d.).

Se necesita encontrar un equilibrio entre lo natural y artificial. Es necesario respetar los ciclos naturales, dejar de impedir el paso del agua al suelo, mejorar la gestión de los residuos urbanos que constituye uno de los factores que lideran la degradación ambiental, mejorar los patrones de consumo y de producciones insostenibles.

Una manera de minimizar estos impactos medioambientales es a través de los ecobarrios.

4.2.2 Concepto de Ecobarrio

No existe una definición de Ecobarrio, pero se puede describir como un proyecto urbano ecológico y sustentable, que busca disminuir los impactos medioambientales que se generan.

Buscan el ahorro de energía y recursos, a través de energías renovables y el aprovechamiento natural, tener una buena gestión de residuos, cerrar el ciclo de agua, integrar la agricultura ecológica y la naturaleza con el ejido urbano.

Aunque el concepto se hace público en 1999 (Rudlin & Falk, 1999) , ya había propuestas de ecobarrios en Europa en los años 1962, en Austria con la ciudad jardín de Puchenau en Linz.

El ecobarrio de mayor renombre en Europa es el ecobarrio Vauban que se desarrolló en la ciudad Alemana de Fritburgo entre 1993 y 2006. Consiguió grandes resultados, como la creación de más de 40 grupos de vivienda cooperativa. Cuenta con una gran eficiencia energética. Se promueve la instalación de paneles fotovoltaicos y colectores de energía solar, así como un plan para reducir el consumo de las viviendas. Así mismo, el ecobarrio cuenta con una planta de cogeneración de alta eficacia para dar calefacción a toda la zona que funciona mediante astillas. El tratamiento ecológico del agua se instala de manera transversal en gran parte de la estructura urbana. Por un lado en los propios espacios

verdes, que permiten la filtración del 80% de las lluvias en terreno natural. Existe un sistema de alcantarillado separativo en algunos equipamientos y viviendas. Además cuenta con dos iniciativas a nivel de movilidad urbana: “Barrio sin coches” y “Barrio sin estacionamiento”, priorizando la movilidad peatonal o en bicicleta (Gervasi, 2010).



Figura N° 8. Ecobarrio Vauban, Fritburgo, Alemania.

Los ecobarrios se han difundido durante las últimas décadas en Europa y recientemente en algunas ciudades de Latinoamérica, Están avanzando positivamente alrededor del mundo, cada vez existen más iniciativas y las personas se están concientizando hacia una cultura medioambiental.

4.3 AGUAS GRISES

4.3.1 Introducción

Los problemas relacionados con el incremento de la población, la mala gestión del recurso del agua, la ausencia de tecnología requerida para producir aguas residuales tratadas de alta calidad, que conduce a un aumento en el nivel de contaminación natural del agua y la escasez de recursos hídricos han generado, hace tiempo, una atención en el agua residual como un recurso próximo, manejable y cuya calidad es relativamente constante y conocida.

Para maximizar la posibilidad de reciclar y minimizar la energía requerida para el tratamiento, las aguas residuales industriales y domésticas se han tratado por separado (Metcalf y Eddy, 2003). En la mayoría de los países desarrollados, las aguas negras y las aguas grises se tratan también por separado. Estas prácticas son comunes en las áreas rurales de los países en desarrollo, para reducir la cantidad de aguas residuales

descargadas en la cámara séptica debido a la ausencia de una planta de tratamiento. Además, esto también se aplica en áreas áridas y semiáridas donde se utilizan aguas grises para riego.

4.3.2 Definición

Las aguas residuales domésticas generalmente se pueden dividir en dos categorías: aguas negras y aguas grises. El agua negra es el agua residual generada por los inodoros que tiene altas concentraciones de materia orgánica y gran cantidad de coliformes que pasan a la red cloacal.

Las aguas grises se definen como aguas residuales sin ningún aporte de los inodoros, lo que significa que corresponde a las aguas residuales producidas en bañeras, duchas, lavamanos, lavadoras y piletas de cocina, en hogares, oficinas, escuelas, etc.(Eva Eriksson et al., 2002).

Las aguas grises son generalmente bajas en materia orgánica y coliformes en comparación con las aguas negras.

Las definiciones y / o fuentes de aguas grises varían de un país a otro. Una subdivisión habitual es clasificar las aguas grises en claras y oscuras, siendo las primeras correspondientes a lavamanos, duchas, bañeras, y las segundas a lavadoras y lavaplatos (Bodnar et al., 2014).

4.3.3 Fuentes de las aguas grises

Las aguas grises pueden ser agrupadas en distintos grupos de acuerdo a su fuente de origen, a continuación, se describen las principales características de las fuentes más relevantes.

4.3.3.1 Cocina

Esta agua residual se origina por la preparación de los alimentos para consumir, como así también por la limpieza de la vajilla, cubiertos y/o utensilios utilizados.

Se encuentra muy contaminada físicamente con partículas de alimentos, grasas, aceites y otros desechos altamente contaminantes. Dado que las grasas pueden solidificarse y sumado a las partículas de alimentos presentes en el efluente, pueden causar obstrucciones o bloqueos en los sistemas de cañerías, si no se trata o se elimina del agua residual.

También está contaminada químicamente, ya que contiene detergentes y agentes de limpieza, y cuando se utilizan lavavajillas, el agua gris es muy alcalina. Las aguas grises de

la cocina, pueden ser perjudiciales para los suelos al alterar sus características a largo plazo.

La concentración total de nitrógeno de las aguas grises es menor que en las aguas residuales domésticas, ya que la orina, fuente principal de nitrógeno en éstas, no debería estar presente en las aguas grises. Las aguas residuales de la cocina contribuyen con los niveles más altos de nitrógeno en las aguas grises.

Microbiológicamente, se han encontrado concentraciones extremadamente altas de coliformes termotolerantes (2×10^9 ufc / 100 ml) en aguas grises de la cocina, pero las concentraciones más usuales parecen estar en el rango de menos de 10 a 10^6 ufc/100 ml. Las altas concentraciones de coliformes termotolerantes que a veces se encuentran en las aguas grises de la cocina son motivo de preocupación y deben manejarse de manera efectiva para prevenir la transmisión de enfermedades (Nsw Health, 2000).

Con respecto al lavavajillas estos son los contribuyentes más significativos del boro al agua gris, con un promedio cercano a 4 mg/l (Friedler, 2004). Un lavavajillas tiene 4–5 etapas de limpieza, y se descubrió que la etapa más contaminante es la segunda fase con 33% del volumen y 50%, 70%, 90%, 27%, 64% y 84% de la DQO, amoníaco, fósforo, tensioactivos aniónicos, cloruros y carga de boro, respectivamente (Friedler, 2004).

4.3.3.2 Baño

El agua residual del baño se conforma por los efluentes generados en la ducha o bañera y el lavabo, ésta se considera el tipo de agua gris menos contaminada.

El jabón es el contaminante químico más común, otros contaminantes presentes son el champú, los tintes para el cabello, la pasta de dientes y productos de cuidado personal, como así también contienen residuos del afeitado, piel, cabello, grasas corporales, pelusas y trazas de orina y heces.

Se caracteriza por tener bajos niveles de concentraciones de nitrógeno y fósforo total.

Los baños y las duchas son los principales contribuyentes a los coliformes fecales en aguas grises (Friedler, 2004). Microbiológicamente, las concentraciones de coliformes termotolerantes se encuentran en el rango de 10^4 a 10^6 ufc/100 ml (Nsw Health, 2000).

4.3.3.3 Lavarropa

El agua gris generado por el lavado de la ropa contiene concentraciones químicas más altas de jabones en polvo (sodio, fosfato, boro, tensioactivos, amoníaco, nitrógeno) y tiene un alto

contenido de sólidos en suspensión, pelusas, turbidez y demanda de oxígeno, y si se aplica a la tierra sin tratar puede provocar daños ambientales.

En resumen, la primera etapa en el funcionamiento de la lavadora aporta solo el 18% del volumen, pero aproximadamente el 64%, 40%, 30% y 34% del total de DQO, amoníaco, fósforo y tensioactivos aniónicos, respectivamente (E. Friedler, 2004).

Las aguas grises del primer enjuague y del segundo aún contienen una carga contaminante y representan una amenaza para la salud pública, aunque muy reducida.

Microbiológicamente, las cargas de coliformes termotolerantes varían de 10^7 ufc/100 ml a 25 ufc/100 ml para el segundo agua de enjuague (Nsw Health, 2000).

4.3.4 Cantidad de las aguas grises

La cantidad de aguas residuales generadas por cualquier hogar variará enormemente de acuerdo con la dinámica del hogar y estará influenciado por factores como el número de ocupantes, la edad de los ocupantes, sus características de estilo de vida, patrones de uso del agua (Nsw Health, 2000), costo del agua y clima (WHO, 2006).

El consumo de agua en áreas de bajos ingresos, con escasez de agua, y formas rudimentarias de suministro pueden ser tan bajos como 20-30 litros por persona por día, por lo tanto, producirán como máximo 15-20 litros por persona por día de aguas grises. Sin embargo, un miembro de un hogar perteneciente a un área más rica, con agua corriente, puede generar varios cientos de litros por día. Los datos de la literatura indican una cantidad típica de aguas grises de 90-120 litros por persona por día, con agua corriente, en casas sin escasez de agua. Esta cifra cae significativamente en áreas donde prevalecen la escasez de agua y los niveles más bajos de suministro de agua (Morel & Diener, 2006).

Por ejemplo, la cantidad máxima de aguas grises se registra en los EE. UU. y es de 281 litros por persona por día, mientras que las cantidades más bajas se registraron en Sudáfrica siendo 20 litros por persona por día (Holtzhausen, 2005).

Algunas encuestas de uso de agua realizadas en ciudades capitales de diferentes países, han identificado un flujo promedio de aguas residuales de 586 litros por día para cada hogar, dentro del cual, las aguas grises representan el 68% (WHO, 2006). Como se puede observar en la figura N° 8, el agua gris generada se debe principalmente a la ducha (48%) y al lavado de la ropa (34%).

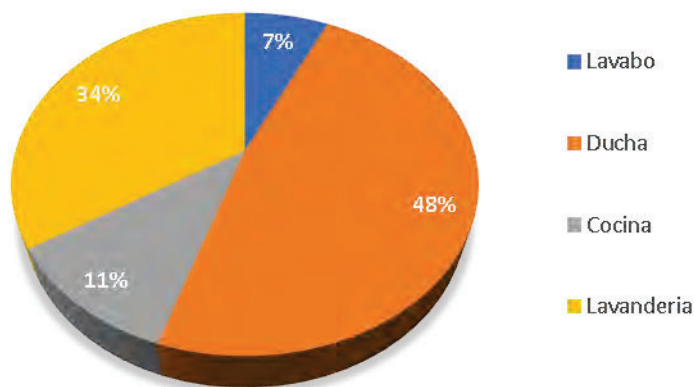


Figura N° 9. Distribución de las aguas grises generadas en el hogar.
Fuente. (WHO, 2006)

4.3.5 Composición de las aguas grises

La composición de las aguas grises es variable, depende principalmente del número de las personas en la vivienda, sus edades, de las actividades domésticas que estos realizan, es decir, de los hábitos de cocción, como así de también la cantidad y tipo de productos químicos empleados para lavar la ropa, limpiar los platos y bañarse. La calidad del suministro de agua y el tipo de red de distribución también afectan las características de las aguas grises.

En general, las aguas grises contienen altas concentraciones de materiales orgánicos fácilmente biodegradables y algunos componentes básicos que se generan en gran medida a partir de los hogares.

Caracterizar estas influencias permite una evaluación preliminar de la naturaleza del agua gris de cualquier fuente dada. Esto es importante para diseñar el sistema de tratamiento y reciclaje apropiado para un sistema de aguas grises y para evaluar los riesgos involucrados en su uso.

La caracterización de las aguas grises no se puede estandarizar, debido a las diferencias de calidad del agua potable, costumbres entre países, ciudades, pueblos y familias, pero se han realizado diferentes análisis en distintos países que permiten conocer la composición aproximada de éstas.

En la tabla N° 3, 4 se presentan las concentraciones normales para los parámetros de calidad de las aguas grises crudas domésticas combinadas (mezcla de todas las fuentes, duchas, lavamanos, lavarropa, lavaplatos y cocina) obtenidas en trece estudios realizados en distintos países.

Tabla N° 3. Caracterización de las Aguas Grises, según diversas fuentes.

PARAMETROS	UNIDADES	PAIS												
		INDIA ⁽¹⁾	NEPAL ⁽²⁾	COSTA ⁽³⁾	RICA BRASIL ⁽⁴⁾	HOLANDA ⁽⁵⁾	ALEMANIA ⁽⁶⁾	SUECIA ⁽⁷⁾	ISRAEL ⁽⁸⁾	USA ⁽⁹⁾	GRECIA ⁽¹⁰⁾	ESPAÑA ⁽¹¹⁾	TURQUIA ⁽¹²⁾	MALASIA ⁽¹³⁾
FISICOS														
SSST	mg/l	12 - 17,6	97,9		120			138	75	166	45 - 330	63	76	
Turbidez	NTU	20,6 - 38,7	96	254										
QUIMICOS														
pH		7,3 - 8,1				6,9 - 8,1	7,5	6,7	6,6			7,2		
Alcalinidad	mg/l	243,1 - 247						1400	1654		22 - 200	192		
Conductividad	µS/cm	489 - 550							1,35	0,2				
NO ₃ -N	mg/l	0,5 - 0,6	13,3	0,05	0,12				64,9	0,57			13	
NH ₄ -N	mg/l			2,4	0,6						2,1 - 31,5	7,4		
TKN	mg/l					6,9 - 8,1	9,7 - 16,6	14	73,8	4,4			37	
Nitrógeno Total	mg/l	42,8 - 57,7		8,8	29,9				18,2	0,55				
PO ₄ -P	mg/l	1,52 - 3,36	3,1	5,6				17	16,4	4,6		7,3	2,4	
Fosforo Total	mg/l	56 - 100	200,1	435	5,8	5,2 - 9,6		270	317	649	90 - 290	111	129	
DBO	mg/l	244 - 284	411,4	646	827	258 - 354		686	580	939		295	212	
DDO _{TOTAL}	mg/l				43,5			40					190	
Surfactantes	mg/l													
Grasa y aceites	mg/l													
MICROBIOLOGICOS														
Total Coliformes	UFC/100ml	3,74E+04 - 3,80E+04		5,40E+08										
Coliformes Fecales	UFC/100ml	3,48E+04 - 3,56E+04	1,50E+08					1,00E+06			1,00E+01 - 1,00E+06			
E. Coli	UFC/100ml			5,40E+08		7,50E+03 - 2,60E+05					1,00E+01 - 1,00E+05			

Fuentes: 1. (Mandal et al., 2011) . 2. (Shrestha et al., 2001) . 3. (Dallas et al., 2004) . 4. (Paulo et al., 2009) . 5. (Leal et al., 2010) . 6. (Z. Li et al., 2004) . 7. (Palmquist & Hanæus, 2005) . 8. (Gross et al., 2005) . 9. (Sharville & Roesner, 2012) . 10. (Noutsopoulos et al., 2018) . 11. (Santasmassas, 2018) . 12. (Seida Murat Hocaoglu et al., 2010) . 13. (Martin, 2005).

Tabla N° 4. Caracterización de aguas grises. Metales

ELEMENTOS	UNIDADES	PAIS				
		INDIA ⁽¹⁾	SUECIA ⁽²⁾	ISRAEL ⁽³⁾	USA ⁽⁴⁾	GRECIA ⁽⁵⁾
Al	mg/l		2,44			
B	mg/l	1,3 - 1,5		0,6	0,04	
Ca	mg/l		33,8		8,9	
Fe	mg/l		0,36		0,01	
K	mg/l	8,3 - 15,2	8,1		9,7	
Mg	mg/l		5,74		4,9	
Na	mg/l	43,8 - 48,1	77,6		35	
Zn	mg/l		0,064		0,15	0,1
As	µg/l					
Ba	µg/l		18,2			
Bi	µg/l		0,33			
Cd	µg/l		0,1			<0,15
Co	µg/l		1,36			
Cr	µg/l		3,7			2,4
Cu	µg/l		61,8			31
Hg	µg/l					
Mn	µg/l		12,1			
Ni	µg/l		11		<10	<5
Pb	µg/l		2,52			<2,5
Pt	µg/l		0,03			
Sb	µg/l		0,44			
Sn	µg/l		2,4			
Te	µg/l					
Zn	mg/l		0,0644 Zn		0,15	0,1

Fuentes: 1. (Mandal et al., 2011). 2. (Palmquist & Hanæus, 2005). 3.(Gross et al., 2005). 4. (Sharvelle & Roesner, 2012). 5.(Noutsopoulos et al., 2018).

Por otro lado en la tabla N° 5 se muestra un resumen de los parámetros que caracterizan las aguas grises, en base a los estudios analizados. Realizando un promedio de estos, tomando dicha caracterización, para el diseño de la planta de tratamiento.

Tabla N° 5. Resumen. Caracterización de aguas grises.

PARAMETROS	UNIDADES	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO
FISICOS				
SST	mg/l	104,24	12	330
Turbidez	NTU	126,55	20,6	254
QUIMICOS				
pH		7,1	6,6	8,1
Alcalinidad	mg/l	218,52	192	247
Conductividad	µS/cm	921,12	22	1654
NO ₃ -N	mg/l	0,454	0,05	1,35
NH ₄ -N	mg/l	13,76	0,57	64,9
TKN	mg/l	9,4	2,1	31,5
Nitrógeno Total	mg/l	26,77	4,4	73,8
PO ₄ -P	mg/l	7,64	0,55	18,2
Fosforo Total	mg/l	8,55	2,4	17
DBO	mg/l	269,46	56	649
DQO _{TOTAL}	mg/l	514,62	212	939
Surfactantes	mg/l	41,75	40	43,5
Grasas y aceites	mg/l	190	190	190
MICROBIOLOGICOS				
Total Colifórmes	UFC/100ml	2,70E+08	3,74E+04	5,40E+08
Colifórmes Fecales	UFC/100ml	3,79E+07	1,00E+01	1,50E+08
E. Coli	UFC/100ml	1,80E+08	1,00E+01	5,40E+08

Fuente: Tabla realizada a partir de la tabla N° 3.

A continuación, se describen las características físicas, químicas y microbianas de las aguas grises más relevantes.

4.3.5.1 Características Físicas

4.3.5.1.1 Temperatura

La temperatura de las aguas grises está influenciada por la temperatura de la fuente de agua y por la del ambiente. Esta es, generalmente, más alta que la del suministro de agua, dado por el uso de agua tibia o caliente para la higiene personal, como así también para el lavado de ropa y actividades de la cocina. Estas temperaturas no son críticas para los procesos de tratamiento biológico (la digestión aeróbica y anaeróbica ocurre dentro de un rango de 15-50 °C, con un rango óptimo de 25-35 °C) (Crites & Tchobanoglous, 1998). Estas altas temperaturas pueden favorecer el crecimiento microbiológico y también pueden causar la precipitación de ciertos carbonatos como el carbonato de calcio (Eva Eriksson et al., 2002).

4.3.5.1.2 Color

Justamente su nombre se debe a su color, que en muchos casos es de un tono gris. Las fuentes del color son principalmente sustancias colorantes que se agregan a productos como jabones y detergentes. El color generalmente se considera un desafío estético, por lo que se recomienda su eliminación durante el tratamiento.

4.3.5.1.3 Sólidos suspendidos y turbidez

El índice principal para describir los sólidos en las aguas residuales en general, y específicamente en las aguas grises, es el de sólidos suspendidos totales (SST).

Las fuentes de los SST en las aguas grises son residuos de alimentos, tierra, polvo, partículas de cabello, piel y fibras provenientes del lavarropa (Eriksson et al., 2002).

Estas partículas coloides causan turbidez en el agua e incluso pueden provocar la obstrucción física de tuberías, bombas y filtros utilizados en los procesos de tratamiento. Especialmente las fibras no biodegradables de la ropa (poliéster, nylon, polietileno), detergentes en polvo y jabones, así como los coloides son las principales razones de la obstrucción física.

La turbidez causa daños estéticos, puede disminuir la eficiencia de desinfección y puede afectar la confiabilidad de las pruebas analíticas (World Health Organization, 2017).

4.3.5.2 Características Químicas

4.3.5.2.1 pH y alcalinidad

Para expresar la concentración de iones de hidrógeno (protones) en el agua, se utiliza el pH, el cual indica si un líquido es ácido o básico. El valor del pH de las aguas grises depende principalmente del valor de pH correspondiente al agua de suministro.

El valor de éste para evitar impactos negativos en el suelo y en las plantas es dentro de un rango de 6,5 a 8,4 (Álvaro García, 1954), generalmente el aguas gris se encuentra dentro de este rango óptimo. El pH de las aguas grises que se originan en el lavarropa es aún más básico, con un rango de 7,27 a 10,15 (Bodnar et al., 2014), debido a que los polvos y líquidos utilizados para el lavado de la ropa están compuestos de materiales básicos que contienen iones de hidróxido (OH^-), que aumentan el pH.

La alcalinidad es una medida de iones en el agua que son capaces de recibir un protón (H^+), y expresa la capacidad de amortiguación del agua, o la capacidad del agua para resistir un cambio en el pH cuando se introducen materiales base o ácidos. El agua con una capacidad tampón baja (alcalinidad baja) sufre fluctuaciones en el pH, mientras que el agua con una capacidad tampón alta tiene un pH estable.

El principal contribuyente a la alcalinidad es la fuente de agua. Los jabones y los productos basados en jabón, contribuyen a ésta. Como así también los detergentes, dado que la alcalinidad facilita la remoción de grasas y aceites, y todos los detergentes utilizados en el lavavajilla son alcalinos, como la mayoría de los limpiadores.

El riego con agua de baja alcalinidad puede ser perjudicial para las plantas y microorganismos que viven en el suelo, por la tendencia que presenta el pH del sustrato a disminuir con el tiempo, lo cual puede provocar problemas de toxicidad por micronutrientes.

En los sistemas de tratamiento de aguas grises, las reacciones químicas naturales pueden alterar la alcalinidad del agua. Dado que el proceso de nitrificación consume alcalinidad y el proceso de desnitrificación contribuye a la alcalinidad; sin embargo, no se espera que estos procesos ocurran en aguas grises crudas.

4.3.5.2.2 Demando biológica y química de oxígeno

La demanda química de oxígeno (DQO) del agua, representa la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO_2 y H_2O . En cambio, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que tiene el agua, representa la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias, hongos y

plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. En la DBO, sólo se detecta el material orgánico degradado biológicamente o que es biodegradable, mientras que en la DQO se busca la oxidación completa de la muestra, de manera que todo el material orgánico, biodegradable y no biodegradable, es químicamente oxidado. Para una muestra dada de agua, el valor de DQO siempre ha de ser mayor que el de DBO.

En aguas grises en general, e incluso en aguas grises claras, las concentraciones de DQO y DBO_5 varían, llegando a veces a cientos de mg/l. Las principales fuentes de DQO y DBO_5 en las aguas grises son los tensioactivos de detergentes en polvo o líquidos para lavar (Eva Eriksson et al., 2002).

La relación DQO:DBO es un buen indicador de la biodegradabilidad de las aguas grises. Cuanto mayor es esta proporción, menor es la proporción de materia orgánica biodegradable en relación con el material orgánico total (biodegradable + no biodegradable) y viceversa. Una relación DQO:DBO por debajo de 2.5 indica aguas residuales fácilmente degradables. Si bien las aguas grises generalmente se consideran fácilmente biodegradables (F. Li et al., 2009), diferentes estudios indican una baja biodegradabilidad de las aguas grises con relaciones DQO:DBO de 2.9 a 3.6 (Jefferson et al., 2004). Esto se atribuye al hecho de que la biodegradabilidad de las aguas grises dependen principalmente del tipo de tensioactivos sintéticos utilizados en los detergentes y de la cantidad de aceite y grasa presente.

4.3.5.2.3 Conductividad eléctrica

La conductividad es una medida de la habilidad del agua para conducir la electricidad, la cual está relacionada con la concentración de iones disueltos, nos proporciona una estimación instantánea de la concentración de sales disueltas.

La alta salinidad puede afectar la vegetación y las propiedades del suelo, causando la salinización del agua subterránea.

De todas las sales, el sodio, que es muy común en el uso doméstico, puede causar el mayor daño al suelo. El sodio se usa en el procesamiento de alimentos, en el ablandamiento del agua (intercambio iónico) y en los detergentes como material de estructura. Como tal, a menudo suele ser la concentración de ion más alta en aguas grises.

El nivel de salinidad en el suelo se cuantifica en términos del índice de relación de adsorción de sodio respecto al calcio y magnesio (RAS). La acumulación de sodio en el suelo debido

al riego frecuente, con aguas grises, conduce a la degradación de la permeabilidad y composición del suelo, y un valor alto de RAS en el suelo conduce a reducir la conductividad hidráulica saturada (Gross et al., 2008).

Otras fuentes importantes de sales son los jabones a base de sodio, nitrógeno y fósforo, que se encuentran en detergentes (Morel & Diener, 2006).

4.3.5.2.4 Nutrientes (Fósforo, Nitrógeno)

Las aguas grises normalmente contienen bajos niveles de nutrientes en comparación con las aguas negras, dado que la mayoría de los compuestos de nitrógeno se excretan por el inodoro.

Sin embargo, los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo son parámetros importantes dado su valor de fertilización para las plantas, su relevancia para los procesos de tratamiento natural y su posible impacto negativo en el medio ambiente acuático. Especialmente los altos contenidos de fósforo que a veces se observan en aguas grises pueden conducir a problemas como el crecimiento de algas en el agua receptora (Morel & Diener, 2006).

La cantidad más significativa de nitrógeno en las aguas grises proviene de las aguas residuales de la cocina, que se originan de las sobras de alimentos, como la carne, que contiene proteínas. La proteína contiene aproximadamente 16,25% de nitrógeno (Eva Eriksson et al., 2002). Otras fuentes de nitrógeno se encuentran en las aguas grises generadas por el lavado de la ropa y en la ducha. En la primera, la presencia de nitrógeno es debido a los tensioactivos catiónicos de suavizantes de telas y agentes desinfectantes para la ropa. La segunda se da sobre todo si es una casa con niños, ya que estos pueden orinar en la ducha, y la orina cuenta con una concentración alta de nitrógeno que, incluso una pequeña cantidad es suficiente para contribuir cantidades cuantificables al recuento total de nitrógeno.

Con respecto al fósforo, su mayoría se origina en los detergentes en polvo y líquidos utilizados para el lavado de ropa y de vajillas. En aquellos países donde su agregado a los detergentes no fue prohibido su presencia es mayor. La mayor utilización de los lavavajillas genera un aumento de las cantidades de fósforo en las aguas residuales (Meinzinger & Oldenburg, 2009).

Uno de los factores que afectan la capacidad de biodegradación de la materia orgánica en las aguas residuales es el equilibrio entre nutrientes y sustancias orgánicas. La relación DQO / N / P que se considera óptima para el tratamiento biológico es de 100: 20: 1 (Metcalf

and Eddy, 1991), las calidades de las aguas grises varían ampliamente entre las diferentes fuentes e incluso dentro de la misma fuente en diferentes momentos, y por lo tanto su biodegradación no es obvia. Por ejemplo, en mediciones de la relación DQO / N / P en aguas grises de baño, ducha y lavamanos, las relaciones fueron 100: 2.25: 0.06, 100: 2.91: 0.05 y 100: 1.77: 0.06, respectivamente (Jefferson et al., 2004). Estas proporciones indican que el agua gris probada era pobre en nitrógeno y fósforo y no era óptima para el tratamiento biológico.

4.3.5.2.5 Metales Pesados

Dentro de los metales pesados, los denominados oligoelementos, desempeñan un papel esencial en el metabolismo celular y deben estar presentes en cantidades suficientes en la alimentación cotidiana. La reproducción y la supervivencia serían imposibles en ausencia de estos iones metálicos que se hallan tanto en los vertebrados e invertebrados como en los vegetales (Gonzalez-Meneses, 1998). Algunos de éstos serían el cobre (Cu), el zinc (Zn) y el níquel (Ni), que en alta concentración se convierten en tóxicos para las células. También hay metales pesados sin función biológica conocida, cuya presencia en determinadas cantidades en seres vivos lleva aparejadas disfunciones en el funcionamiento de sus organismos. Resultan altamente tóxicos y presentan la propiedad de acumularse en los organismos vivos, elementos tales como el cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb) , antimonio (Sb), bismuto (Bi), estaño Sn, titanio (Ti) (García, I., & Dorronsoro, 2005).

Los metales pesados en las aguas grises se originan principalmente a partir de los detergentes y productos químicos utilizados para bañarse y lavar la ropa, como así también para lavar la vajilla (Lucia Hernández Leal et al., 2007). Otras fuentes de potenciales de metales en las aguas grises, particularmente de Cd, Hg, Ni y Pb, son materiales provenientes de tuberías, cubiertos, joyas, monedas, productos de mantenimiento doméstico, artesanías. materiales y productos, e incluso amalgama de empastes dentales(E. Eriksson & Donner, 2009).

La concentración de metales pesados en las aguas grises suele ser muy baja (Jefferson et al., 2004).

4.3.5.2.6 Compuestos Xenobióticos

Un compuesto xenobiótico comprende sustancias que son ajenas al sistema biológico. En el contexto del tratamiento de aguas residuales abarca compuestos químicos que no se producen de forma natural, que son artificiales. Suelen ser contaminantes, en exceso de concentración de determinados ambientes y generalmente ejercen algún tipo de efecto

sobre los seres vivos, aunque no tengan toxicidad aguda. Al ser artificial presenta dos consecuencias, la primera la degradabilidad de los xenobióticos está restringida ya que depende de la disponibilidad de la enzima adecuada y la segunda, los xenobióticos pueden dañar los microorganismos y, por lo tanto, afectar su función para degradar los contaminantes.

En aguas grises, estos compuestos se originan principalmente en productos químicos utilizados en el hogar. Los estudios han encontrado aproximadamente 900 sustancias xenobióticas en aguas grises, procedentes de sustancias utilizadas en baños y lavarropas. Un estudio de aguas grises de las duchas en Dinamarca encontró 200 sustancias xenobióticas, incluidos surfactantes, agentes espumantes, potenciadores del sabor, conservantes, antioxidantes y suavizantes (Eriksson et al., 2002)

Los surfactantes representan los xenobióticos principales en aguas grises. Se utilizan en la producción de detergentes y productos de higiene que se utilizan ampliamente para bañarse y lavar ropa. Los tipos de detergentes utilizados contribuyen a las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas grises.

Novecientos compuestos fueron evaluados a través de una evaluación de riesgos en una escala del 1 al 8 de acuerdo con el alcance de su daño al medio ambiente. Se encontró suficiente información sobre degradabilidad, toxicidad y acumulación en el medio ambiente para sólo 211 compuestos. Sesenta y seis sustancias se clasificaron entre los tres niveles principales (por tener el mayor impacto). De estos, 34 eran tensioactivos (anfóteros, aniónicos, catiónicos y no iónicos), 6 eran conservantes y 7 eran suavizantes. Se puede suponer que cuando se recopila información para los otros 700 compuestos, aumentará el número de sustancias que tienen un impacto significativo en el medio ambiente (Eriksson et al., 2002).

4.3.5.3 Características Microbiológicas

Las aguas grises a diferencia de las aguas residuales domésticas, como se mencionó anteriormente, no cuentan con el aporte de materia fecal sólida. A pesar de esto las concentraciones de los patógenos no son insignificantes, muchos agentes infecciosos en aguas grises han sido reportados en la literatura. Entre ellos, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, Enterococos, *Klebsiella pneumoniae* y *Salmonella spp.* así como *Cryptosporidium parvum* y

Giardia lamblia (Benami et al., 2015; Birks et al., 2004; Birks & Hills, 2007; Eva Eriksson et al., 2002; Ottosson, 2003).

La diversidad de patógenos en las aguas grises depende de muchos factores, como la temperatura, los hábitos de higiene personal, el número de ocupantes en una casa, la distribución por edad de los miembros del hogar. Se debe esperar una alta contaminación fecal, la cual se expresa por indicadores fecales tales como los coliformes fecales, donde haya bebés y niños pequeños, debido al lavado de estos después de la defecación, cambio de pañales.

Las bacterias patógenas más comunes en las aguas grises generadas por el baño y el lavado de la ropa son *P. aeruginosa* y porque estas bacterias son parte de la flora normal que coloniza la superficie del cuerpo, así como la boca, la nariz y las orejas. En contraste, el contenido de *Salmonella spp.* y *Campylobacter spp.* podría estar alto en las aguas grises de la cocina, como resultado del procesamiento de alimentos en la cocina (Ottosson Jakob & Thor Axel Stenström, 2003).

Además, la inclusión de aguas grises de baño y el lavado de ropa con aguas grises de la cocina podría mejorar la multiplicación bacteriana y el crecimiento debido a la presencia de un alto contenido de nutrientes (Ottosson Jakob & Thor Axel Stenström, 2003).

4.3.6 Reutilización de las aguas grises

Las aguas grises representan la principal alternativa como recurso hídrico, para superar en aquellos países, ciudades, etc. que presenten el problema de escasez de agua. La reutilización de éstas, permiten minimizar el consumo de agua potable y disminuir los aportes de contaminantes al medio ambiente. Las mismas pueden reemplazar la mayor parte del uso del agua potable en actividades tales como el riego de áreas verdes, ya sean de jardines residenciales, parques, campos de golf, canchas deportivas, como así también debido a su composición con nutrientes y microelementos para el riego de plantas y cultivos, pudiendo mejorar la calidad del crecimiento de estos. Otra opción es utilizarlas en la limpieza de calles, vehículos, descarga de inodoro, protección contra incendio, como agua de alimentación de calderas, etc., siempre y cuando se gestione la reutilización de manera adecuada, higiénica y sostenible, cumpliendo la normativa correspondiente. El solo uso en la descarga del inodoro representa un ahorro del 30% del consumo del agua en el hogar (Karpiscak et al., 1990).

Además, hay que tener en cuenta que la reutilización de las aguas grises genera una cadena de ahorros derivados de varios hechos: primero, por estar consumiendo menos agua potable del prestador del servicio; segundo, por disminuir el costo de tratamiento; tercero, por la disminución en el tamaño del tratamiento final para descarga y, por último, por la posibilidad de liberar agua para otros usos o usuarios (García Orozco, 1982).

En los países densamente poblados y en desarrollo, la reutilización del agua, en línea con la planificación y el desarrollo urbano, siempre ha sido una necesidad. En la comunidad global desarrollada, los países involucrados en la investigación activa y el uso de sistemas de reutilización de aguas grises incluyen Japón, Estados Unidos, Alemania, Canadá, Reino Unido, Suecia y Australia (Kaduvinal Varghese, 2007).

En los Estados Unidos, varios estados han desarrollado legislación para permitir la reutilización de las aguas grises en diferentes casos. Por ejemplo, en Santa Bárbara, ya se permitía su uso a principios del siglo XIX, y en Arizona se permite el uso de aguas grises para el riego doméstico.

En el Reino Unido las distintas agencias (Agencia de Medio Ambiente y CIRIA) han publicado estudios sobre el tratamiento de reutilización de aguas grises. Los cuales se centraron sobre varias plantas pilotos instaladas en distintas partes del país donde las aguas grises tratadas se usaron en la descarga del inodoro.

En Japón la reutilización de aguas grises abarca desde el uso de simples urinarios que lavan el tazón con agua de lavado de manos, hasta complejos sistemas de reciclaje en bloques de oficinas.

En la ciudad capital de Tokio, el reciclaje de aguas grises es obligatorio para edificios con un área mayor de 30.000 m² o con una demanda potencial no potable de más de 100 m³/día. Para compensar los costos asociados con la construcción, el Ministerio de Construcción japonés otorga subsidios de hasta el 50 por ciento de los costos de capital. El gobierno también ayuda a conectar los sistemas comerciales de aguas grises al sistema de alcantarillado público (Chung & White, 2010).

Más de la mitad (55%) de todos los hogares australianos estaban utilizando aguas grises en 2007, según las cifras publicadas por la Oficina de Estadística de Australia (Australian Bureau Statistics, 2007). La tendencia general es que los sistemas de tratamientos de aguas grises son instalados principalmente por propietarios privados, y no por el gobierno. El gobierno utiliza su financiamiento para subsidiar la instalación privada de sistemas de

reutilización de aguas grises y para educar a las personas sobre los beneficios de la reutilización de aguas grises, junto con las tecnologías adecuadas para usar y los métodos de uso de las tecnologías.

Con respecto a Argentina, se está comenzando a implementar la reutilización de aguas grises, en Chubut, La Pampa, Salta, Buenos Aires y en especial en provincias como Mendoza y San Juan que presentan escasez hídrica.

El gobierno de la provincia de Mendoza elabora estrategias para disminuir el déficit del recurso de agua y analiza prototipos que permitirían poner en marcha un sistema de doble cañerías en loteos nuevos y barrios, mediante el cual por una ingresaría el agua potable, y por la otra, la de que podría destinarse al riego. En el Gran Mendoza y en San Rafael existen varios emprendimientos urbanísticos. Implementados, como la Finca La Escondida ubicada en Las Paredes, San Rafael. Esta se ideó con un concepto sustentable y el loteo se proyectó con riego por aspersión centralizado con un sistema de recuperación de aguas grises. Otro caso es el barrio Rincón de Terrada, ubicado en Lujan de Cuyo, en el cual se realiza el tratamiento diferenciado de aguas negras y grises. En donde estas últimas se recuperan para riego y mochila de inodoros.

En la provincia de San Juan en el año 2014 se comenzó con el programa PRO Huerta el cual se propuso el desafío de promover la autoproducción de alimentos en los hogares, involucrando a todos sus miembros. Para riego de huertas, en los barrios generalmente se utiliza agua potable que proviene de la red domiciliaria.

En varias zonas rurales de la provincia, la distribución del agua potable, es realizada a través de Uniones Vecinales, que limitan el horario de uso para fines diferentes al consumo humano. Estas restricciones, suelen entrar en contradicción con el fomento y la instalación de las huertas domiciliarias.

Para acercar soluciones a esta situación, desde la AER San Martín, en conjunto con el IPAF región Cuyo, se ejecutó el pre-proyecto PROFEDER “Reutilización de aguas grises para riego de huertas y jardines en dos comunidades de San Martín y Angaco”, con el objetivo de generar, validar y adaptar sistemas de riego para huertas, con el menor consumo de agua posible, fomentando la reutilización de las aguas grises: desagote de lavarropas, cocina y ducha (Celi et al., 2014).

En La Pampa, en el año 2015, se comenzó a gestionar un proyecto de un country en la localidad de Toay llamado Villa Soñada, en el cual los propietarios tienen pensado

implementar un sistema de tratamiento de aguas grises para hacer un uso racional del recurso y no desechar nada (“Quieren Construir Un Country En Toay,” 2016).

Al este de la ciudad de Salta, se encuentra el barrio de Floresta, que recientemente cuenta con servicio de agua potable, pero aun sin red de cloacas. Como las aguas grises se vuelcan a las calles, las cuales se encuentran sin asfalto, se genera un gran lodazal, siendo el mismo el culpable de provocar infecciones sobre todos en los niños que juegan in situ. Debido a esta situación una vecina se reunió con Ingenieros del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y de Aguas del Norte, empresa prestadora de los servicios de agua potable y desagües cloacales en la Provincia de Salta, para diseñar un sistema económico que les permita a los vecinos tratar las aguas grises y reutilizarlas. Se realizaron dos prototipos, uno con un filtro de un paso que puede usarse para regar árboles y plantas florales, y otro un filtro de tres pasos (con una planta acuífera que ozoniza el agua) para poder regar especias aromáticas y hortalizas (Bernardita, 2019).

El Refugio de Lobos es un proyecto de un barrio único ubicado sobre el mar, encontrándose a 15 km de Comodoro Rivadavia, la ciudad más importante de la Patagonia Argentina y a sólo 7 km de Rada Tilly, una de las ciudades más prósperas de la región por su constante crecimiento económico y poblacional, siendo además el balneario más austral de América, rodeado de cerros y acantilados, vegetación autóctona y fauna de la región. Y al sur de la reserva natural Punta del Marqués (encontrándose fuera de su zona de amortiguación). El mismo cuenta con 65 has. de superficie, con 361 lotes de 720 m² promedio. El futuro barrio cuenta con características sustentables y amigables al medio ambiente, esta iniciativa contempla el manejo de efluentes con generación de aguas grises para riego (JPU Desarrollos, 2018)

En la provincia de Buenos Aires existen varios emprendimientos urbanísticos, con el concepto de ecobarrio o barrio ecológico, en donde se busca minimizar el impacto en el medio ambiente contemplando autonomía energética, disminución de la huella ecológica. El primero de éstos en gestarse en todo el país, fue justamente en Buenos Aires el Hudson Park en el año 2009, que contempla entre varias características la reutilización de agua de lluvia para riego, de aguas grises tratadas para descargas de inodoros. Cuenta con más de 380 lotes, con superficies a partir de los 600 m² (Urban Network, n.d.). Otro caso es la Ecovilla Gaia que se encuentra ubicado en partido de Navarro. Desde junio de 1996, el campo comenzó a tener un manejo totalmente agroecológico. Con el desarrollo de un complejo y sólido diseño, se realizó una primera etapa de 12 años para el mejoramiento del

suelo por manejo del pastizal. Además, se fomentó el crecimiento de acacias negras por sus múltiples funciones benéficas y desde el 2008 se comenzaron las plantaciones de forestales y frutales. Es el primer proyecto en el país en su tipo, por la gran variedad de árboles de diferentes especies plantadas e intercaladas con fines productivos. Esto le brinda al sistema una mayor producción por hectárea, mejor cuidado del suelo y niveles máximos de resistencia. En el 2017 se loteo parte del campo creando el Condominio Primavera y el Condominio Amanecer donde se ofrecen chacras ecológicas para vivienda, eco-turismo, producción hortícola, árboles frutales y/o árboles forestales de maderas nobles. En estos se realiza el tratamiento de aguas grises para reutilizarse para riego (*Asociación Gaia*, 2017).

4.3.7 Legislación

4.3.7.1 Internacional

A nivel global es amplia la cantidad de países que han legislado la reutilización de las aguas servidas y un número menor han incluido la reutilización de las aguas grises. Estos son en general países desarrollados, como, Estados Unidos, Reino Unido, Australia, etc.

En Estados Unidos la legislación depende de cada estado, de los 50 estados en 36 la reutilización de las aguas grises se encuentra regulada, variando los límites exigidos y los tipos de reúsos permitidos, no existe normativa a nivel nacional.

California fue el primer estado en legislar respecto al tema en 1977 (State Board Resolution No. 77-1). La normativa actual, incluye una serie de instrucciones, siendo las más destacadas las siguientes: (i) un mínimo de filtro de malla de 115 micrones a una pulgada (o capacidad de filtración equivalente) con un caudal de 95 l/min; (ii) las aguas grises deben aplicarse mediante riego subterráneo, riego de árboles y arbustos no consumibles; (iii) la velocidad máxima de flujo de los emisores debe ser de 8 l/h, y; (iv) se debe construir un tanque de compensación con material sólido y duradero que proporcione agua para riego. La turbidez media del agua aplicada no debe exceder 2 NTU (máximo de 5 NTU). La media de coliformes totales debe ser inferior a 2,2 NMP/100 ml y un máximo de 23 NMP/100 ml (Oron et al., 2014).

Australia cuenta con la National Guidelines for Water Recycling, publicada en el 2006, es un documento referido a la reutilización, enfocado principalmente a la seguridad humana y ambiental. Además de esta guía, los estados y territorios, exceptuando el Territorio Norte de Australia, poseen regulaciones para el uso de las aguas grises tratadas. En todos ellos se permite reutilizar esta agua cumpliendo parámetros de calidad impuestos. Entre los usos regulados se encuentran: riego, descarga de inodoros, lavarropa y lavado de autos. Los

usos permitidos y los parámetros exigidos varían de una regulación a otra, así como también, si se permite el reúso en todo lugar o solamente en sectores sin red pluvial, como es el caso de la legislación de Tasmania.

Las autoridades del Reino Unido emitieron lineamientos para la reutilización de las aguas grises (BS 2010 8525-1, 2010; BS 8525-2 2011). Las aguas grises provenientes de instalaciones individuales tienen el potencial de ser reutilizadas en el sitio para riego de jardines y césped, para descarga de inodoros.

4.3.7.2 Nacional

La reutilización de aguas residuales tratadas, fundamentalmente con fines agrícola o forestal, atraviesa hoy en día un período de expansión en la Argentina. Tal como he expresado anteriormente, existen experiencias en la reutilización de aguas residuales tratadas en el país, como las que se presentan en la provincia de Mendoza, mayoritariamente para riego agrícola; en las localidades de Puerto Madryn, Rada Tilly y Comodoro Rivadavia, en la provincia de Chubut con fines forestales; y en Villa Nueva, provincia de Córdoba, destinada al riego hortícola, florícola y forestal.

En el caso de la Provincia de Mendoza, posee un organismo de control de estas actividades el Departamento General de Irrigación, que cuenta con una legislación que reglamenta el uso de esta agua, determinando en que cultivos puede utilizarse la misma, conforme al tratamiento que se les ha realizado previamente, y estableciendo penas para aquellos usuarios que no cumplan con las normas establecidas. El marco normativo del reúso agrícola, se encuentra conformado por las resoluciones 461/98, que reglamenta el vertido de efluentes al ducto Pescara y del efluente final del sistema a reúso; la 627/00 que reglamente el reúso del agua de origen industrial y la 400/03 que reglamenta el reúso de efluentes cloacales.

En la ciudad de Puerto Madryn, provincia de Chubut, desde el año 1998 se lleva a cabo el tratamiento de líquidos cloacales, a través de la planta de tratamiento Norte. Esas aguas son recolectadas por la red cloacal, pre-tratadas y bombeadas a una laguna facultativa en la que los líquidos crudos reciben un tratamiento biológico por retención y circulación.

En el año 2006, se dictó la Ordenanza Municipal N° 6301 "Reglamento del Reúso de los Efluentes Cloacales Tratados para Riego Forestal".

En la provincia de Córdoba en el año 2016, se dictó el decreto N° 847/16, el cual establece los mecanismos de control, fiscalización y seguimiento de las actividades antrópicas que se

vinculan a la gestión en materia hídrica, fijando estándares de emisión o efluente, estándares tecnológicos y ambientales para los vertidos de efluentes líquidos a cuerpos receptores del dominio público provincial, promoviendo el uso de los recursos hídricos con visión de sustentabilidad. Quedan comprendidos en los alcances de esta normativa las actividades antrópicas de origen industrial, comercial, de servicio, emprendimientos urbanísticos, agropecuarios y cualquier obra o acción que genere efluentes líquidos, que directa o indirectamente, alcancen o afecten, a través de evacuación, inyección, disposición, depósito o por cualquier otro medio las aguas superficiales y/o subterráneas del dominio público provincial quedando prohibida su descarga a las mismas, salvo aquellos casos que expresamente autorice la Autoridad de Aplicación, a través de la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación.

Dispone los lineamientos para el reúso de efluentes líquidos y el uso agronómico de efluentes. Clasificando a los efluentes según el tipo de reúso, como a continuación se describe:

- Reúso urbano (Tipo 1): Riego de todo tipo de zonas verdes (campos de golf, parques, cementerios, etc.), lavado de automóviles, inodoros, combate de incendios, y otros usos con similar acceso o exposición al agua. Personas expuestas: público en general y trabajadores.
- Reúso para riego con acceso restringido (Tipo 2): Cultivo de césped, silvicultura, y otras áreas donde el acceso del público es prohibido, restringido o poco frecuente. Personas expuestas: trabajadores.
- Reúso agrícola en cultivos de alimentos que no se procesan comercialmente (Tipo 3): Riego de cualquier cultivo comestible, incluyendo aquellos que se consumen crudos. Personas expuestas: público en general y trabajadores.
- Reúso agrícola en cultivos de alimentos que se procesan comercialmente (Tipo 4): Estos cultivos son aquellos que, previo a su venta al público, han recibido el procesamiento físico o químico necesario para la destrucción de los organismos patógenos que pudieran contener. Personas expuestas: trabajadores.
- Reúso agrícola en cultivos no alimenticios (Tipo 5): Riego de pastos para ganado lechero, forrajes, cultivos de fibras y semillas y otros cultivos no alimenticios. Personas expuestas: trabajadores.
- Reúso recreativo (Tipo 6): Contacto incidental (pesca, canotaje, etc.), y contacto primario con aguas regeneradas. Personas expuestas: Público en general y trabajadores.

Legajo: CYT-5427

- Reúso paisajístico (Tipo 7): Aprovechamientos estéticos donde el contacto con el público no es permitido, y dicha prohibición esté claramente rotulada. Personas expuestas: trabajadores.
- Reúso en la construcción (Tipo 8); Compactación de suelos, control del polvo, lavado de materiales, producción de concreto. Personas expuestas: trabajadores.

Y determina los estándares que se deben cumplir para cada tipo de uso, como se observan en las tablas N° 6,7,8 y 9.

Tabla N° 6. Estándares físicos.

Estándar	Unidades	Valor máximo permitido
Temperatura	°C	≤ 40
Ph	UpH	≤ 6,5 a 8
Conductividad	µmho/cm	≤ 1000
Sólidos disueltos	mg/L	≤ 500
Sólidos suspendidos	mg/L	≤ 50
RAS		≤ 3

Fuente: (Ministerio de agua ambiente y servicios publicos, 2016)

Tabla N° 7. Estándares biológicos y orgánicos.

Estándar	Unidades	Valor máximo permitido	
		Tipo 1-3-6	Tipo 2-4-5-7-8
DBO ₅	mg/L	30	≤ 30
Nematodos intestinales ^a	media aritmética n° de huevos por litro ^b	<1	≤1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	<200	≤ 1000

a-Especies Ascaris y Trichuris y anquilostomas

b-Durante el periodo de riego

Fuente: (Ministerio de agua ambiente y servicios públicos, 2016)

Tabla N° 8. Estándares químicos.

Estándar	Unidades	Valor máximo permitido
Aluminio	mg/L	≤ 5
Antimonio	mg/L	≤ 0,1
Arsénico	mg/L	≤ 0,1
Berilio	mg/L	≤ 0,1
Bicarbonatos	mg/L	≤ 100
Boro	mg/L	≤ 0,7
Cadmio	mg/L	≤ 0,01
Carbonato de sodio	mg/L	≤ 2,5
Cianuros	mg/L	≤ 0,02
Cloruro	mg/L	≤ 142
Cobalto	mg/L	≤ 0,1
Cobre	mg/L	≤ 0,2
Cromo total	mg/L	≤ 0,1
Fluoruro	mg/L	≤ 1,5
Fosfatos	mg/L	≤ 5
Hierro	mg/L	≤ 5
Litio	mg/L	≤ 2,5
Manganeso	mg/L	≤ 0,2
Mercurio	mg/L	≤ 0,001
Nitrógeno (Kjeldahl)	mg/L	≤ 30
Nitratos	mg/L	≤ 30
Niquel	mg/L	≤ 0,2
Plomo	mg/L	≤ 0,5
Potasio	mg/L	≤ 250
Selenio	mg/L	≤ 0,02
Sodio	mg/L	≤ 250
Sulfatos	mg/L	≤ 130
Vanadio	mg/L	≤ 0,1
Zinc	mg/L	≤ 2

Fuente: (Ministerio de agua ambiente y servicios publicos, 2016)

Tabla N° 9. Estándares plaguicidas.

Estándar	Unidades	Valor máximo permitido
Aldrin	mg/L	≤ 0,1
Acroleina	mg/L	≤ 0,2
Clordano	mg/L	≤ 0,03

Fuente: (Ministerio de agua ambiente y servicios publicos, 2016)

Con respecto a la provincia de Buenos Aires cuenta con una normativa relacionada al vertido de efluentes y a las normas de calidad en que deben ser vertidos. Como la Ley N° 5965 de Protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera, establece normas para vertidos de efluentes líquidos residuales y/o industriales a distintos receptores, dictada en 1958. Posterior a esta, se establecieron normas de calidad de los vertidos de efluentes residuales y/o industriales a los distintos cuerpos receptores de la provincia, en el marco de la Ley N° 8.065/73 y las resoluciones N° 103/83, 287/90, 869/90; 389/98 y 336/03.

La Ley N° 12.257/99 (Código de aguas), y sus decretos reglamentarios, además establecen los regímenes de protección, conservación y manejo de los recursos hídricos de la provincia de Buenos Aires y crea la Autoridad del Agua (ADA), como entidad de aplicación.

Por otro lado en la provincia se cuenta con La Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) que es el ente interjurisdiccional de derecho público creado por la Ley nacional 26.168, que tiene a su cargo la ejecución del Plan Integral de Saneamiento Ambiental de la Cuenca del Río Matanza-Riachuelo. El mismo dictó resoluciones como la N° 283/2019 que establece los parámetros que deben cumplir efluentes líquidos residuales y/o industriales según el tipo de cuerpo receptor.

No existe a nivel nacional una legislación sobre la reutilización de las aguas grises, por consiguiente, tampoco cuáles son los parámetros que debería cumplir el agua de reúso para los distintos usos que se pudieran realizar.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, la única normativa aplicable a la reutilización de aguas grises dictadas en el país es la correspondiente a la de la provincia de Córdoba, la cual establece de manera clara y concisa los parámetros correspondientes a las aguas de reúso según su tipo de utilización.

4.3.8 Sistemas de tratamiento de las aguas grises

Los sistemas de tratamiento de aguas grises implican procesos físicos, químicos y biológicos. Estos procesos generalmente se combinan en diferentes etapas según la calidad del agua requerida y las preferencias de reutilización final. Estas tecnologías van a depender principalmente de los siguientes factores:

- Características de las aguas grises
- Parámetros de calidad del agua de reúso según su uso final
- Presupuesto y condiciones financieras
- Recursos disponibles
- Condiciones geográficas y geológicas del lugar

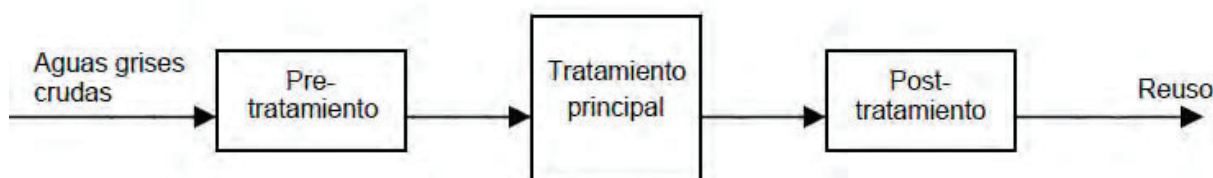


Figura N° 10. Sistema de tratamiento de aguas grises, posibles etapas.
Fuente: Elaboración propia.

La necesidad de sistemas de tratamiento específico depende del uso, que va desde el hogar individual hasta la reutilización a gran escala. Las tecnologías varían mucho dependiendo de la complejidad y el rendimiento. Los tratamientos utilizados, van desde la simple filtración gruesa hasta procesos de tratamientos avanzados. Las tecnologías utilizadas actualmente incluyen los sistemas de membranas de filtración y ultrafiltración; coagulación/floculación, reactor biológico rotativo, humedales artificiales, reactor biológico secuencial y biorreactor de membrana.

A continuación, se describan algunas de estas tecnologías.

4.3.8.1 Sistema de filtración

El objetivo de la filtración es que través de un medio filtrante se produzca la retención de partículas de cierto tamaño (por ejemplo, restos de comida, cabello, pelusa, etc.), evitando de esta manera el ingreso a las etapas posteriores del tratamiento, sitios de eliminación o de riego.

Generalmente se utiliza la filtración como pre-tratamiento antes del tratamiento biológico o químico o como un post-tratamiento antes de la desinfección y en algunos casos constituye el único sistema de tratamiento.

En la actualidad existe una gama amplia de sistemas de filtración que difieren en el medio filtrante y su tamaño. Desde mallas metálicas, grava, arena, carbón activado, cerámica hasta la filtración por membrana, incluida la nanofiltración y la osmosis inversa. Cada técnica presenta un nivel de filtración determinado como se observa en la Figura N° 11.

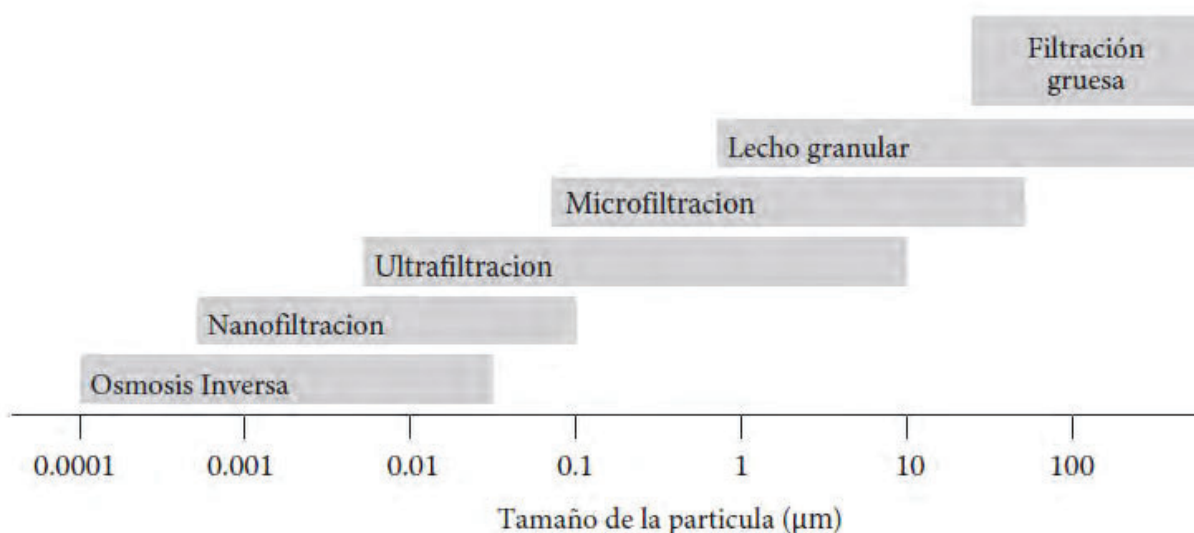


Figura N° 11. Tamaño de la partícula removida según tipo de tecnología de filtración.
Fuente. Elaboración propia.

Los sistemas simples de filtración (mallas metálicas, lechos de arena, grava, cerámicas, etc.) son utilizados como pre-tratamiento con el fin de remover sólidos suspendidos y turbidez, también contribuyen con la reducción de la DQO, DBO, metales y bacterias. Por ejemplo, el estudio realizado por (Al-Jayyousi, 2003) mediante un filtro de arena se observó una reducción de la turbidez del 27%, 75% en la DQO y un 63% en la DBO₅, otro estudio realizado por E. Friedler et al., (2006) utilizando la misma tecnología, eliminó el 46% de la turbidez, 38% de DQO, 65% de sólidos suspendidos y un 61% de coliformes fecales.

Como tratamiento principal Mohamed et al., (2016) investigaron un sistema de filtración compuesto por varios componentes, valvas de almejas, escoria de acero, piedra caliza y arena. El sistema mostró una alta eficacia para el tratamiento de aguas grises domésticas con 74% de eliminación de DQO, 87,70% de DBO₅, 98% de turbidez y 96,2% para SST. El agua filtrada cumplió con el Estándar A del EQA de Malasia 1974 y, por lo tanto, sería aceptable para la descarga aguas arriba de los desagües. En otro caso Mandal et al., (2011) el sistema de filtración compuesto por una filtración gruesa, dos tanques de equalización, dos tanques filtración conteniendo grava de tamaño 20–40 mm en el primer compartimento y 10–20 mm en el segundo compartimento como medio de filtro y un tanque de almacenamiento y aireación, el agua tratada se reutilizó para la descarga del inodoro y riego.

Dependiendo de las características de las aguas grises a tratar, estos tipos de sistemas de filtración presentan un buen potencial de efectividad en su tratamiento, principalmente en la reducción de la turbidez. Esta eficiencia puede ser no suficiente para la reducción de los microorganismos según la cantidad de éstos en las aguas grises, necesitando un proceso adicional para su eliminación. Otra problemática con estos sistemas es la obstrucción del medio filtrante, en donde las materias primas empleadas deben reemplazarse con frecuencia.

Con respecto a los sistemas de filtración por membrana, permiten la obtención de un efluente de alta calidad, que es proporcional el tamaño medio de los poros del tipo de membrana utilizada. Por ejemplo Guilbaud et al., (2010) reportaron un proceso directo de nanofiltración para tratar las aguas grises de la lavandería y reciclar el 80% de las entradas de las lavadoras. Obteniendo una eliminación total de todos los sólidos en suspensión y E. coli. Además, la reducción correspondiente al DQO en el orden del 99,7% y de la salinidad en más del 70%.

En el estudio de Boddu et al., (2016), se exploró el tratamiento de aguas grises con filtración de ósmosis inversa de baja presión después de la pre-filtración y el pre-tratamiento de filtración biológica aeróbica. Disminuyendo el DQO de 374 mg/l a 18 mg/l y la conductividad de 246-283 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Al utilizar estos sistemas se debe tener en cuenta el mayor consumo de energía y ensuciamiento de la membrana los cuales son factores claves que limitan la viabilidad económica de los sistemas de membrana.

4.3.8.2 Contactador Biológico Rotativo (CBR)

Son reactores de lecho fijo, conformados por discos circulares, comúnmente de polietileno de alta densidad, montados en el interior de un tanque en un eje horizontal. Este permite la rotación de los discos, sumergidos parcialmente a medida que fluyen las aguas. Los microorganismos se adhieren a la superficie de los discos que se encuentran expuestos alternativamente a la atmósfera permitiendo la aireación y asimilación de contaminantes orgánicos disueltos y nutrientes para la degradación.



Figura N° 12. Contactador Biológico Rotativo.
Fuente. (Bioplast Depuración, n.d.)

Un estudio realizado en Israel por (Eran Friedler et al., 2005) analizó el tratamiento de aguas grises de siete departamentos. Mediante un sistema que combina el tratamiento biológico del contactador rotativo con el tratamiento fisicoquímico de filtración y desinfección. Obtuvieron un efluente de excelente calidad, cumpliendo con las normas de reutilización urbana, y fue muy eficiente en la turbidez, SST y la eliminación de DBO 82%, 98% y 96%, respectivamente. La eliminación de DQO fue algo menor (70-75%). Los coliformes fecales y

las reducciones heterotróficas fueron muy altas (100% y 99,99%, respectivamente) produciendo un efluente que también cumplió con los estándares de agua potable.

En Pakistán surgió la necesidad de investigar esta tecnología para el reciclaje de aguas grises. (Pathan et al., 2011) para tratar las aguas grises, diseñaron y desarrollaron un simulador de CBR de una sola etapa a escala de laboratorio. El área del disco del CBR se sumergió alrededor del 40% en el agua gris. Se recolectaron muestras de agua en distintos tiempos de retención hidráulica y se analizaron los parámetros tales como pH, conductividad, sólidos disueltos totales, salinidad, DBO₅, DQO y sólidos suspendidos, mediante el uso de métodos estándar. Los resultados fueron alentadores con un porcentaje de eliminación de DBO₅ y DQO de 53 y 60%, respectivamente.

4.3.8.3 Biorreactor de Membrana (MBR)

Esta tecnología combina el tratamiento biológico con la separación de sólidos mediante filtración por membrana (Figura N° 18).

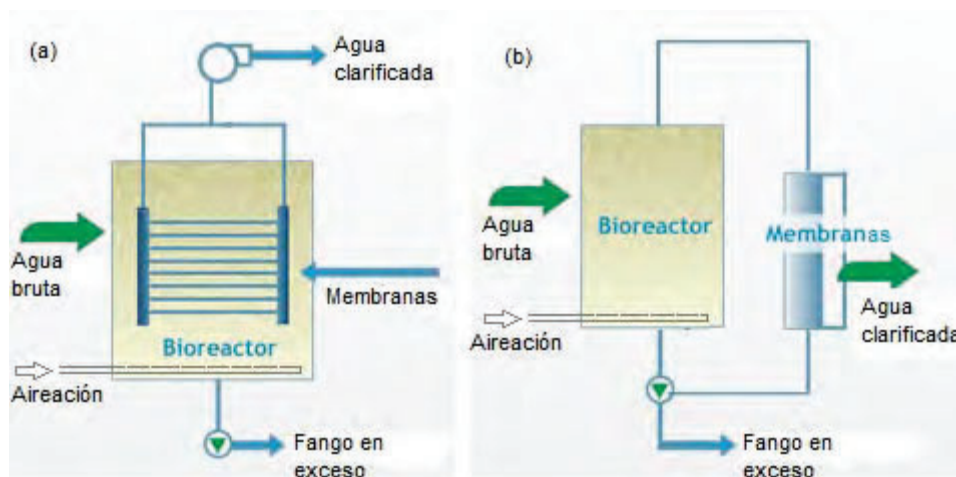


Figura N° 13. Sistemas de biorreactor de membranas. a) MBR membrana sumergida. b) MBR membrana externa.

Fuente. (Gedar - Empresa de Tratamiento de Aguas, n.d.)

La membrana es una barrera física que impide el paso de cualquier sólido e incluso bacterias y virus, por lo que se consigue un efluente de muy alta calidad que cumple con las normativas más exigentes pudiéndose reutilizar en distintas actividades. Varios estudios han demostrado que los biorreactores de membrana pueden eliminar eficazmente orgánicos, nutrientes, tensioactivos y micropolulantes del agua gris (Wu, 2019).

El MBR permite que el proceso de lodo activado se implemente de manera compacta, por consiguiente, esta implementación se puede utilizar para la reutilización de aguas grises en

áreas densamente pobladas. A pesar de sus muchas ventajas, el principal inconveniente de esta tecnología es su alto costo y mantenimiento.

En el estudio de (S. Murat Hocaoglu et al., 2013), se trataron las aguas grises crudas provenientes de una casa y un complejo de casas de huéspedes del campus Tubitak Gebze en Turquía, de dos edificios que comprenden un total de 28 apartamentos, 17 casas de huéspedes para residentes permanentes y 11 apartamentos de huéspedes para uso temporal.

El efluente tratado contenía una concentración promedio de $\text{NH}_4\text{-N}$ de 0.2 mg/l y una concentración de $\text{NO}_3\text{-N}$ de 0.3 mg/l; la eliminación casi completa de DQO con un nivel promedio de DQO efluente de 10 mg/l, DBO_5 menor que 5 mg/l, sólidos suspendidos totales menos de 2 mg/l y sin detección de coliformes, resultando totalmente apto para el reúso.

4.3.8.4 Reactor UASB

El reactor anaeróbico de flujo ascendente con manto de lodos (UASB) es un proceso de tanque simple. Las aguas residuales entran en el reactor por el fondo, y fluyen hacia arriba. Una capa de lodos anaeróbicos activa suspendida, sin necesidad de soporte adicional, filtra las aguas residuales, tratándolas al ir atravesándola.

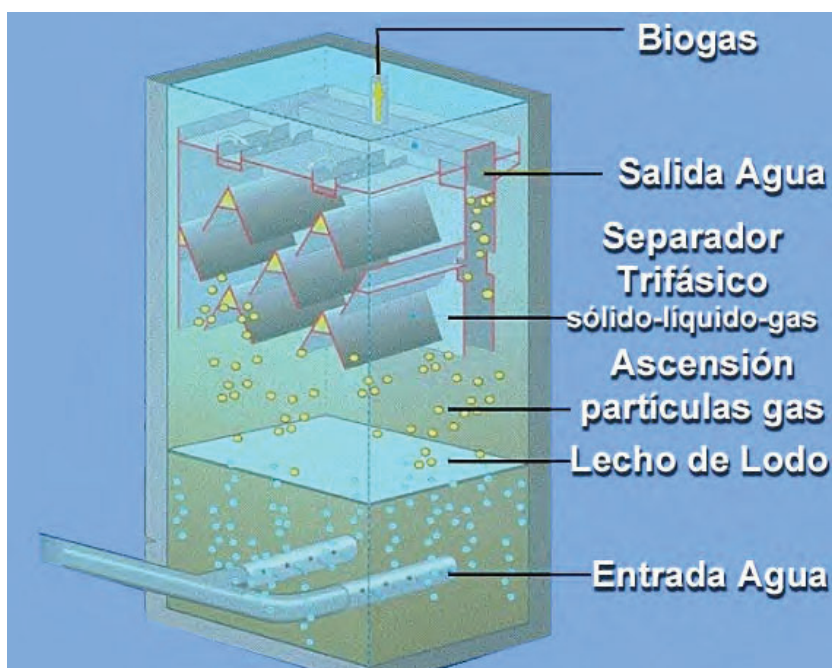


Figura N° 14. Esquema Reactor UASB.

Fuente. https://cidta.usal.es/cursos/simulacion/modulos/cursos/uni_04/FOTOS/u4c4s3f5.jpg

Este lodo está conformado por bacterias que degradan la materia orgánica, y entre si forman gránulos cuya densidad les permite sedimentar en el digestor.

Las principales ventajas de la utilización del reactor UASB son, la construcción y el mantenimiento sin complicaciones, el pequeño requerimiento de terreno, el bajo costo de construcción y operación, la baja producción de lodo en exceso, la robustez en términos de eficiencia de eliminación de DQO, la capacidad de hacer frente a las fluctuaciones de temperatura, pH y concentración de influentes, recuperación rápida de biomasa después del apagado y generación de energía en forma de biogás o hidrógeno (Daud et al., 2018)

Por otro lado, se requiere un tiempo de arranque prolongado debido a la lenta tasa de crecimiento de microorganismos en caso de que el lodo activado no esté ampliamente disponible. En regiones frías, la temperatura debe mantenerse dentro de (15–35°C) para lograr un rendimiento en estado estable. Problemas de olor, toxicidad y corrosión, el H₂S se genera en la digestión anaeróbica, particularmente cuando hay una alta concentración de sulfato en las aguas residuales. Dependiendo del caso se necesitará tratamiento posterior ya que los patógenos no se eliminarán por completo. Lo mismo ocurre con la eliminación incompleta de nutrientes (Daud et al., 2018), pero si se trata para la reutilización de aguas grises es una ventaja la presencia de los mismo para riego.

Según el estudio realizado por (Elmitwalli & Otterpohl, 2011) instalaron dos reactores UASB en el Instituto de Gestión de Aguas Residuales y Protección del Agua, Universidad Tecnológica de Hamburgo, Alemania. Estos fueron alimentados con aguas grises del asentamiento "Flintenbreite" en Luebeck, Alemania, logrando una eliminación de la demanda química de oxígeno del 52-64% y la eliminación de nitrógeno y fósforo en los reactores fue limitada (22–36 y 10–24%, respectivamente) en todas las condiciones operativas.

En Egipto de acuerdo a la investigación de (Abdel-Shafy et al., 2015), alcanzaron una eficacia del tratamiento de 19.3, 57.8, 67.5 y 83.7% para SST, DQO, DBO₅ y aceite y grasa, respectivamente. Cuando el efluente de UASB se trató adicionalmente con MBR, la tasa de eliminación general alcanzó 97.7, 97.8, 97.4 y 95.8% para los mismos parámetros sucesivamente. Las características del efluente final alcanzaron 2.5, 8.5, 6.1, 0.95, 4.6 y 2.3 mg/l para para SST, DQO, DBO₅, fosfatos, aceite y grasa y TKN, respectivamente. Este efluente tratado puede ser reutilizado para distintos usos, según las normas egipcias.

La eficacia del reactor UASB mejora con la integración de otros sistemas.

4.3.8.5 Reactores biológicos secuenciales (SBR)

Es un sistema de tratamiento de aguas residuales, de tipo lodo activado, que puede llevar a cabo varias operaciones de tratamiento en un tanque. Está conformado por varias etapas, en la primera se realiza el llenado del tanque y se analiza un volumen específico de aguas residuales, llamado lote. Durante la segunda etapa del ciclo, el agua residual es mezclada mecánicamente para eliminar las posibles espumas superficiales y preparar a los microorganismos para recibir oxígeno. A continuación, se bombea aire al reactor para garantizar que haya un suministro suficiente de oxígeno para que se produzcan procesos bioquímicos aeróbicos. Esto permite a los microorganismos consumir materia orgánica disuelta en las aguas residuales. Después de un período específico de aireación, se permite que las aguas residuales en el reactor se depositen. El lodo que se deposita en el fondo ahora está formado por los microorganismos que se han alimentado de los orgánicos en las aguas residuales. Después de que se descarga el efluente tratado, todos menos una pequeña porción del lodo, que es rico en microorganismos, se retira del reactor. Esto ayuda a restablecer rápidamente una población de microorganismos dentro del próximo lote de aguas residuales entregadas al reactor, reduciendo la cantidad de tiempo necesaria para tratar cada lote. Un período de retención más largo produce menos lodos y efluentes más limpios.

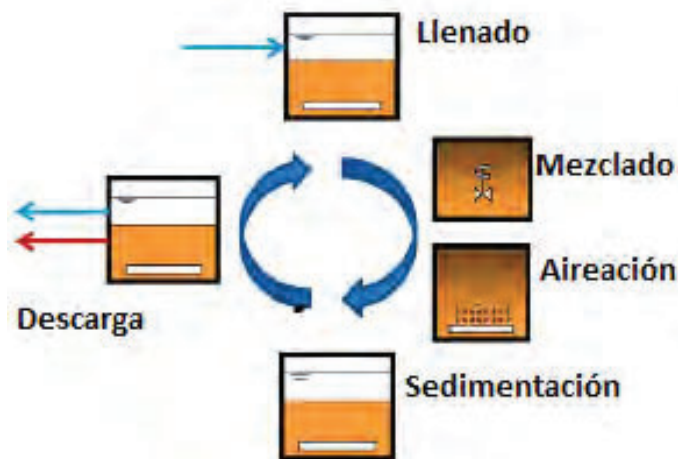


Figura N° 15. Esquema Reactor Biológico Secuencial.
Fuente. (Ghodeif, 2017)

Una de las ventajas de este sistema es la alta eficiencia de tratamiento para DBO₅, DQO, SST, N, P. Además, presenta alta flexibilidad en condiciones de operación, posibilidad de producir energía eléctrica a partir de biogás. Presenta menos requisitos de terreno que lodos activos, debido a la construcción de tanques compactos (Ghodeif, 2017).

EL principal inconveniente que presenta, si se proyecta una reutilización de efluente, es la baja remoción de patógenos. Requiere personal calificado, suministro eléctrico ininterrumpido, más automatización que para un sistema de lodos activados y altos requisitos de mantenimiento. Además se debe tener en cuenta que el biogás es explosivo (Ghodeif, 2017).

En Holanda se realizó un proyecto (Leal et al., 2010) para tratar las aguas grises de 32 viviendas y tratarlas por separado y reutilizarlas para riego, infiltración, lavado u otras aplicaciones no potables. El tratamiento de las aguas se realizó a través de un sistema SBR el cual logra la eliminación del 90% de DQO, el 97% de eliminación de surfactantes aniónicos, 35% de N y el 28% de P.

En la investigación de (Jamrah et al., 2008) se recolectaron muestras de aguas grises de diferentes hogares en el área de estudio de Muscat, Omán. Se utilizó una unidad SBR a escala de banco. En general, la eficiencia de eliminación de DQO varió entre 66% y 94%, mientras que la eficiencia de eliminación de SST varió entre 84% y 100%. Los valores obtenidos para la DQO del efluente son aceptables según los estándares omaníes para la reutilización de aguas residuales en la agricultura. Los efluentes descargados después del tratamiento biológico deben ser desinfectados para controlar los patógenos. Esto es especialmente importante para las aguas grises generadas en el área de estudio del caso Muscat, ya que existen niveles significativos de bacterias coliformes.

4.3.8.6 Coagulación y Floculación

La coagulación es el proceso mediante el cual se efectúa la desestabilización de una suspensión o solución dada. La floculación es el proceso mediante el cual las partículas desestabilizadas, o partículas formadas como resultado de la desestabilización, son inducidas a unirse, hacer contacto y, por lo tanto, formar grandes aglomerados (Bratby, 2016).

Para realizar la desestabilización del efluente se utilizan coagulantes químicos (por ejemplo, sulfato de aluminio o cloruro férrico), para crear una atracción entre las partículas en suspensión. A continuación, en la floculación se añade un producto químico llamado floculante (polielectrolito), cuya función fundamental es favorecer la agregación de las partículas individuales o flóculos formados durante la coagulación. Permitiendo la formación de flóculos de mayor tamaño, los cuales, debido a su aumento de peso, decantarán en la última etapa del tratamiento.

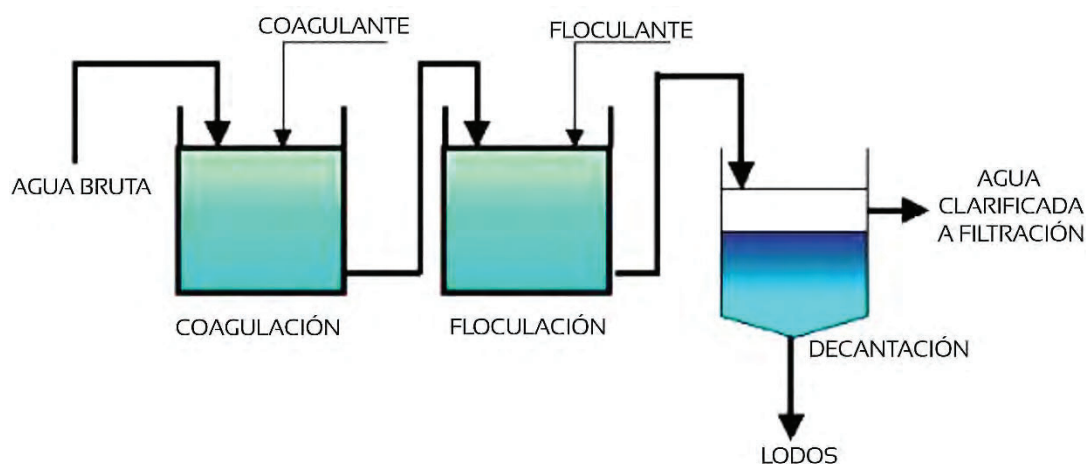


Figura N° 16. Esquema proceso coagulación floculación.
Fuente. (Sánchez del Castillo, 2016)

Las ventajas de este proceso son mayor eficiencia de remoción, la capacidad de usar mayores tasas de sobreflujo de superficie para la sedimentación, y un rendimiento más constante. Las desventajas del proceso incluyen una mayor producción de lodo, el cual es difícil de espesar y deshidratar, y un mayor costo de operación y mantenimiento (Qasim & Zhu, 2011).

En el estudio de (Ghaitidak & Yadav, 2015) analizaron el efecto de dos coagulantes sobre las aguas grises recolectadas de un albergue estudiantil de capacidad de 400 estudiantes, ubicado en el Instituto Nacional de Tecnología Sardar Vallabhbhai, Surat, India y también el potencial de las aguas grises tratadas para reutilización. El estudio reveló que la eliminación de la turbidez fue entre 93 y 98% en el tratamiento con $FeCl_3$ y 97-98% en el tratamiento con PAC. En el tratamiento con $FeCl_3$, la eliminación de la demanda de oxígeno bioquímico promedio varió del 50 al 59%, y la eliminación de *Escherichia coli* fue superior al 91%. En el tratamiento PAC, la eliminación media de DBO_5 varió de 42 a 62%, y la eliminación de *E. coli* fue superior al 92%. La eliminación total de coliformes y coliformes fecales fue superior al 99% en ambos tratamientos coagulantes. El presente estudio muestra que ambos ($FeCl_3$ y PAC) satisfacen casi todos los estándares de reutilización para riego y enfriamiento industrial en la India.

En otro estudio realizado en otro albergue estudiantil del Instituto Nacional de Tecnología Sardar Vallabhbhai el Mother Teresa Bhavan, las eficiencias de remoción promedio de turbidez, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales se obtuvieron en 91, 73 y 83% usando alumbre y 93, 74 y 89% usando PACI, respectivamente.

Alumno: Mariano Abel Toto

Legajo: CYT-5427

En esta investigación debe tenerse en cuenta que, si bien la coagulación química daría como resultado una eliminación sustancial de contaminantes, no puede cumplir con la mayoría de los estándares de reutilización establecidos por diferentes agencias, y para cumplir con estos estándares se requeriría un tratamiento adicional como la filtración granular o la desinfección.

5 MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS

5.1 Introducción

Para implementar las estrategias destinadas a disminuir la demanda de agua potable con el fin de hacer un uso sostenible y eficiente del recurso como así disminuir el consumo energético a nivel residencial, opte por aplicar éstas a un emprendimiento con la infraestructura de un ecobarrio.

Según a estudios de mercado inmobiliaria realizados por grandes desarrolladores como Edico S.A. y Sat Group, existen potenciales clientes que están dispuestos a desembolsar una cantidad de dinero adicional a la hora de comprar un lote en un emprendimiento sustentable. Por ejemplo, es el caso de la Estancia La Magdalena que lanzó Green con 248 terrenos de 750 a 800 m², siendo su pilar la energía solar. Está ubicada en la localidad de Canning, partido de Ezeiza, el cual lanzo en noviembre del 2018 la preventa de la primera etapa conformada por 60 lotes, los cuales fueron vendidos antes de lo esperado, obligando a los desarrolladores a adelantar el lanzamiento de la segunda etapa. Según el CEO de Sat Group, firma que desarrolla y comercializa el proyecto: “Atrae fundamentalmente porque se trata de un barrio energéticamente sustentable, con vivero, huerta orgánica, eco parque y amplios espacios verdes con una forestación con ejemplares centenarios de palmeras, cipreses acacias, fresnos, robles, cedros, liquidámbaros y álamos” (Carbello, 2018)

5.2 Localización

La ubicación de un emprendimiento inmobiliario es uno de los factores principales para su éxito. Una buena locación debería tener las siguientes características:

- Acceso a rutas principales
- Acceso a transporte publico
- Acceso a zonas comerciales
- Seguridad
- Buena arboleda
- Buen entorno

Además, conviene apuntar a zonas consolidadas, como Pilar, Tigre; Escobar, Bella Vista y Canning. Ya que incursionar unas nuevas áreas, representaría un costo alto en

infraestructura y tiempos prolongados de aprobación de trámites. De esto surge la elección del predio a elegir.

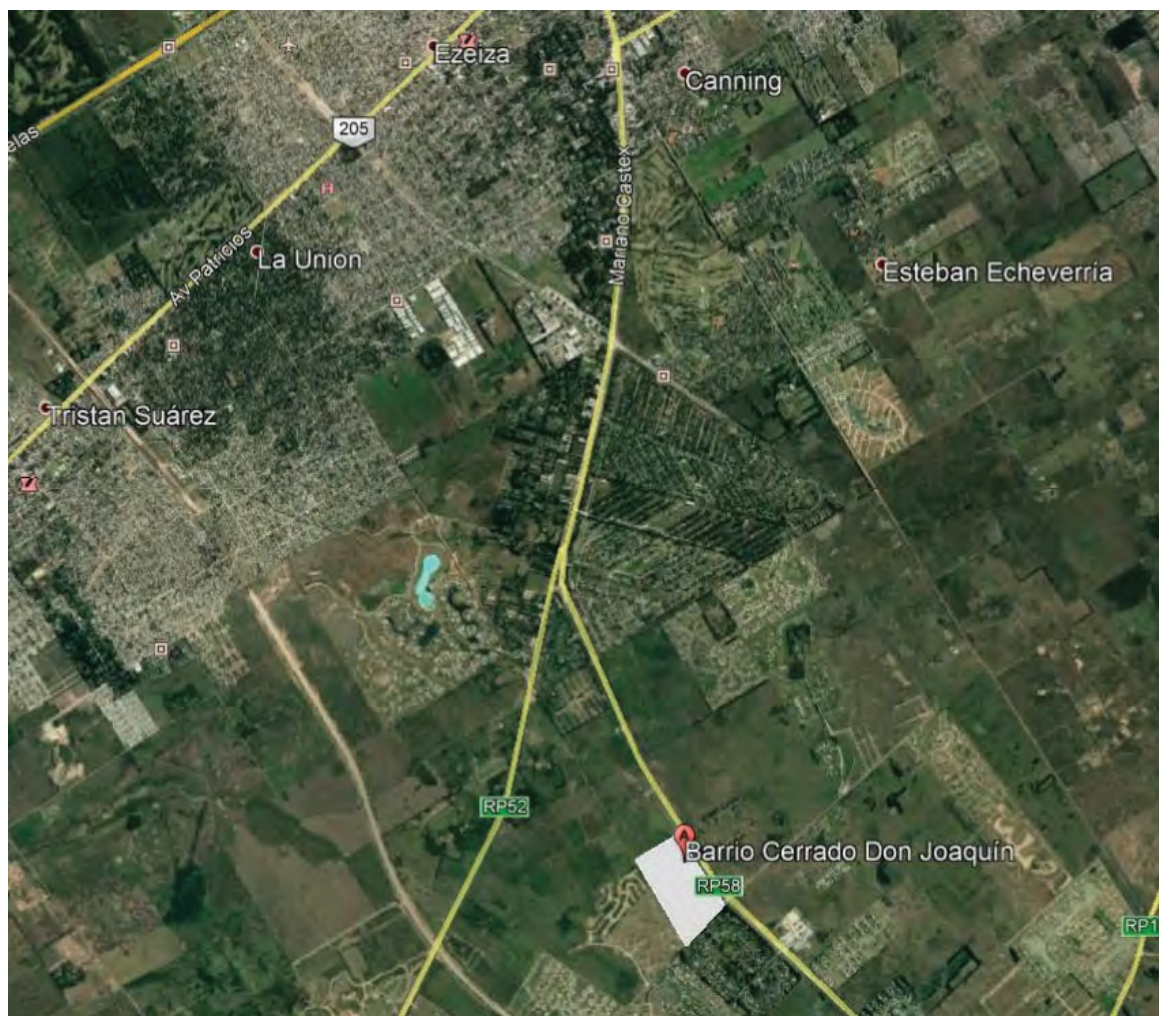


Figura N° 17. Ubicación Barrio Don Joaquín.
Fuente. Google Earth

El mismo se encuentra en la localidad de Canning, partido de Ezeiza, provincia de Buenos Aires.

5.3 Master Plan del emprendimiento



Figura N° 18. Master Plan Barrio Don Joaquín.
Fuente. <https://barriodonjoaquin.com/master-plan/>

El predio consta de 45 has. conformado por 312 lotes que poseen una superficie promedio de 930 m². El barrio además cuenta con Club House, con proveeduría y resto; Kid House; piscina; canchas de tenis; canchas de paddle y canchas de fútbol, como se observa en la Figura N°18 y en el Plano N° PFI-MAT- 1 adjunto en el anexo. El mismo se comercializará en tres etapas, la primera abarcará 101 lotes, la segunda 104 y la última 107.

5.4 Sistemas de instalaciones más importantes

Se establecerán los lineamientos para el uso eficiente de la energía en el reglamento de edificación del barrio, mediante en donde se establecerán las especificaciones técnicas que deberán cumplir cada proyecto de vivienda. Los cuales tendrán que ser aprobados por la Comisión de Arquitectura y Urbanismo del emprendimiento y a su vez estos verificarán la fidelidad de las obras con respecto al proyecto previamente aprobado.

Las exigencias correspondientes a energías renovables y eficiencia de recursos son las que se describen a continuación.

5.4.1 Agua Caliente

Con el objetivo de minimizar el consumo de gas natural se establece el uso de energía solar térmica para la generación de agua caliente. La cual proviene de la de red de agua potable ya que está se empleará para la higiene personal (bidet, ducha y lavabo) y cocción.

Se podrá utilizar sistemas térmicos solares tanto presurizadas como no y con sistema de apoyo, ya que se debe proporcionar a los propietarios una alternativa capaz de proveer agua caliente durante todo el año sin importar la estacionalidad. Por tal motivo el propietario podrá optar por un sistema a gas, eléctrico o una resistencia integrada al tanque acumulador.

Los sistemas térmicos solares deberán cumplir con la resolución N° 520/2018 de la Secretaría de Comercio. De acuerdo al tipo de sistema de apoyo se deberá seleccionar la conexión más acorde al mismo. Pero se recomienda la conexión tipo bypass de acuerdo a la Figura N° 19.

Además, para capturar la radiación solar máxima posible el colector solar deberá estar ubicado hacia al norte con una inclinación entre 40° y 45° del suelo y no deberá recibir sombra en ningún momento del año.

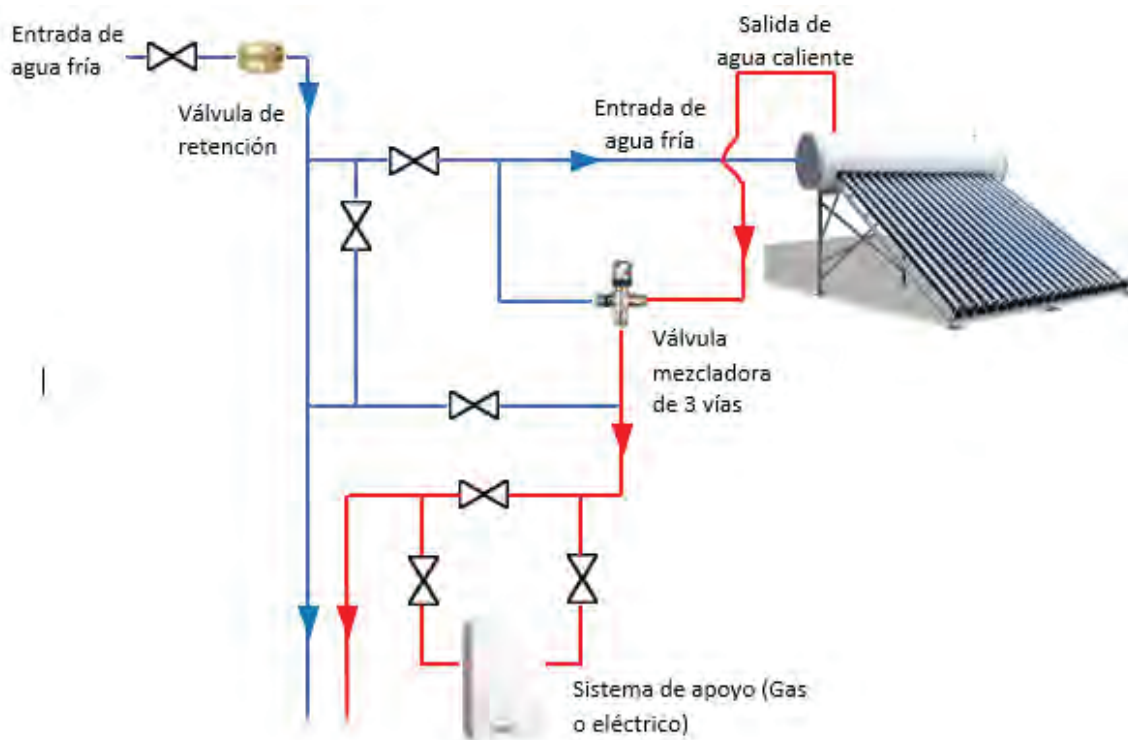


Figura N° 19. Conexión bypass para equipo de apoyo a gas.
Fuente. Elaboración propia.

5.4.2 Iluminación

Se tendrá bastante atención a este tema, dado que este consumo representa alrededor del 32% (I.N.T.I., 2016) de la energía eléctrica consumida en el hogar. Se instalará la política de iluminación 100% LED en viviendas y edificios comunes del barrio, ya sea para uso interior y exterior. Debido que dentro de las cuatro tecnologías disponibles en el mercado (lámparas halógenas; bajo consumo; tubo fluorescente y LED) es las más eficiente como se puede observar en los siguientes gráficos.

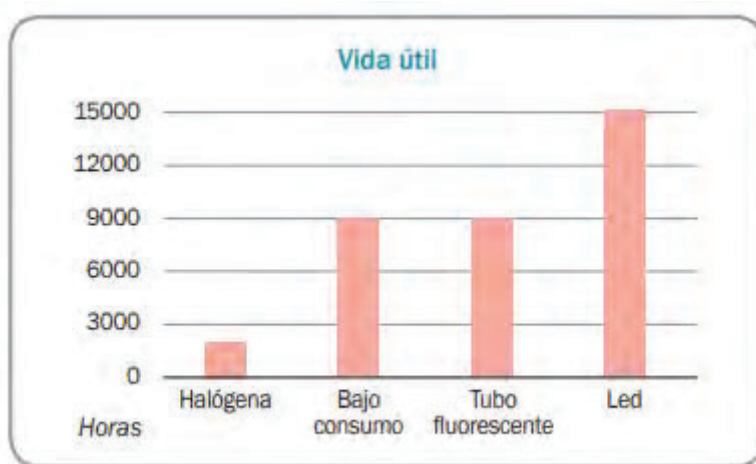


Figura N° 20. Vida útil según tecnología de iluminación.
Fuente. Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética, Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

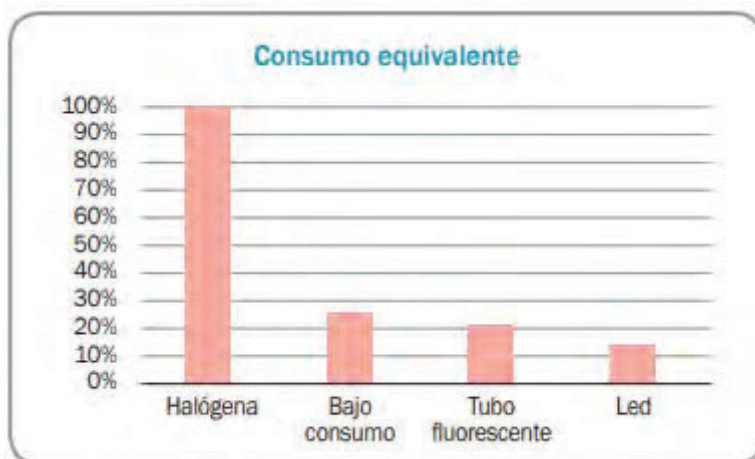


Figura N° 21. Consumo equivalente según tecnología de iluminación.
Fuente. Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética, Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

Observando que el LED dura 7 veces más que el halógeno y consume 8 veces menos.

Además, se exigirá el uso de detectores de movimiento para la iluminación de pasillos, escaleras e iluminación externa.

El alumbrado público del barrio será de luminaria solar LED, con detector de movimiento permitiendo elevar el flujo luminoso del 60% al 100% cuando este se active.

5.4.3 Aislamiento Térmico de las viviendas

Para disminuir el consumo de energía para calefacción y refrigeración en las viviendas, como primera instancia se exigirá que los profesionales contratados por los propietarios para el diseño y construcción de las mismas tendrán que minimizar las pérdidas y ganancias térmicas en la envolvente edilicia. Deberán cumplir con las condiciones de acondicionamiento térmico exigidas en la Ley N° 13059 de la provincia de Buenos Aires. Y el decreto N° 1030/10 que exige el nivel B de transmitancia térmica en lo que respecta a los valores del K de muro y techos según la norma IRAM 11695. Esto es de vital importancia ya que según el estudio de (Garganta et al., 2016) se puede obtener un ahorro del 58% tanto para calefacción como para refrigeración.

Además, se exigirá la utilización de doble vidrioado hermético (DVH) para todas las ventanas y aberturas de la vivienda que sea posible. Y se deberá estudiar la forma y ubicación de los elementos de protección para que los rayos solares no sean un factor perjudicial en verano, en función de los ángulos de incidencia correspondientes a su recorrido. En invierno el estudio de este movimiento definirá la óptima colocación y dimensionamiento de las áreas acristaladas para aprovechar los beneficios de calefacción directa.

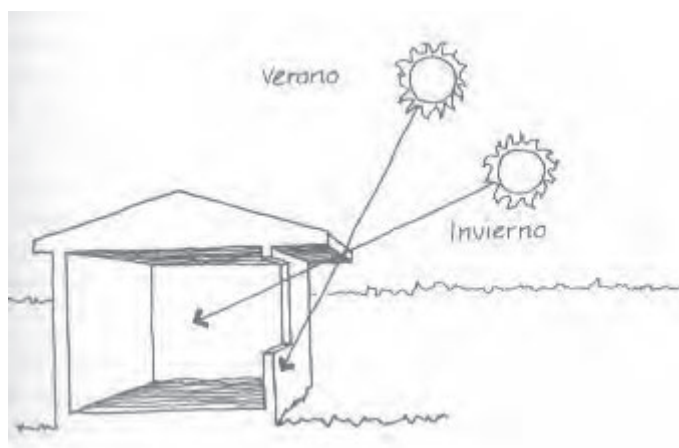


Figura N° 22. Elemento de protección contra rayos solares en verano.
Fuente. http://www.clgeng.com/clgchalets/Pag02_08E.JPG

5.4.4 Electrodomésticos

El objetivo será promover que los electrodomésticos de las viviendas presenten una eficiencia energética de clase A en adelante. Como así también se promoverá la utilización de lavavajillas para la limpieza de platos, cubiertos y utensilios de la cocina para minimizar el ahorro de agua.

5.4.5 Refrigeración y Calefacción

Se promoverá la utilización de tecnologías sustentables las cuales se describen a continuación:

- **Bombas de frío – calor**

Este sistema utiliza una bomba o motor para calefaccionar o refrigerar un ambiente a través del aire o del agua utilizando menos de consumo de energía. Con el sistema de aerotermia, la bomba toma el aire del exterior y lo transforma en frío o calor. Los sistemas de hidrotérmicos también utilizan estas bombas frío-calor para calentar el agua del hogar, que puede utilizarse para calefacción central con piso radiante. Ambos sistemas son una alternativa amigable con el medio ambiente porque no emanan gases nocivos de ningún tipo.

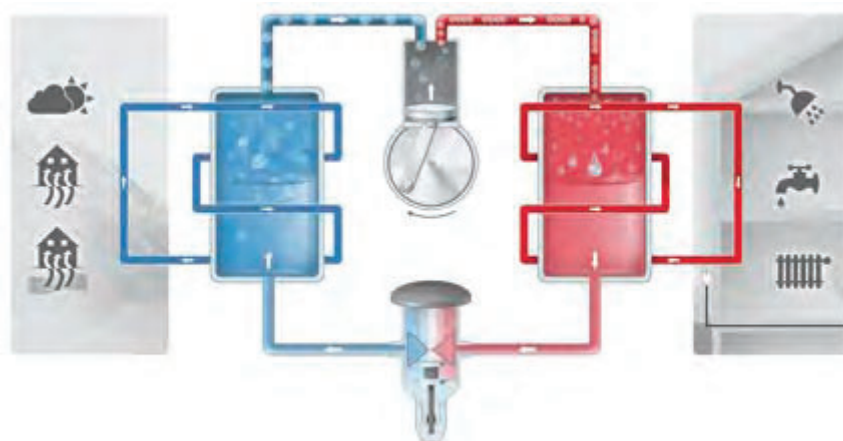


Figura N° 23. Bomba de frío – calor

Fuente. https://www.wika.com.ar/industries_heat_pumps_es_es.WIKA

Estas bombas de aire frío-calor lucen como un Split de aire acondicionado, pero tienen un ahorro energético mucho mayor: “para acondicionar 200 metros cuadrados, una bomba frío-calor consume la misma cantidad de energía eléctrica que requiere un aire acondicionado de 2500 frigorías para enfriar 12 metros cuadrados.

Con sólo una bomba de frío – calor se pueden instalar terminales con el fin de ambientar la casa. Estas terminales tienen un termostato que permite regular el uso y dejarlo en cero en las habitaciones donde no se usa, lo cual contribuye a un ahorro aún mayor de energía.

- **Calderas con tecnología de condensación**

Estas calderas pueden garantizar hasta un 30% de ahorro en el consumo de gas porque tiene la capacidad de aprovechar el calor – energía del vapor de agua, que se suele perder en el mecanismo de una caldera convencional. También es más amigable con el ecosistema: al requerir menos consumo de gas, emite menos CO₂. Las calderas de condensación son adecuadas para distintas instalaciones, como piso radiante o radiadores.



Figura N° 24. Caldera con tecnología de condensación.
Fuente. <https://peisa.com.ar/productos/diva-s-condensacion>

- **Salamandras de doble combustión**

Estas salamandras están diseñadas con dos cámaras de calefacción perfeccionadas para permitir que el aire caliente permanezca en el ambiente por más tiempo y que la leña se consuma más lentamente. Además de comprender un ahorro total del consumo de energía eléctrica, este tipo de salamandra utiliza menos combustible (menor cantidad de leña) y disminuye la cantidad de gases tóxicos emanados.



Figura N° 25. Salamandra con doble combustión.

Fuente. https://www.productosnuke.com.ar/producto/eco-puelo/#group_9999

5.4.6 Sistemas de riego

Con respecto al sistema de riego se fomentará el uso como método de riego por aspersión y/o difusores para el césped y el sistema de goteo para los arbustos, plantas ornamentales, árboles, palmeras y otros más.

Este sistema deberá contar con programador y sensor de lluvia permitiendo a este último suspender la configuración automática del programador en los días que se presenten precipitaciones.

Los programadores son los cerebros de un sistema de riego. Activan y desactivan las zonas de riego designadas según los tiempos de riego programados. Un programador con los datos adecuados garantiza que el jardín reciba la cantidad correcta de agua en el momento de riego óptimo.

Los sensores de clima se conectan a los programadores de riego y están diseñados para hacer que los sistemas de riego reaccionen a las condiciones climáticas locales. En la actualidad no solo se encuentran sensores de lluvia, que evitan que el riego tenga lugar mientras llueve. Sino existen sensores más avanzados, que recogen información del clima local y trabajan con su programador para calcular el programa de riego óptimo basándose en las condiciones climáticas actuales.

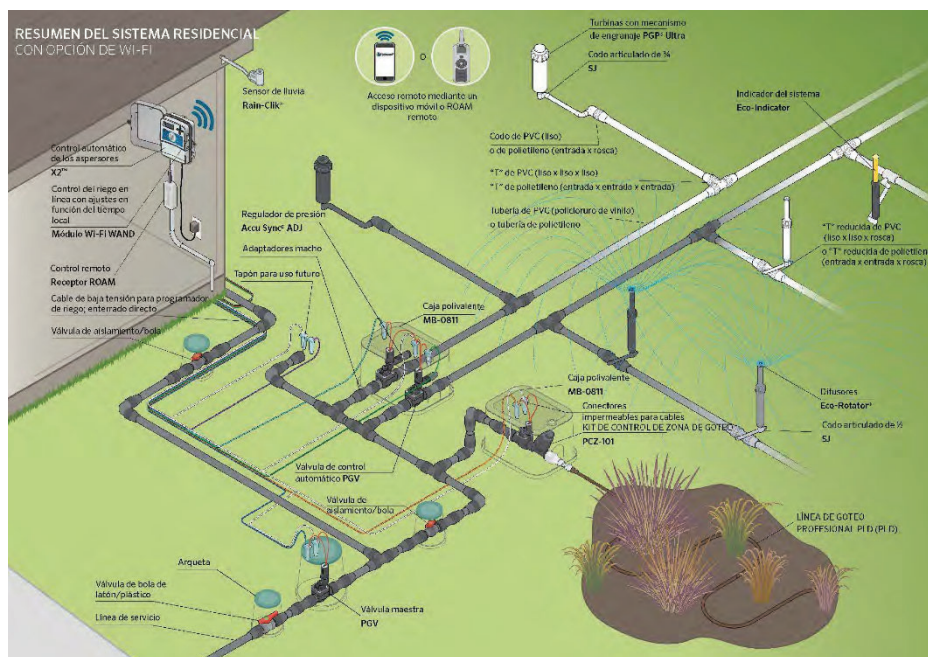


Figura N° 26. Sistema de riego automático por aspersores y por goteo. Fuente. (Hunter Industrias Inc., 2020)

5.4.7 Piscinas

Seguendo los lineamientos del barrio las piscinas tendrán que ser las denominadas biopiscinas, ecopiscinas, piscinas ecológicas o piletas naturales.



Figura N° 27. Pileta natural. Fuente. <https://www.piletas.com.ar/notas/piscinas-naturales-un-must-de-la-proxima-temporada-de-verano>

Legajo: CYT-5427

En países como Austria, Alemania e Inglaterra, la construcción de este tipo de piscinas está muy extendida, ya llevan más de 15 años construyéndolas y existen empresas muy especializadas que aplican determinados sistemas patentados. En nuestro país, es algo incipiente, ya existen varias empresas que se dedican a su instalación, de a poco esta teniendo mayor aceptación por sus grandes ventajas frente a las piscinas convencionales.

Estas basan su funcionamiento en la activación del ciclo del nitrógeno, es decir, primero se favorece la aparición de bacterias beneficiosas que transforman el amoniaco en nitrato, mediante un filtro biológico, luego las plantas realizan un proceso de absorción de nitratos en lo que se conoce como la zona de regeneración, retirando estos nutrientes del agua y aportando oxígeno que ayuda a este biofilm.

La zona de depuración o biofiltro, está compuesta por gravas de composición y granulometría determinada, por las que se discurre el agua bombeada o por ascendencia natural. En el biofiltro se alimenta al biofilm que se desarrolla con los nutrientes y el oxígeno. La recirculación del agua facilita la recogida de elementos orgánicos e inorgánicos, conduciéndolos a un skimmer, y evita la aparición de mosquitos.

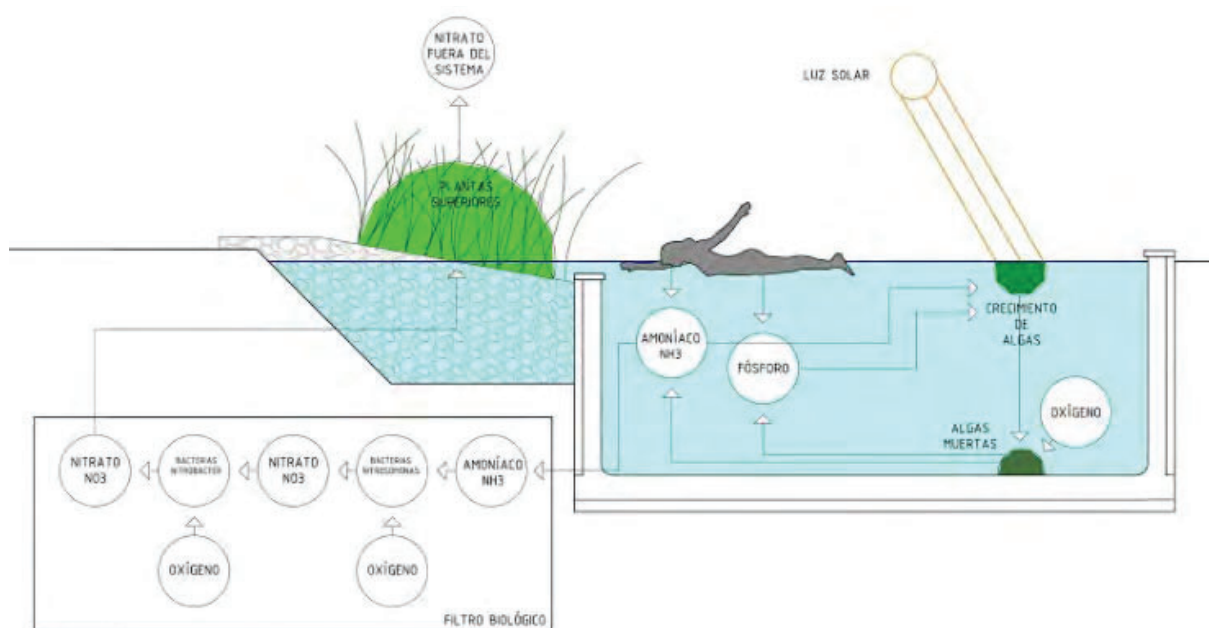


Figura N° 28. Ciclo de nitrógeno.
Fuente. <https://www.urbanarbolismo.es/blog/>

Las plantas de la zona de regeneración absorben el exceso de nutrientes y nitratos, eliminándolos del sistema mediante la poda de las mismas. De esta forma se evita que las hojas de las plantas al morir caigan al agua y generen más nitrógeno, que alimentará a más

plantas entrando en una espiral de generación de biomasa hasta que aparezcan algas y por último las bacterias perjudiciales que queremos evitar.

De esta forma se imita a los lagos y ríos, donde las piedras, el fondo y lo que está en contacto con el agua, tiene una fina capa de biofilm compuesta por organismos vivos. Estos organismos se alimentan de los nutrientes y el oxígeno que hay en el agua de forma que si se consigue que se acaben toda la comida del agua de la zona de baño esta queda limpia.

Sus principales ventajas son:

- El agua nunca necesita ser cambiada, solamente se repone el agua que se evapora. Permitiendo un ahorro significativo de agua.
- Logra un ambiente sin transiciones duras con el entorno, es en sí misma un jardín acuático, aportando belleza en todas las estaciones del año
- La temperatura que alcanza una piscina ecológica es apropiada y la temporada se puede prolongar. Las piedras se calientan al sol y este calor se transmite de noche al agua, manteniendo una temperatura de confort.
- Ausencia de productos químicos en el agua. Por lo tanto el agua no daña la piel al no utilizar cloro; mejorando la experiencia del nado, ya que se pueden abrir los ojos abajo del agua, y a su vez se pueden ver plantas acuáticas desde otra proximidad.
- Bajo costo de mantenimiento y cuidado del medio ambiente.
- Permiten diseños más libres y son un jardín en sí mismo.
- Puede aumentar el valor de la propiedad.
- Puede ahorrar energía o dinero en la construcción y mantenimiento, según su diseño y nutre el vínculo del hombre con la naturaleza, al invitarnos a contemplar los ciclos naturales.

5.5 Plan de gestión diferenciada de residuos solidos

5.5.1 Introducción

El Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS), actualmente Ministerio de Ambiente de la provincia de Buenos Aires, el cual era la autoridad de aplicación en materia ambiental en la provincia de Buenos Aires, sancionó la Resolución N° 137/13.

En esta resolución se definen pautas de acción que buscan generar cambios paulatinos en los hábitos de la población, exigiendo la implementación de un Plan Anual de Gestión Diferenciada para el control y trazabilidad de los RSU. Según marca dicha norma, cada

barrio cerrado y/o club de campo generador de residuos será responsable por el correcto tratamiento y disposición de los mismos.

De acuerdo a la situación detallada en las líneas precedentes, se procederá al desarrollo de un plan de gestión diferenciada de residuos.

La estrategia para el diseño de este sistema de gestión diferenciada se basa en los principios de las 3R. Este nombre atiende a tres acciones cuyos nombres comienzan por la letra R y cuya aplicación implica manejar eficientemente la conservación y el cuidado del medio ambiente.

La primera R hace referencia a Reducir, cuya finalidad es disminuir el gasto de materias primas, agua y bienes de consumo, así como el aporte de CO₂ a la atmósfera y el consumo de energía. La segunda R al hábito de Reutilizar, el cual busca tratar de alargar la vida útil de un producto, esto es, antes de tirarlo y sustituirlo por uno nuevo, debemos buscar el modo de repararlo o, de no ser posible, darle otro uso antes del final de su vida. Y la última R, el Reciclaje, se basa en tratar los desechos con el fin de obtener nuevos productos, preservar materiales potencialmente útiles y evitar así el daño medioambiental que conlleva su eliminación

A continuación, se puede observar en la Figura N° 29, el plan de gestión de los residuos urbanos del barrio.

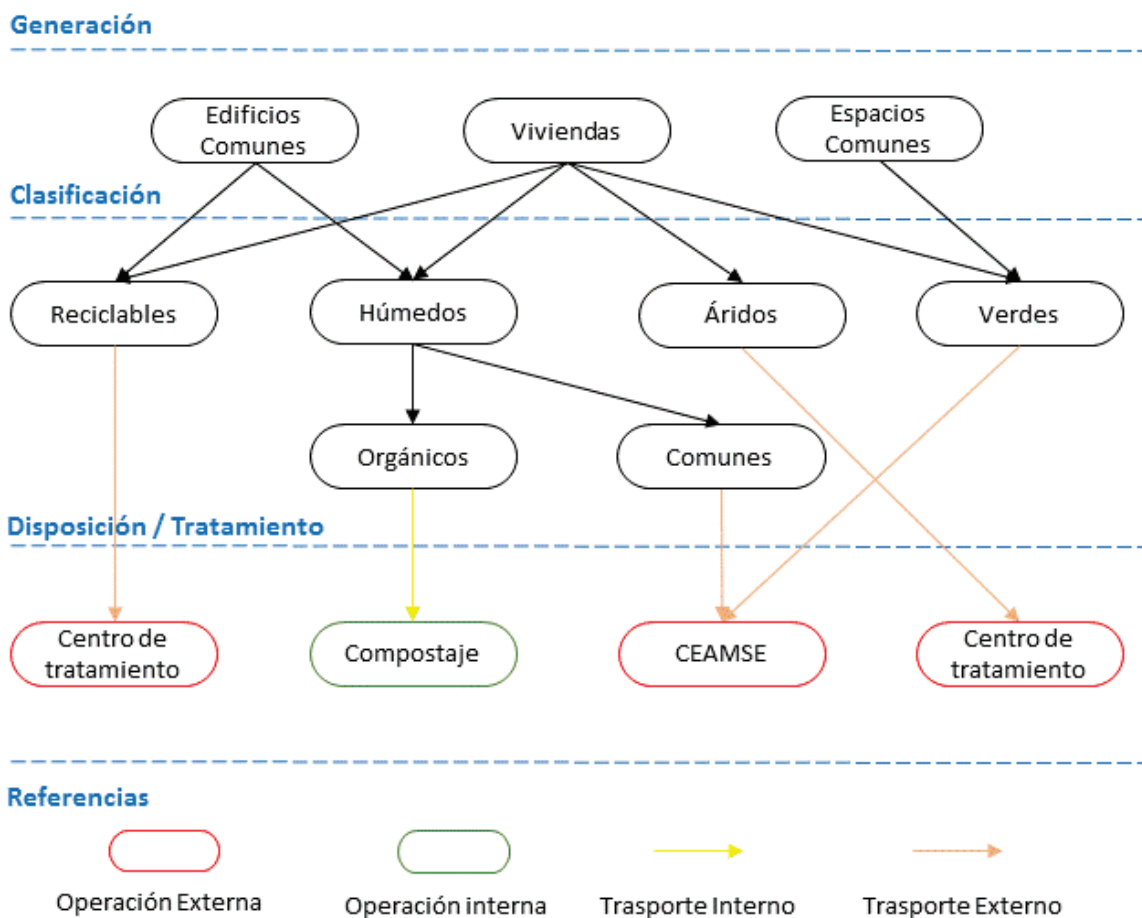


Figura N° 29. Flujo de residuos del barrio.
Fuente. Elaboración propia.

5.5.2 Plan de comunicación a los socios

Se realizarán charlas de concientización acerca de la separación de los residuos y su impacto en el medio ambiente y se realizarán capacitaciones a los habitantes de cómo deben separar los residuos. También estará previsto distribuir folletos, enviar mails a los socios, repartir imanes con las indicaciones de cómo se deben separar los residuos y todo tipo de comunicación que se considere pertinente a los efectos de alcanzar objetivos de separación aceptables.

Además, como parte del plan de comunicación, se dictarán talleres donde se enseñará a construir composteras. La idea es lograr que las familias puedan construir la suya propia, y de esta forma generar un sentimiento de pertenencia y participación en el proyecto.

Por otro lado, para aquellos que no estén interesados en participar en los cursos, se detallara un listado de computeras ya existentes comercialmente.

5.5.3 Clasificación de residuos

El mismo comenzará con la separación en origen, se instruirá a los habitantes y empleados del barrio para que procedan a separar los residuos domiciliarios en cinco fracciones.

A continuación, se definen los distintos tipos de residuos:

1. Residuos Reciclables

- Papel y cartón: periódicos, revistas, papeles, envases de papel, carpetas, etc.
- Plástico: Botellas, envases, envoltorios de plástico (film), utensilios de cocina descartables, etc.
- Vidrios: Botellas, frascos de conservas, envases de cosmética y perfumería, etc.
- Metales: Latas de aluminio de cualquier tipo, latas de conservas, tapas de metal, papel aluminio, utensilios de cocina metálicos, etc.

2. Residuos Orgánicos

Aquellos generados en el hogar que no cumplen con las características de residuos reciclables, pero que pueden ser utilizados para producir compost a través de su degradación orgánica.

3. Residuos Comunes

Aquellos generados en el hogar que no cumplen con las características de residuos reciclables, y que tampoco pueden utilizados para producir compost.

4. Residuos Verdes

Aquellos productos de la poda domiciliaria, limpieza de espacios **verdes**, cortes de césped.

5. Residuos Áridos

Aquellos que se generan durante la construcción, renovación (ampliación o reparación) y demolición de obras de edificios residenciales o no-residenciales.

5.5.3.1 Logística de los residuos

Los residuos reciclables serán dispuestos en bolsas verdes que serán recolectados una vez en la semana por personal interno del barrio y serán enviados a la playa de acopio (ver Figura N° 30). Para luego se recolectados por el servicio municipal y trasladado al centro de tratamiento ECO PUNTO.

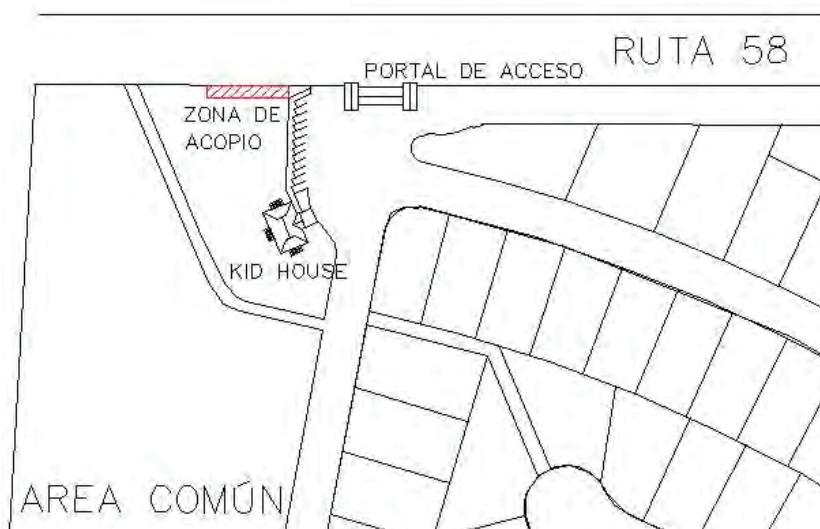


Figura N° 30. Ubicación zona de acopio.
Fuente. Elaboración propia

En lo que respecta a los residuos comunes, estos serán dispuestos en bolsas negras y serán retirados por el personal interno del barrio diariamente y serán enviados a la playa de acopio. Posteriormente siendo recolectados por el servicio de recolección municipal y transferido al CEAMSE.

Por otro lado, los orgánicos generados en las casas serán dispuestos en composteras domiciliarias, para la obtención de compost, mientras que los orgánicos correspondientes al Club Houses y Kids House serán enviados a unas composteras de uso común.

Los residuos verdes que son generados por la poda de los espacios comunes y de los domicilios particulares, los primeros serán recolectados a medida que se van generando, y serán transportados a la playa de acopio y los domiciliarios serán recolectados una vez a la semana y serán transportados a la playa de acopio también para luego ser recolectados posteriormente por el servicio de recolección de poda o de pasto municipal.

Y, por último, los residuos áridos que son aquellos generados por la construcción, como por ejemplo los escombros. Cada propietario durante la producción de estos tendrá que contratar un servicio de retiro de los mismos y acumularlos temporalmente en un volquete ubicado en su lote, para su posterior retiro.

5.6 Reutilización de aguas grises

Para minimizar el consumo de agua potable en el emprendimiento se desarrollará un sistema reúso de las aguas grises que generan las viviendas y edificios comunes del barrio.

Este se llevará a cabo mediante un sistema de recolección de aguas grises, una planta de tratamiento y un sistema de conducción de agua de reúso.

Dado que el emprendimiento se vende en tres etapas, se diseñará tres sistemas independientes. En este caso, se desarrollará el correspondiente a la primera etapa lo cual permitirá realizar mejoras a los sistemas de las etapas siguientes en base a los resultados obtenidos en esta.

5.6.1 Sistema de red de aguas grises y de red de aguas de reúso

Para poder reciclar las aguas grises es necesario la implementación en las viviendas de un doble sistema de cañerías para su recolección, como se puede observar en la Figura N° 31. Una para las aguas negras, que sería el mismo sistema de instalación sanitaria que actualmente se utiliza y las cuales son vertidas a la red municipal cloacal, y por otro lado, las aguas grises se conducirán hacia una planta de tratamiento en donde las cuales una vez tratadas de acuerdo a los parámetros establecidos serán conducidas de retorno hacia las viviendas para su utilización.

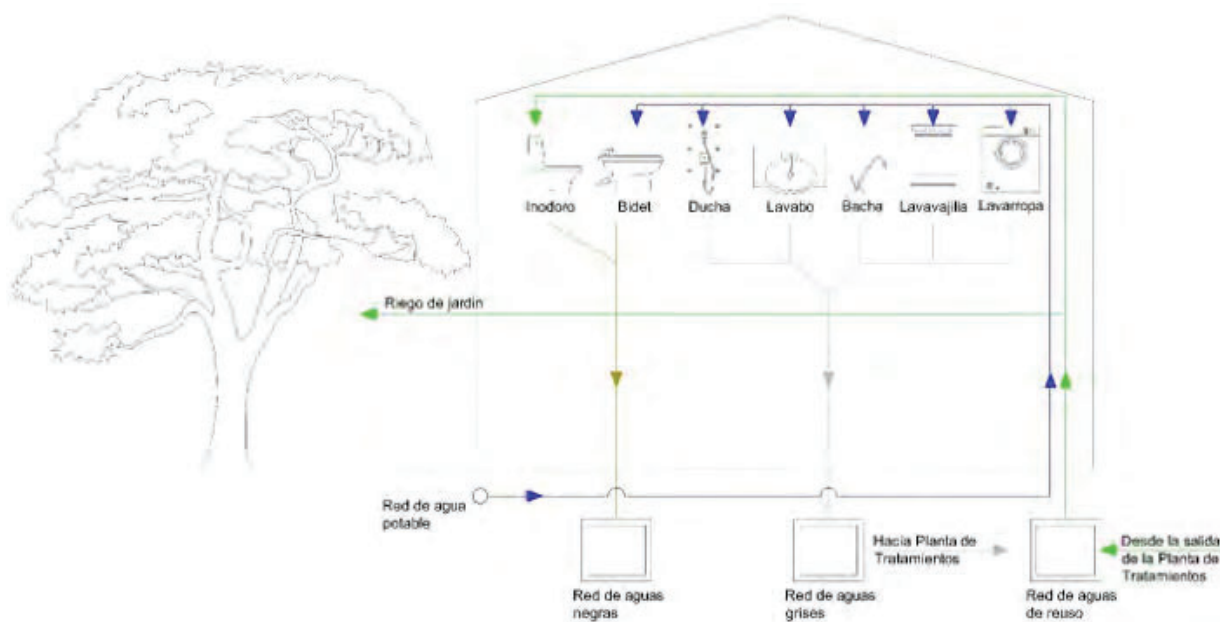


Figura N° 31. Sistema de instalación de reúso de aguas grises en las viviendas.
Fuente. Elaboración propia.

Las aguas grises serán las que se generan en la pileta de la cocina, el lavavajilla, lavarropa, lavabo y ducha y las aguas negras las que se generen en los inodoros y bidets.

Y el agua de reúso se utilizará para los siguientes casos:

- Riego de jardines de las viviendas y áreas verdes del emprendimiento.
- Llenado del tanque de los sanitarios.

Cada vivienda poseerá dos tanques de almacenamiento uno correspondiente para el agua potable y otro para el agua de reúso.

En el caso que el tanque de almacenamiento de agua de reúso sobrepase el límite mínimo establecido en 500 litros se comenzara a llenarse con agua potable para tener siempre un volumen mínimo de agua.

5.6.2 Planta de tratamiento de las aguas grises

A continuación, se presenta la descripción del sistema de tratamiento de las aguas grises junto al análisis de alternativas.



Figura N° 32. Sistema de tratamiento de aguas grises.
Fuente. Elaboración propia.

5.6.2.1 Tratamiento primario

5.6.2.1.1 Desbaste

Las aguas grises crudas provenientes del sistema de conducción desembocan en un sistema de desbaste.

Este canal de desbaste es el primer proceso con el que se encuentra el agua al llegar a la planta de tratamiento.

El objetivo del canal de desbaste consiste en la eliminación de sólidos grandes y medianos mediante las rejillas para evitar el daño de las bombas y equipos subsiguientes.

El procedimiento más usual consiste en hacer pasar las aguas a través de rejillas que, de acuerdo con la separación entre los barrotes, pueden clasificarse en:

- Desbaste de gruesos: el paso libre entre los barrotes es de 50 a 100 mm.
- Desbaste de finos: el paso libre entre los barrotes es de 10 a 25 mm.

En este caso, se propuso un desbaste de finos con rejas con limpieza manual, ya que son caudales muy bajos y el diseño permite la limpieza con un rastrillo. Posteriormente los sólidos removidos son colocados sobre una plataforma o loseta perforada con drenaje para poder drenar los sólidos retenidos antes de disponerlos de una manera sanitaria.



Figura N° 33. Desbaste de gruesos seguido de desbaste de finos, de limpieza manual.

Fuente. (CENTA, 2008)

5.6.2.1.2 Desarenador

A continuación de las rejas se propone un desarenado el cual permite separar las materias pesadas de granulometría superior a 200 μm , evitando su sedimentación en los canales y conducciones, previniendo un desgaste abrasivo en bombas y sobrecargas en las fases de tratamiento siguientes. Durante el desarenado también hay una cierta reducción de partículas de tipo orgánico.

El desarenador será también de limpieza manual. Lo cual implica la construcción de unidades en paralelo para facilitar la limpieza de las unidades, mediante la operación de compuertas habilitando y/o dehabilitando el canal.



Figura N° 34. Desarenador de doble canal.
Fuente. (CENTA, 2008)

5.6.2.1.3 Medición de caudal

Se realiza a través de un dispositivo primario siendo este una estructura hidráulica calibrada, instalada en el elemento de conducción del fluido, de modo tal que se puedan obtener mediciones de flujo determinando variables físicas en puntos específicos de la estructura.

En este caso será un vertedero triangular de pared delgada que consiste en un canal de aproximación de sección rectangular en cuyo extremo se coloca una placa vertical delgada con una incisión en forma de V sobre la cual circula el flujo. Esta se ubicará de forma que su bisectriz esté vertical y equidistante a las paredes del canal (DINAMA, 2004).

A través de la información obtenida por la medición de caudal permitirá la realización de análisis más precisos del sistema de tratamiento y una determinación más exacta del volumen de aguas grises producidas por las viviendas.

5.6.2.1.4 Cámara de ecualización

El efluente generado presenta variación horaria a lo largo del día por tal motivo a continuación del canal de desbaste y la medición de caudal, el efluente se vuelca en una cámara de ecualización. La cual cumple el rol de minimizar las fluctuaciones del caudal de las aguas grises, las cuales posteriormente son bombeadas de manera consistente a los procesos siguientes. La cámara cuenta con un sistema de aireación por difusores los cuales se mantienen siempre activos para evitar posibles sedimentaciones.

5.6.2.1.5 Cámara desengrasadora

El objeto de la operación de desengrasado es eliminar las grasas, aceites, espumas y demás materias flotantes más ligeras que el agua, que de otra forma podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores.

Son tanques de flotación en donde la grasa sale a la superficie y es retenida mientras el efluente sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es similar a la de un tanque séptico.

Los elementos de menor densidad quedan retenidos en la superficie, los cuales son retirados y gestionados para su disposición.



*Figura N° 35. Cámara desengrasadora.
Fuente. (CENTA, 2008)*

5.6.2.2 Tratamiento Secundario

5.6.2.2.1 Biorreactor de Membrana

Esta tecnología combina el tratamiento biológico con la separación de sólidos mediante filtración por membrana (Figura N° 36).

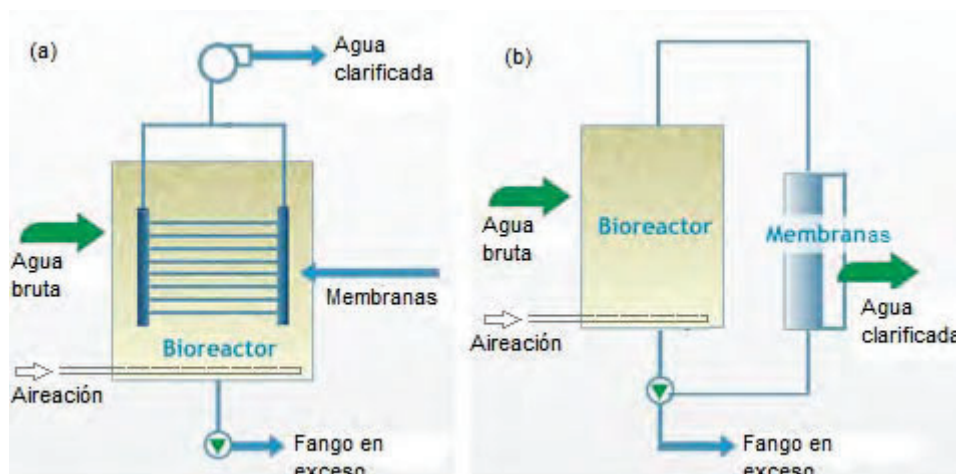


Figura N° 36. Sistemas de biorreactor de membranas. a) MBR membrana sumergida. b) MBR membrana externa.

Fuente. (Gedar - Empresa de Tratamiento de Aguas, n.d.)

Este sistema es una mejora en el proceso de lodos activados ya que la biomasa se separa por membrana en lugar de por sedimentación. La membrana es una barrera física que impide el paso de cualquier sólido e incluso bacterias y virus, por lo que se consigue un efluente de muy alta calidad que cumple con las normativas más exigentes pudiéndose reutilizar en distintas actividades. Varios estudios han demostrado que los biorreactores de membrana pueden eliminar eficazmente orgánicos, nutrientes, tensioactivos y micropolulantes del agua gris (Wu, 2019).

El biorreactor de membrana permite que el proceso de lodo activado se implemente de manera compacta, por consiguiente, esta implementación se puede utilizar para la reutilización de aguas grises en áreas densamente pobladas.

Se ha utilizado con éxito con aguas grises claras y oscuras (Atasoy et al., 2007); (Merz et al., 2007); (Winward et al., 2008); (Huelgas & Funamizu, 2010); (S. Murat Hocaoglu et al., 2013), incluso cuando había orina (Paris & Schlapp, 2010). (Atasoy et al., 2007) utilizó un biorreactor de membrana a escala piloto (600 L) para tratar aguas grises con DQO inicial de 245 mg/l. La remoción de DBO, DQO, sólidos suspendidos totales y nitrógeno total fueron >95, 95, 94 y 92% respectivamente, mientras que los coliformes totales y coliformes fecales no se detectaron en el efluente. Esto resultó en un estándar de efluentes de alta calidad que cumplía con los estándares de reutilización para diferentes propósitos.

En el estudio de (S. Murat Hocaoglu et al., 2013), se trataron las aguas grises crudas provenientes de una casa y un complejo de casas de huéspedes del campus Tubitak Gebze en Turquía, de dos edificios que comprenden un total de 28 apartamentos, 17 casas de

huéspedes para residentes permanentes y 11 apartamentos de huéspedes para uso temporal. Las partículas finas y gruesas se eliminaron del agua gris con una secuencia de dos filtros de 6 mm y 3 mm en un tanque de retención antes de alimentar al reactor. Se instalaron dos bombas separadas en el tanque de almacenamiento para la mezcla y alimentación continua del biorreactor.

El efluente tratado contenía una concentración promedio de $\text{NH}_4\text{-N}$ de 0,2 mg/l y una concentración de $\text{NO}_3\text{-N}$ de 0,3 mg/l; la eliminación casi completa de DQO con un nivel promedio de DQO efluente de 10 mg/l, DBO_5 menor que 5 mg/l, sólidos suspendidos totales menos de 2 mg/l y sin detección de coliformes, resultando totalmente apto para el reúso.

Las membranas de microfiltración dentro del reactor actúan como una barrera contra los microorganismos, de modo que no se requiere una etapa de desinfección adicional. Siempre que se produjo contaminación bacteriana, esto se atribuyó al diseño de la plataforma de tratamiento, en donde el depósito de permeado estaba demasiado cerca del reactor. Los biorreactores de membrana pueden lidiar con diferentes cantidades y calidades de efluentes y son una opción atractiva cuando el espacio es limitado, ya que ocupan un espacio reducido (Merz et al., 2007). Aun así, los biorreactores de membrana tienen un alto costo de inversión y mantenimiento debido principalmente al ensuciamiento de la membrana y un bajo tiempo de residencia hidráulica, lo que significa una alta demanda de energía para mantener el flujo de permeado y la aireación.

Además, se deben implementar estrategias de control apropiadas para prevenir el lavado de biomasa (Winward et al., 2008).

A continuación, se presente el análisis FODA correspondiente a esta propuesta.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Baja producción de lodos • Alta eficiencia • Mínimo espacio requerido • No requiere desinfección 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de personal • Tecnología conocida • Lidar con diferentes cantidades y calidades de efluentes.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de personal • Alto consumo energético • Alta inversión inicial • Sustitución de membranas 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de mantenimiento • Falta de personal capacitado • Lavado de biomasa • Ensuciamiento de membranas

Figura N° 37. Matriz FODA de la alternativa de tratamiento secundario correspondiente al Biorreactor de Membrana.

Fuente. Elaboración propia.

5.6.2.2.2 Reactor UASB

El reactor anaeróbico de flujo ascendente con manto de lodos (UASB) es un proceso de tanque simple. Las aguas residuales entran en el reactor por el fondo, y fluyen hacia arriba. Una capa de lodos anaeróbicos activa suspendida, sin necesidad de soporte adicional, filtra las aguas residuales, tratándolas al ir atravesándola.

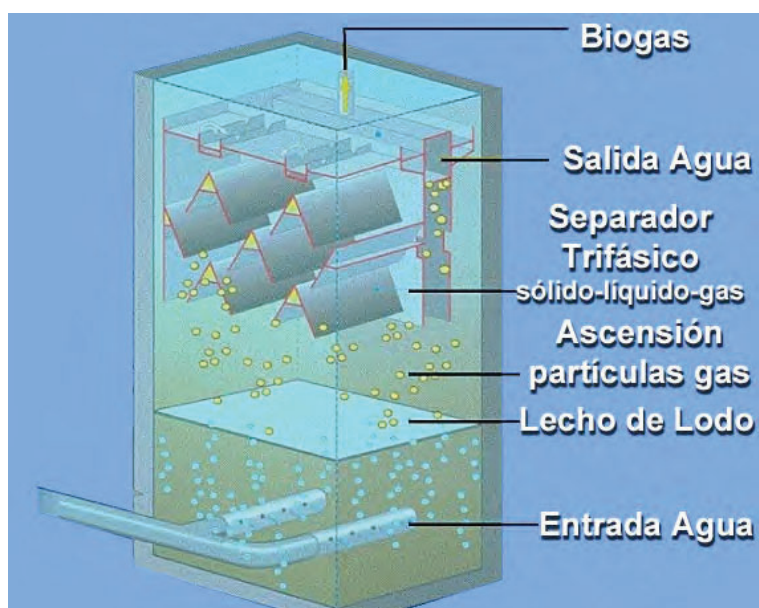


Figura N° 38. Esquema Reactor UASB.

Fuente. https://cidta.usal.es/cursos/simulacion/modulos/cursos/uni_04/FOTOS/u4c4s3f5.jpg

Este lodo está conformado por bacterias que degradan la materia orgánica, y entre si forman gránulos cuya densidad les permite sedimentar en el digestor.

Las principales ventajas de la utilización del reactor UASB son, la construcción y el mantenimiento sin complicaciones, el pequeño requerimiento de terreno, el bajo costo de construcción y operación, la baja producción de lodo en exceso, la robustez en términos de eficiencia de eliminación de DQO, la capacidad de hacer frente a las fluctuaciones de temperatura, pH y concentración de influentes, recuperación rápida de biomasa después del apagado y generación de energía en forma de biogás o hidrógeno (Daud et al., 2018)

Por otro lado, se requiere un tiempo de arranque prolongado debido a la lenta tasa de crecimiento de microorganismos en caso de que el lodo activado no esté ampliamente disponible. En regiones frías, la temperatura debe mantenerse dentro de (15–35°C) para lograr un rendimiento en estado estable. Problemas de olor, toxicidad y corrosión, el H₂S se genera en la digestión anaeróbica, particularmente cuando hay una alta concentración de sulfato en las aguas residuales. La presencia de una alta concentración de tensioactivos puede afectar considerablemente la producción de metano durante el tratamiento anaeróbico ((Abu Ghunmi et al., 2010); (L. Hernández Leal et al., 2011). Dependiendo del caso se necesitará tratamiento posterior ya que los patógenos no se eliminarán por completo. Lo mismo ocurre con la eliminación incompleta de nutrientes (Daud et al., 2018), pero si se trata para la reutilización de aguas grises es una ventaja la presencia de los mismo para riego.

Según el estudio realizado por (Elmitwalli & Otterpohl, 2011) instalaron dos reactores UASB en el Instituto de Gestión de Aguas Residuales y Protección del Agua, Universidad Tecnológica de Hamburgo, Alemania. Estos fueron alimentados con aguas grises del asentamiento "Flintenbreite" en Luebeck, Alemania, logrando una eliminación de la demanda química de oxígeno del 52-64% y la eliminación de nitrógeno y fósforo en los reactores fue limitada (22–36 y 10–24%, respectivamente) en todas las condiciones operativas.

En Egipto de acuerdo a la investigación de (Abdel-Shafy et al., 2015), alcanzaron una eficacia del tratamiento de 19,3, 57,8, 67,5 y 83,7% para SST, DQO, DBO₅ y aceite y grasa, respectivamente. Cuando el efluente de UASB se trató adicionalmente con MBR, la tasa de eliminación general alcanzó 97,7, 97,8, 97,4 y 95,8% para los mismos parámetros sucesivamente. Las características del efluente final alcanzaron 2,5, 8,5, 6,1, 0,95, 4,6 y 2,3 mg/l para para SST, DQO, DBO₅, fosfatos, aceite y grasa y TKN, respectivamente. Este efluente tratado puede ser reutilizado para distintos usos, según las normas egipcias.

La eficacia del reactor UASB mejora con la integración de otros sistemas.

A continuación, se presente el análisis FODA correspondiente a esta propuesta.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo producción de lodos • Bajo costo de construcción • Mínimo espacio requerido • Bajo mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de personal • Tecnología conocida • Generación de biogás
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo nivel de remoción de DQO y DBO • Arranque prolongado • Requiere desinfección 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de residuos • Falta de personal capacitado • Producción de malos olores

Figura N° 39. Matriz FODA de la alternativa de tratamiento secundario correspondiente al Rector UASB.

Fuente. Elaboración propia.

5.6.2.2.3 Humedales artificiales

Los humedales artificiales son la alternativa para los sistemas convencionales de tratamientos de aguas residuales, debido a que estos brindan un tratamiento relativamente económico, su operación y mantenimiento son simples y la efectividad de su tratamiento es alta. El principio de funcionamiento se basa en un flujo de agua lento, en cuencas relativamente poco profundas, aisladas del suelo para evitar el paso de los contaminantes a los ecosistemas circundantes, en las cuales se implantan vegetación adaptada a la vida acuática, generándose procesos naturales en éstas que depuran el agua residual. Estos procesos naturales (Figura N° 40) para el tratamiento de aguas residuales son tales como la sedimentación, degradación microbiana, adsorción, absorción, reacciones químicas y volatilización.

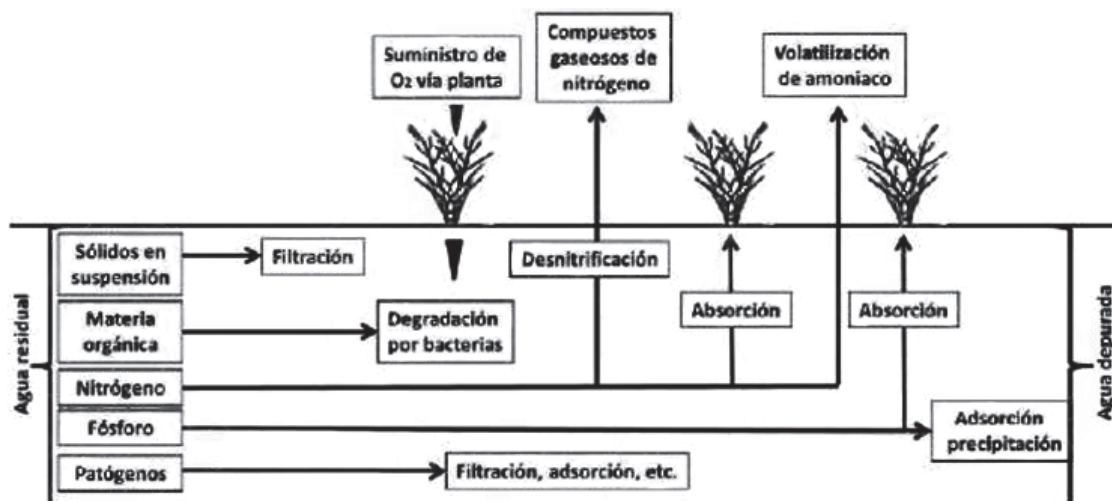


Figura N° 40. Principales procesos de depuración en humedales artificiales.
Fuente. (Salas, 2017)

Básicamente los humedales artificiales están conformados por el agua residual entrante al sistema, un sustrato que se coloca en el lecho del humedal que dentro de sus funciones sirve como soporte para las plantas, el desarrollo del ecosistema, proporciona la superficie para el desarrollo microbiano, soporta adsorción y procesos de filtración. La vegetación, que lleva adelante procesos de depuración del agua residual a tratar mediante procesos de adsorción, fijación, etc. Y los microorganismos que intervienen en las reacciones biológicas del proceso de tratamiento.

Estos sistemas tienen un alto potencial de eliminación de DBO₅, sólidos en suspensión y algunos metales pesados como Pb, Zn y Fe entre otros y patógenos. Se pueden clasificar de acuerdo a diversos parámetros, pero los dos criterios más importantes son el régimen de flujo de agua (superficial y subsuperficial) y el tipo de crecimiento macrofítico (Figura N° 41). Se pueden combinar diferentes tipos de humedales construidos entre sí, llamados sistemas híbridos.

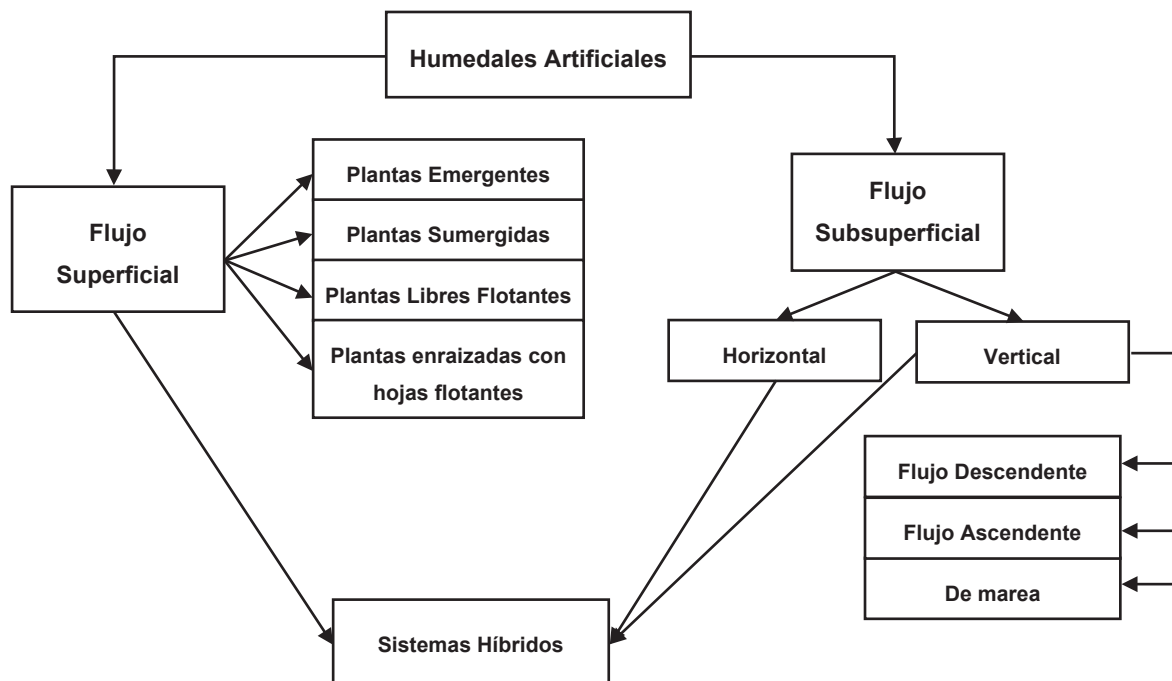


Figura N° 41. Clasificación de humedales artificiales Fuente. Elaboración propia a partir de (Vymazal & Kröpfelová, 2008)

5.6.2.2.3.1 Humedal de flujo superficial

Se puede dividir según el tipo de vegetación elegida: flotante, sumergida, emergente. Las plantas acuáticas infunden oxígeno en el área de la rizósfera, lo que fomenta procesos de descomposición aeróbica. Las plantas flotantes tienen un sistema de raíces que ayuda a filtrar las partículas suspendidas en el agua y se utiliza como medio de crecimiento para los organismos que descomponen la materia orgánica. Por un lado, al encontrarse el agua superficial cubierta con plantas se evita la penetración de la luz solar y el desarrollo de algas y por el otro lado puede reducirse la concentración de oxígeno en el agua. Las plantas sumergidas necesitan la penetración de luz solar para realizar la fotosíntesis, en el caso en donde el agua, a tratar, presente una alta turbidez, este tipo de plantas nos son adecuadas para el tratamiento. En los sistemas en los que se siembran plantas sumergidas, las propias plantas se usan como sustrato de adhesión y como factor que ralentiza el flujo de agua, y por lo tanto alienta el depósito de partículas suspendidas. La mayor parte del oxígeno en estas cuencas ingresa al agua desde la superficie (Vymazal et al., 1998).

Legajo: CYT-5427

El riesgo de estos sistemas es que pueden proporcionar un hábitat para mosquitos, especialmente cuando existe una alta carga orgánica y condiciones anaeróbicas. La condición anaeróbica puede causar malos olores, especialmente en los sistemas domésticos. Por estas razones, estos sistemas no se usan comúnmente para el tratamiento de aguas grises.

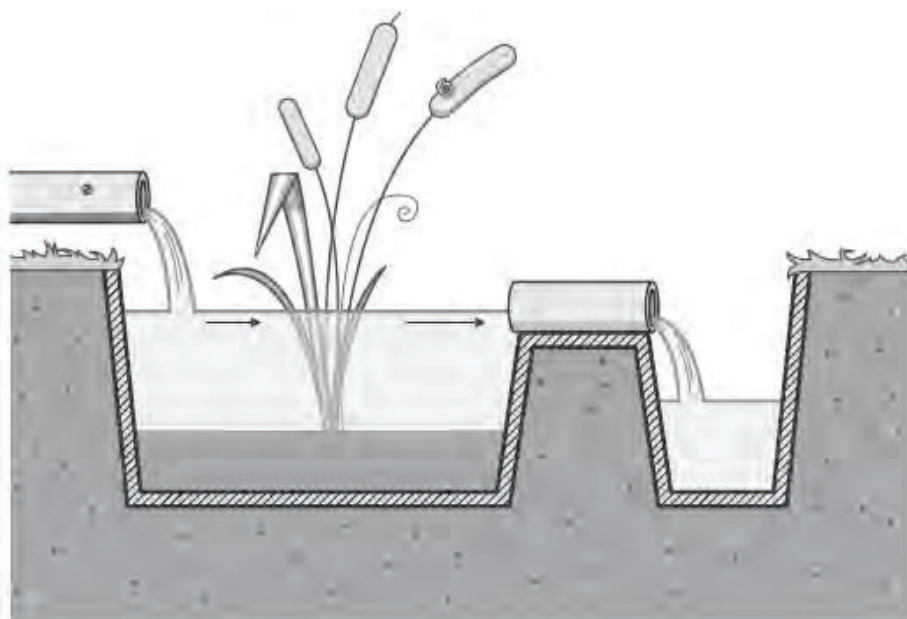


Figura N° 42. Humedal artificial de flujo artificial.
Fuente. (Vymazal et al., 1998)

5.6.2.2.3.2 Humedal de flujo subsuperficial

Como indica el nombre el agua residual circula por debajo de la superficie, a través de un sustrato poroso, horizontalmente (Figura N° 43) o verticalmente. Los humedales de tratamiento de flujo vertical pueden clasificarse además en flujo descendente (Figura N° 44) y ascendente (Figura N° 45) si las aguas residuales se alimentan en la superficie o en el fondo del humedal.

En flujo horizontal, el agua residual ingresa de un lado del humedal y sale por el otro a la misma altura, sin sobrepasar el nivel del sustrato. Durante este paso, las aguas residuales entrarán en contacto con una red de zonas aeróbicas, anóxicas y anaeróbicas. Las zonas aeróbicas ocurren alrededor de las raíces y los rizomas que filtran oxígeno al sustrato. Los compuestos orgánicos se degradan aeróbicamente y anaeróbicamente por bacterias unidas a las raíces y rizomas de la planta y la superficie de los medios. El oxígeno requerido para la degradación aeróbica se suministra directamente desde la atmósfera por difusión o fuga de oxígeno desde las raíces macrófitas y los rizomas. El principal mecanismo de eliminación

Legajo: CYT-5427

del nitrógeno son las reacciones de nitrificación / desnitrificación, sin embargo, la oxigenación de estos tipos de humedales es insuficiente y, por lo tanto, la nitrificación incompleta es la causa principal de la eliminación limitada de nitrógeno (Vymazal, 2007). El agua gris no es rica en nitrógeno en comparación con las aguas residuales domésticas, además si es agua tratada se usa para riego, entonces existe una ventaja en mantener el nitrógeno.

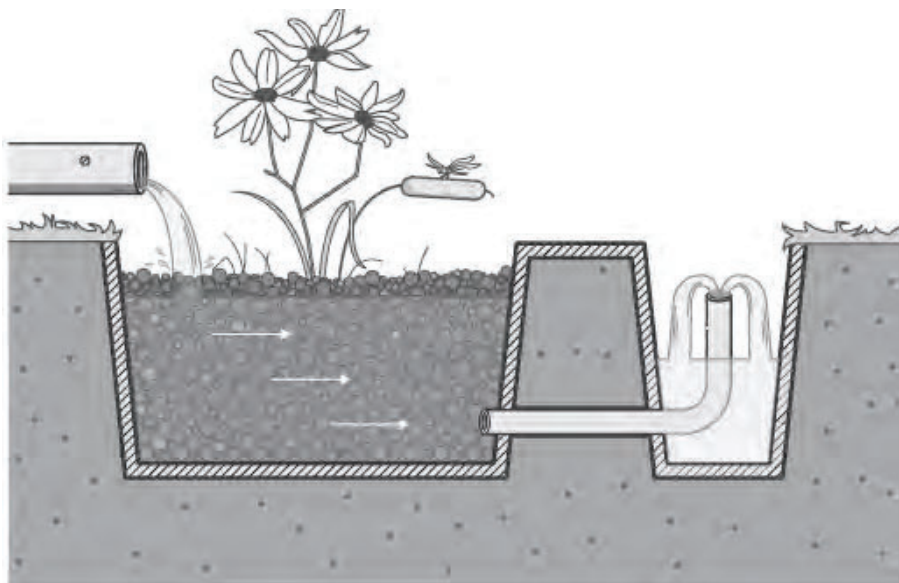


Figura N° 43. Humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal.
Fuente. (Vymazal et al., 1998)

La eliminación de la contaminación microbiana se logra principalmente a través de una combinación de factores físicos, químicos y biológicos. Los factores físicos incluyen la filtración y la sedimentación, los factores químicos incluyen la oxidación, la radiación UV, la exposición a biocidas excretados por algunas plantas y la adsorción de la materia orgánica. Los factores de eliminación biológica incluyen la antibiosis, la depredación por nematodos, protozoos y zooplancton, el ataque de bacterias y virus líticos y la muerte natural (Vymazal, 2005).

En el flujo vertical, el agua fluye en la parte superior de la cuenca, se filtra y sale por la parte inferior (Figura N° 44).

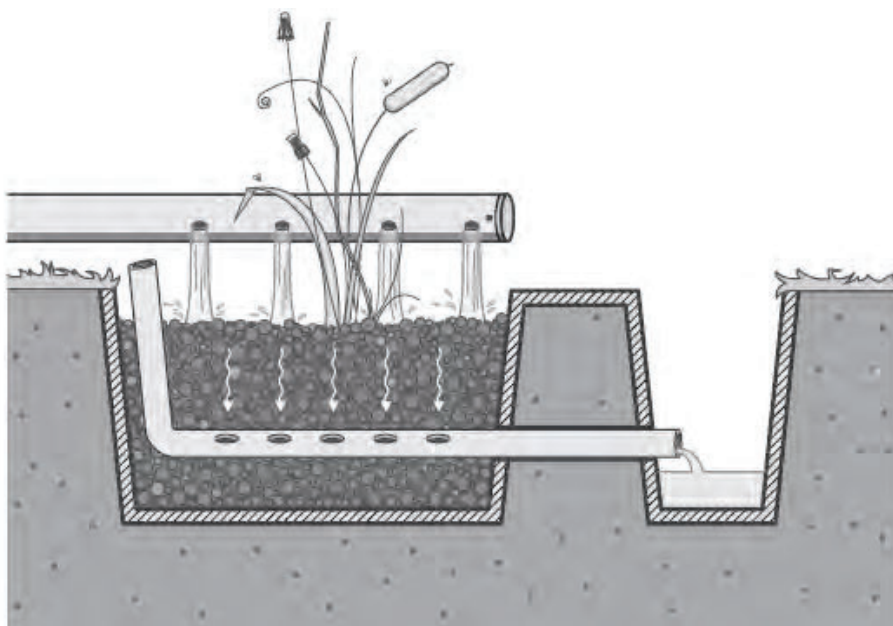


Figura N° 44. Humedal artificial subsuperficial de flujo vertical descendente.
Fuente. (Vymazal et al., 1998)

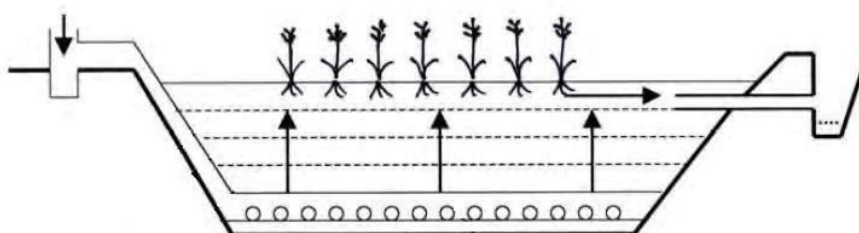


Figura N° 45. Humedal artificial subsuperficial de flujo vertical ascendente.
Fuente. (Vymazal, 2001)

En estos sistemas el sustrato al no estar saturado con agua, se caracteriza por presentar mayores concentraciones de oxígeno en comparación con los humedales de flujo horizontal. Una mayor concentración de oxígeno que pase a la biopelícula permite un aumento de velocidad de biodegradación, logrando de esta manera reducir las aéreas de la instalación necesaria. Como las condiciones no son anóxicas, no hay eliminación de nitrógeno a través del proceso de desnitrificación lo cual, como se comentó anteriormente, al reutilizar las aguas grises para riego es una ventaja. Una desventaja de los humedales es que para lograr buenos resultados, se debe usar un área relativamente grande. Para aumentar la efectividad de tratamiento y ahorrar espacio, se suele recircular parte o la totalidad del volumen total del agua.

Un ejemplo de aplicación es el estudio realizado en Israel por (Gross et al., 2007), los cuales desarrollaron un humedal de flujo vertical para reutilizar aguas grises para riego. Lograron a través del humedal la eliminación de prácticamente todos los sólidos en suspensión y la demanda biológica de oxígeno, y alrededor del 80% de la demanda química de oxígeno después de 8 hs. Los coliformes fecales disminuyeron en tres o cuatro órdenes de magnitud desde su concentración inicial después de 8 hs. El análisis de factibilidad indicó un retorno sobre la inversión después de aproximadamente tres años.

Otro caso de aplicación fue en el campus de Jawahar Navodaya Vidyalaya en India, en donde se instaló un sistema experimental de humedales subsuperficiales de flujo horizontal a gran escala, para tratar el agua gris que se origina en las fuentes de lavandería. Los resultados obtenidos fueron que pudieron eliminar DBO, DQO, SST y coliformes del agua gris entre el 67 y 80% y que para los nutrientes entre el 25 y 40%. El estudio también concluyó que, en base a la observación de un modelo de funcionamiento del sistema de humedales construídos, alrededor del 25-30% de la necesidad de agua hortícola en el campus puede reducirse utilizando un sistema de humedales construídos a pequeña escala para tratar y reutilizar las aguas grises.

A continuación, se presente el análisis FODA correspondiente a un humedal de flujo subsuperficial horizontal.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético nulo • Bajo mantenimiento • Impacto paisajístico positivo • No se generan malos olores ni proliferación de mosquitos • No se generan lodos 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de personal • Tecnología conocida • Posible empleo de la biomasa vegetal producida.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Área requerida relativamente grande • Requiere desinfección 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de personal capacitado • Posible la acumulación de sedimentos en el lecho si no son operados correctamente

Figura N° 46. Matriz FODA de la alternativa de tratamiento secundario correspondiente al humedal de flujo subsuperficial horizontal.
Fuente. Elaboración propia.

5.6.2.2.4 Comparativa entre alternativas

De acuerdo a las alternativas anteriormente descritas, se realizó un análisis comparativo entre ellas teniendo en cuenta sus características principales. Los parámetros evaluados fueron, área requerida, producción de lodos, consumo energético, costo de mantenimiento, eficiencia y requerimiento de desinfección.

Cada uno de estos fue calificado según su magnitud en alto, medio, bajo y nulo, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla N° 10. Análisis comparativo entre alternativas de tratamiento secundario.

Parámetros	Biorreactor de membrana	UASB	Humedal Artificial
Área requerida	Baja	Baja	Alta
Producción de lodos	Bajo	Bajo	Nulo
Consumo Energético	Alto	Nulo	Nulo
Costo mantenimiento	Alto	Bajo	Bajo
Eficiencia de remoción	Alta	Media	Alta
Requerimiento Desinfección	No	Si	Si

Fuente. Elaboración propia.

La alternativa con mayor área de superficie requerida es la del humedal artificial, si bien esta área es mucho mayor en comparación con el resto de las alternativas, el emprendimiento cuenta con espacio para su realización y, por otra parte, posee un impacto paisajístico positivo respecto a las otras dos alternativas.

Tanto el reactor UASB como el biorreactor de membrana cuentan con producción lodos bajas, en cambio el humedal artificial preside de la producción de estos.

El consumo de energía es nulo en el humedal artificial y el en reactor UASB dado que no cuentan con ningún equipo electromecánico, en cambio el biorreactor de membrana posee una alta demanda de energía para mantener el flujo de permeado y la aireación.

El mantenimiento sigue en línea con el consumo de energía dado que el biorreactor de membrana al poseer equipamiento electromecánico puede presentar este algún desperfecto y generar gastos en su reparación. Además, al ocurrir ensuciamiento de las membranas conlleva más horas hombre de mantenimiento, y dependiendo de la naturaleza de las incrustaciones se recurre a la utilización de reactivos químicos. Por otra parte, las unidades de membranas tienen un coste elevado y una vida útil que actualmente está limitada entre 5 y 8 años. Y como en el reactor UASB se tiene que realizar gestión de lodos. En cambio, el humedal artificial requiere mínimo mantenimiento únicamente limpieza de las tuberías de distribución y recolección y poda de la vegetación del humedal.

Analizando la eficiencia de remoción de la materia orgánica, según (Oteng-Peprah et al., 2018) el reactor UASB presenta una remoción que puede llegar hasta el 67%, por

consiguiente, no logra una performance adecuada para poder lograr el cumplimiento de los parámetros exigidos para la reutilización de las aguas grises. En cambio, el biorreactor de membrana posee una eficiencia entre 93% y 97% (Oteng-Peprah et al., 2018) y el humedal artificial puede llegar hasta el 99%, estos pudiendo cumplir con los parámetros de reúso. Con respecto a la remoción de patógenos, el reactor UASB de acuerdo a (Daud et al., 2018) no remueve completamente los patógenos, en cambio en biorreactor de membrana los remueve completamente. Por otro lado el humedal artificial según (Masi & Martinuzzi, 2007) en su modalidad de flujo subsuperficial horizontal remueve entre el 94% y el 99,99%, pero para asegurar los parámetros de remoción recomienda una desinfección.

Por lo tanto, para seguir en línea con el ideal del barrio sustentable y generar el menor impacto al medio ambiente se opta como tratamiento secundario el humedal artificial de flujo subsuperficial. Ya que el barrio posee el espacio para su construcción, además teniendo en cuenta lo anterior descrito no posee consumo energético, es económico, es eficiente en la remoción de los contaminantes, no generan lodos y tiene un impacto positivo paisajístico.

5.6.2.3 Tratamiento terciario

5.6.2.3.1 Cámara de cloración

Consiste en una cámara de contacto en donde se realiza la cloración mediante hipoclorito de sodio a través de una bomba dosificadora y un tanque de almacenamiento.

Este permite la eliminación de los patógenos del efluente para el cumplimiento con la normativa por su reúso.

6 MEMORIA DE CALCULO

6.1 Consideraciones

Para hacer los análisis correspondientes, se consideró plena ocupación de la etapa N° 1 del barrio. Esto implica que todos los lotes están edificados y en ellos residen familias promedios, conformadas por cuatro integrantes.

Por otro lado, se tendrán en cuenta a los trabajadores domésticos que por vivienda pueden ser 1 o 2 personas, además de los que pueden ir un par de veces por mes para mantenimiento de la vivienda.

La casa promedio para el emprendimiento consta de dos plantas, con dos baños, tres dormitorios, un living comedor, una cocina y un lavadero con una superficie cubierta total de 240 m².

Solo se diseñará la etapa N°1 del barrio, debido que se utilizará de prueba para poder ajustar tanto el sistema de colector de las aguas grises, como el sistema de distribución de agua de reúso. Como así también el sistema de tratamiento para las próximas etapas del proyecto.

6.2 Consumo de agua potable del barrio

6.2.1 Consumo de agua potable por vivienda

Como mencioné anteriormente en este tipo de zonas residenciales, el consumo de agua aumenta de manera considerable respecto a la media.

El consumo doméstico de agua por habitante es la cantidad de agua que utiliza una persona para sus necesidades diarias de consumo, ya sea para su higiene personal, limpieza de vivienda, riego, etc. y se cuantifica en litros por habitante por día (l/hab.d). El cual va a depender del número de habitantes, la clase de artefactos que se posea y la superficie del jardín. El hábito del uso de los artefactos va a variar a lo largo del año, por tal motivo se realizan las siguientes consideraciones:

1. Constantes a través del año:
 - Para la determinación del consumo de agua en el hogar, se considerará que cada vivienda esté compuesta por 4 personas como habitantes y 1 persona adicional como trabajador.

- La superficie de jardín a regar es del 50% del tamaño del lote siendo este valor 465 m².
- Los artefactos utilizados en la vivienda son de eficiencia energética clase A o superior.
- El lavado del auto se considera una vez por mes, debido que generalmente esta población, con mayor poder adquisitivo, realiza su lavado en un lavadero.
- Se considera dos veces a la semana limpieza profunda de la vivienda.
- Tres usos diarios del lavarropa.
- La actividad de higiene personal contempla, afeitado, limpieza de dientes, lavado de manos, cara.
- Una ducha diaria por habitante.

2. Marzo a noviembre

- Se considera el uso del inodoro cuatro veces por día por habitante y personal auxiliar y un uso diario del bidet por individuo.
- Un uso diario del lavavajilla.
- Se contempla la utilización de la cocina dos veces al día y el uso de agua para beber por día, en menor medida que el resto del año debido que en esta época, los chicos van al colegio gran parte del día.

3. Diciembre a febrero

- Se considera el uso del inodoro seis veces por día por habitante y cuatro veces por día por personal auxiliar y un uso diario del bidet por individuo.
- Dos usos diarios del lavavajilla.

En la Tabla N° 11, se indica una aproximación de los litros consumidos por persona y por día en las distintas actividades diarias obtenidas de bibliografía (Fernández de Aviles, 2018 y Cattaneo, 2010). Por otro lado, se determinó según criterio personal, las cantidades diarias que se realizan dichas actividades con el fin de obtener la demanda de agua potable diaria en una vivienda, sin tener en cuenta el riego del jardín.

Tabla N° 11. Consumo de agua para las distintas actividades en una vivienda.

N°	Actividades	Consumo	Unidades	Periodo			
				Marzo a Noviembre Uso diario	Noviembre Demanda estimada (l/d)	Diciembre a febrero Uso diario	Febrero Demanda estimada (l/d)
1	Cocinar	8	l/uso	1,5	12	2	16
2	Beber	2	l/d	5	10	7	14
3	Higiene personal	25	l/d	5	125	5	125
4	Inodoro	6	l/uso	20	120	28	168
5	Bidet	1	l/uso	5	5	5	5
6	Ducha	100	l/ducha	4	400	4	400
7	Uso de lavavajillas	30	l/ciclo	1	30	2	60
8	Lavarropa	60	l/ciclo	3	180	3	180
9	Limpieza de la vivienda	140	l/limpieza	0,285	39,9	0,285	39,9
10	Lavado de auto	360	l/lavado	0,03	10,8	0,03	10,8
11	Otros	20	l/d	1	20	1	20
Total					952,7		1038,7

Fuente. Elaboración propia.

Como el riego del jardín varía a lo largo del año se realizó un análisis detallado que se describe en el siguiente apartado.

A continuación, en la Tabla N° 12 se observa el consumo de agua por vivienda.

Tabla N° 12. Consumo de agua por vivienda.

Mes	Demanda estimada (l/d)	Riego de jardín (l/d)	Consumo de agua por vivienda (l/d)	Consumo de agua por habitante (l/d)
Enero	1038,70	1813,50	2852,20	713,05
Febrero	1038,70	1813,50	2852,20	713,05
Marzo	952,70	641,70	1594,40	398,60
Abril	952,70	260,40	1213,10	303,28
Mayo	952,70	260,40	1213,10	303,28
Junio	952,70	181,35	1134,05	283,51
Julio	952,70	260,40	1213,10	303,28
Agosto	952,70	269,70	1222,40	305,60
Septiembre	952,70	711,45	1664,15	416,04
Octubre	952,70	660,30	1613,00	403,25
Noviembre	952,70	1185,75	2138,45	534,61
Diciembre	1038,70	1720,50	2759,20	689,80
Promedio Mensual			1789,11	447,28

Fuente. Elaboración propia.

Legajo: CYT-5427

El valor promedio obtenido de consumo de agua para un barrio cerrado de estas características es de 447,28 l/hab.d un 32% mayor al estimado por AySA de 338 l/hab.d (Aysa, 2017) para la provincia de Buenos Aires..

Se puede observar que durante el transcurso de los meses con mayor temperatura aumenta el consumo de agua, ocurriendo el pico de consumo en el mes de enero y febrero en 713,05 l/hab.d contra los 283 l/hab.d en el mes de junio. Esto se debe que los habitantes modifican sus hábitos a lo largo del año, dado que en épocas de mayores temperaturas (verano), los chicos no van al colegio, por lo tanto, se encuentran más tiempo en casa realizando mayor uso de las instalaciones domiciliarias. Además el jardín en épocas de mayor temperatura requiere mayor consumo de agua.

Y se obtiene un valor promedio diario de consumo de agua por vivienda de 1789,11 l/d.

En la Figura N° 47 y la Figura N° 48 se pueden ver los porcentajes de consumo de agua de las distintas actividades en la vivienda cuando se produce el pico de consumo y cuando se realiza el menor consumo.

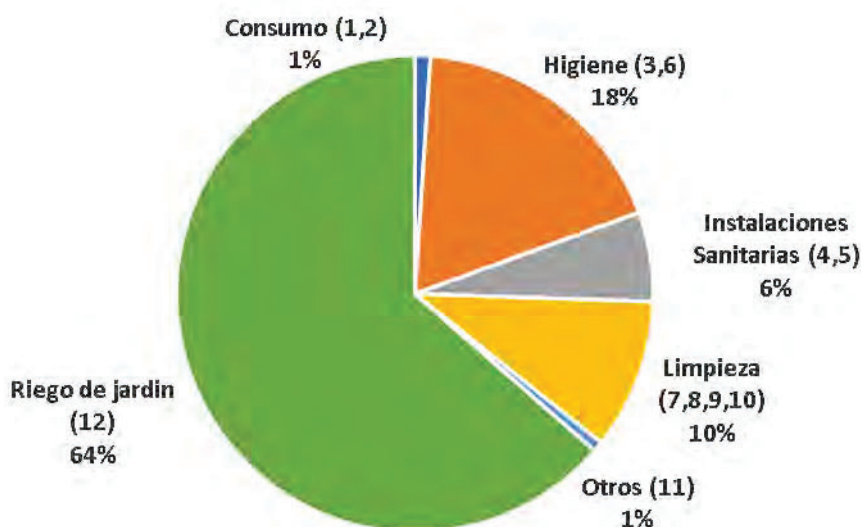


Figura N° 47. Porcentajes de consumo de agua de las distintas actividades de una vivienda en el mes de enero.
Fuente. Elaboración propia.

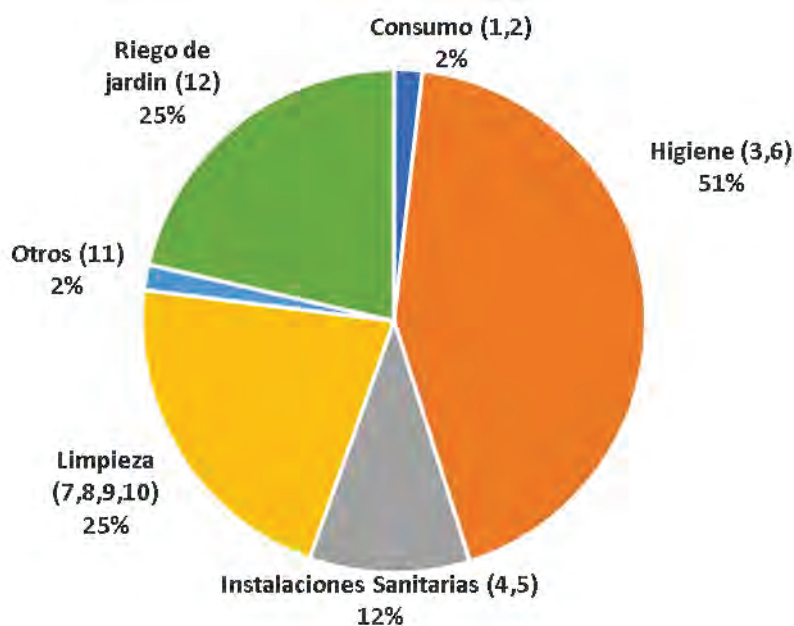


Figura N° 48. Porcentajes de consumo de agua de las distintas actividades de una vivienda en el mes de julio.
Fuente. Elaboración propia.

6.2.1.1 Consumo de agua potable para el riego de jardines de la vivienda

Como el riego del jardín juega un rol importante en el consumo de agua en la vivienda, se realizó un cálculo detallado del mismo.

Para esto se aplicó la metodología recomendada por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación) a través del método de Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración potencial o de referencia, mediante la aplicación del software CROPWAT para Windows versión 8.0.

La ecuación combinada de Penman-Monteith es:

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)} \quad \text{Ecuación N° 1}$$

Donde R_n es la radiación neta, G es el flujo del calor en el suelo, $(e_s - e_a)$ representa el déficit de presión de vapor del aire, ρ_a es la densidad media del aire a presión constante, c_p es el calor específico del aire, Δ representa la pendiente de la curva de presión de vapor de saturación, γ es la constante psicrométrica, y r_s y r_a son la resistencia superficial (total) y aerodinámica.

Los datos climatológicos que requiere el programa son los siguientes: a) información básica de la estación meteorológica: nombre del país, nombre de la estación, altitud, latitud y longitud; y b) datos climáticos mensuales de: precipitación (p), temperatura máxima, mínima y media, humedad relativa, insolación (horas brillo sol) y velocidad del viento.

En la siguiente tabla, se presenta la información climatológica con que se trabajó, de la estación meteorológica de Ezeiza, con altitud de 20 m, latitud de 34,81°S y longitud de 58,53°O, con valores medios mensuales de las principales variables, con registros de 1981 a 2010. La evapotranspiración de referencia (ET₀) se calculó con el método de Penman-Monteith en función a las temperaturas máximas y mínimas, la humedad relativa media, velocidad del viento y las horas de insolación. Los valores de la ET₀ diario mensual variaron de 1,43 a 6,06 mm/día, con un promedio de 3,48 mm/día.

Tabla N° 13. Cálculo de la ET₀, con el método de Penman-Monteith.

Mes	Temp. Min.	Temp. Max.	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ET ₀
	°C	°C	%	km/d	horas	MJ/m ² /d	mm/d
Enero	17,7	30,2	66	319	8,9	24,5	6,06
Febrero	16,9	28,5	71	300	7,7	21,1	5,01
Marzo	15,3	26,7	75	268	6,8	17,2	3,89
Abril	11,4	22,5	78	252	6,1	13,1	2,66
Mayo	8,2	18,8	79	247	5,4	9,8	1,83
Junio	5,8	15,6	79	261	4,8	8	1,43
Julio	4,9	14,9	78	276	4,8	8,6	1,47
Agosto	6,1	17,3	75	300	5,4	11,2	2,09
Septiembre	7,8	19	72	338	6	14,9	2,89
Octubre	10,9	22,2	72	328	7,1	19,3	3,78
Noviembre	13,5	25,4	69	333	8,4	23,2	4,92
Diciembre	15,9	28,5	66	321	8,8	24,7	5,77
Promedio	11,2	22,5	73	295	6,7	16,3	3,48

Temp. Min.: Temperatura mínima expresada en °C.

Temp. Max.: Temperatura máxima expresada en °C.

Humedad: Humedad relativa del aire expresada en %.

Rad: Radiación expresada en mega joule por metro cuadrado por día.

ET₀: Evapotranspiración expresado en milímetros por día.

Fuente. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en CROWAT 8.0.

En Tabla N° 14 se tienen los datos de precipitación media mensual proporcionada al programa y los datos calculados de la precipitación efectiva media mensual.

Tabla N° 14. Estimación de la precipitación efectiva.

Mes	Precipitación	Precipitación efectiva
	mm	mm
Enero	101,7	71,2
Febrero	113,1	79,2
Marzo	114,4	80,1
Abril	93,2	65,2
Mayo	76,6	53,6
Junio	47,3	33,1
Julio	47,2	33
Agosto	55,1	38,6
Septiembre	59,7	41,8
Octubre	110,5	77,3
Noviembre	103	72,1
Diciembre	98	68,6
Total	1019,8	713,9

Fuente. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en CROWAT 8.0.

El tipo de suelo correspondiente al partido de Ezeiza en donde se encuentra localizado el barrio, el cual queda ubicado en la subregión denominada Pampa Ondulada, presenta las características del franco limoso (Imbellone, P. A., Gimenez, J. E., & Panigatti, 2015). Tanto los valores característicos requeridos por el software sobre el cultivo, en este caso césped, y del suelo se utilizaron los que vienen propuestos por default por el software CROPWAT 8.0.

Tabla N° 15. Cálculo de la ETC y del requerimiento de riego para césped.

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Precipitación Efectiva	Requerimiento de Riego
			Coef.	mm/d	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ago	2	Inic	1,01	2,12	6,4	3,9	1,9
Ago	3	Des	1,01	2,36	25,9	13,2	12,7
Sep	1	Des	1,01	2,64	26,4	12,6	13,8
Sep	2	Med	1,01	2,93	29,3	12,4	16,8
Sep	3	Med	1,01	3,23	32,3	16,9	15,4
Oct	1	Med	1,01	3,53	35,3	23,1	12,2
Oct	2	Med	1,01	3,83	38,3	27,7	10,6
Oct	3	Med	1,01	4,22	46,4	26,5	19,9
Nov	1	Med	1,01	4,6	46	24,6	21,4
Nov	2	Med	1,01	4,99	49,9	24	25,9
Nov	3	Med	1,01	5,27	52,7	23,6	29,1
Dic	1	Med	1,01	5,56	55,6	23,1	32,6
Dic	2	Med	1,01	5,85	58,5	22,6	35,9
Dic	3	Med	1,01	5,95	65,5	23	42,5
Ene	1	Med	1,01	6,12	61,2	23,3	37,9
Ene	2	Med	1,01	6,25	62,5	23,5	39
Ene	3	Med	1,01	5,86	64,4	24,5	40
Feb	1	Med	1,01	5,43	54,3	25,7	28,6
Feb	2	Med	1,01	5,08	50,8	26,7	24,1
Feb	3	Med	1,01	4,7	37,6	26,7	10,9
Mar	1	Med	1,01	4,32	43,2	27,1	16,2
Mar	2	Med	1,01	3,94	39,4	27,4	12
Mar	3	Med	1,01	3,53	38,8	25,5	13,3
Abr	1	Med	1,01	3,11	31,1	23,3	7,8
Abr	2	Med	1,01	2,7	27	21,6	5,3
Abr	3	Med	1,01	2,42	24,2	20,4	3,8
May	1	Med	1,01	2,13	21,3	19,4	1,9
May	2	Med	1,01	1,85	18,5	18,3	0,3
May	3	Med	1,01	1,72	18,9	15,9	3
Jun	1	Med	1,01	1,58	15,8	12,7	3,2
Jun	2	Med	1,01	1,45	14,5	10,1	4,4
Jun	3	Med	1,01	1,46	14,6	10,4	4,2
Jul	1	Med	1,01	1,48	14,8	10,9	3,9
Jul	2	Med	1,01	1,5	15	10,8	4,2
Jul	3	Med	1,01	1,7	18,7	11,5	7,3
Ago	1	Med	1,01	1,91	19,1	12,3	6,8
Ago	2	Fin	1,01	2,12	14,8	9	1,9
Totales					1289,2	714	570,8

c.= inicial; Des.= desarrollo; Med= media; Fin= final; dec= diez días; Kc= coeficiente de cultivo; ETc= evapotranspiración del cultivo.

Fuente. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en CROWAT 8.0.

En la Tabla N° 15 se obtuvieron los requerimientos de agua para riego a lo largo del año.

En la siguiente tabla se calculó la cantidad de agua necesaria para el riego del jardín de acuerdo con el mes en curso. El valor de requerimiento de agua utilizado para cada mes es el promedio mensual de las tres décadas.

Tabla N° 16. *Requerimiento mensual de agua para el riego de jardín.*

Mes	Requerimiento de agua (l/m ²)	Riego de jardín (l/d)
Enero	3,9	1813,5
Febrero	3,9	1813,5
Marzo	1,38	641,7
Abril	0,56	260,4
Mayo	0,17	79,05
Junio	0,39	181,35
Julio	0,39	181,35
Agosto	0,58	269,7
Septiembre	1,53	711,45
Octubre	1,42	660,3
Noviembre	2,55	1185,75
Diciembre	3,7	1720,5

Fuente. *Elaboración propia.*

6.2.1.2 Consumo de agua potable para el riego de las áreas verdes comunes del barrio.

Una de las singularidades de los barrios cerrados es el diseño de las áreas verdes comunes, las cuales tienen como objetivo ser atractivas para los habitantes del barrio.

De la misma manera que las viviendas estas áreas verdes se riegan con agua potable. Para calcular el consumo de agua de riego de estas, se consideró las mismas características que para calcular el consumo del agua de riego de los jardines de las viviendas.

La superficie considera como área verde común es la correspondiente a la zona de las canchas de fútbol, las áreas lindantes al Club House y al Club House Kids como se observa en la Figura N° 49. La misma resulta ser de 10.225 m².



Figura N° 49. Área de riego de zonas verdes comunes.
Fuente. Elaboración propia.

Tabla N° 17. Consumo de agua para el riego de las áreas comunes del barrio.

Mes	Requerimiento de agua (l/m ²)	Consumo de agua para riego de áreas verdes comunes (l/d)
Enero	3,9	39877,5
Febrero	3,9	39877,5
Marzo	1,38	14110,5
Abril	0,56	5726
Mayo	0,17	1738,25
Junio	0,39	3987,75
Julio	0,39	3987,75
Agosto	0,58	5930,5
Septiembre	1,53	15644,25
Octubre	1,42	14519,5
Noviembre	2,55	26073,75
Diciembre	3,7	37832,5

Fuente. Elaboración propia.

6.2.2 Consumo de agua potable de las edificaciones de uso común del barrio

Estas son el Club House, el Club House Kids y el portal de acceso al barrio. Todas cuentan con instalaciones sanitarias y además el Club House consta con cocina. A continuación, se realiza el análisis particular de cada caso.

6.2.2.1 Portal de acceso al barrio

Este cumple la función de controlar el acceso al barrio, en donde cuenta con personal las 24 horas del día. Se consideran cuatro empleados de seguridad para controlar el ingreso y egreso y vigilancia interna durante las 24hs del día con tres turnos rotativos de 8 hs. y tres adicionales para realizar tareas de limpieza y mantenimiento durante 8 hs.. Y que cada uno de estos utiliza el sanitario 3 veces al día, agua para consumo y aseo personal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla N° 18. Consumo de agua en el Portal de acceso al barrio.

Actividades	Consumo	Unidades	Uso diario	Demanda estimada (l/d)
Beber	2	l/d	1	2
Higiene personal	4	l/d	1	4
Inodoro	6	l/uso	3	18
Limpieza	40	l/limpieza	0,285	39,9
Consumo diario por empleado				61,9
Consumo total de empleados (cantidad 15)				928,5

Fuente. Elaboración propia.

Se obtiene un consumo diario por empleado de 62 l/d y un consumo total de los empleados del barrio de 629 l/d.

6.2.2.2 Club House Kids

Su rol es de salón de fiestas infantiles, lugar de reuniones, etc. Su uso se considera esporádico debido que los propietarios del barrio prefieren tener privacidad en sus reuniones sociales, por tal motivo se considera su uso dos veces al mes.

Tabla N° 19. Consumo de agua en el Club House Kids.

Actividades	Consumo	Unidades	Uso diario	Demanda estimada (l/reunión)	Demanda estimada diaria (l/d)
Higiene personal	1	l/día	45	45	3
Inodoro	6	l/uso	30	180	12
Migitorio	1,9	l/limpieza	15	28,5	1,9
Limpieza	140	l/limpieza	1	140	9,3
Consumo total por reunión				394	26,2

Fuente. Elaboración propia.

6.2.2.3 Club House

El Club House cumple una función social dentro del barrio, es el lugar central de reunión para toda la comunidad. El modelo del Club House, con un restaurant y cafetería que servía como punto de encuentro, hoy parece estar extinguiéndose. Por lo tanto, el uso del Club House es mínimo. Diariamente se considera el uso de las instalaciones sanitarias debido que se encuentra cercano a las cachas deportivas en donde se los propietarios realizan alguna actividad diariamente.

El House presenta su mayor uso en época de verano de diciembre a febrero, en donde se habilita la piscina común para todo el barrio. Por lo tanto, se consideran dos situaciones como se observa a continuación.

Tabla N° 20. Consumo de agua en Club House.

Actividades	Consumo	Unidades	Uso diario	Demanda estimada (l/d) Marzo a noviembre	Uso diario	Demanda estimada (l/d) Diciembre a Febrero
Higiene personal	1	l/d	15	15	30	30
Inodoro	6	l/uso	1	6	5	30
Migitorio	2	l/uso	14	28	25	50
Ducha	100	l/ducha	1	100	5	500
Cocina	8	l/uso	0	0	6	48
Limpieza	280	l/limpieza	0,285	79,8	0,285	79,8
Consumo total				228,8		737,8

Fuente. Elaboración propia.

6.3 Producción de aguas grises en el barrio

6.3.1 Producción de aguas grises en las viviendas

Para calcular la producción de las aguas grises por vivienda primero se identificaron las fuentes de generación de aguas residuales. Los cuales son:

Tabla N° 21. Fuentes de generación de aguas residuales en las viviendas.

N°	Fuente
1	Lavarropa
2	Ducha
3	Lavavajilla
4	Instalaciones Sanitarios (inodoro + bidet)
5	Lavabo
6	Limpieza de pisos
7	Bacha de cocina

Fuente. Elaboración propia.

En donde, las cuales están compuestas por las aguas negras producidas por la instalación sanitaria (inodoro y bidet) y las aguas grises producidas por el lavarropa, el lavavajilla, los lavabos, la bacha de la cocina y por la limpieza de la vivienda. Según los valores de consumo de agua, obtenidos en la Tabla N° 11, se obtuvo una producción de aguas grises por vivienda según se indica en la siguiente tabla.

Tabla N° 22. Producción de aguas grises.

Mes	Por vivienda (l/d)	Volumen mensual (l/mes)
Enero	820,90	25448
Febrero	820,90	22985
Marzo	786,90	24394
Abril	786,90	23607
Mayo	786,90	24394
Junio	786,90	23607
Julio	786,90	24394
Agosto	786,90	24394
Septiembre	786,90	23607
Octubre	786,90	24394
Noviembre	786,90	23607
Diciembre	820,90	25448
Promedio	795,40	24190

Fuente. Elaboración propia.

6.3.2 Producción de aguas grises en los edificios comunes

De acuerdo a los valores de consumo de agua en los distintos edificios de uso común del barrio y a sus respectivas fuentes de generación de aguas grises se ha obtenido los siguientes volúmenes de generación.

Tabla N° 23. Producción de aguas grises en edificios comunes.

Mes	Portal de acceso (l/d)	Club House Kids (l/d)	Club House (l/d)	Total (l/día)	Total mensual (l/mes)
Enero	43,90	12,33	657,80	714,03	22135
Febrero	43,90	12,33	657,8	714,03	19993
Marzo	43,90	12,33	194,8	251,03	7782
Abril	43,90	12,33	194,8	251,03	7531
Mayo	43,90	12,33	194,8	251,03	7782
Junio	43,90	12,33	194,8	251,03	7531
Julio	43,90	12,33	194,8	251,03	7782
Agosto	43,90	12,33	194,8	251,03	7782
Septiembre	43,90	12,33	194,8	251,03	7531
Octubre	43,90	12,33	194,8	251,03	7782
Noviembre	43,90	12,33	194,8	251,03	7531
Diciembre	43,90	12,33	657,8	714,03	22135
Promedio				366,78	11108

Fuente. Elaboración propia.

6.4 Consumo de agua de reúso

La propuesta es utilizar el agua de reúso para el riego de los jardines de las viviendas, como las áreas verdes comunes y para la descarga del inodoro. A continuación, se describen los consumos.

6.4.1 Consumo de agua de reúso por vivienda

En la siguiente tabla se puede observar la demanda por vivienda.

Tabla N° 24. Consumo de agua de reúso en una vivienda.

Mes	Riego de jardín (l/d)	Inodoro (l/d)	Total (l./d)	Demanda (l/hab.d)
Enero	1813,5	168,0	1981,5	495,4
Febrero	1813,5	168,0	1981,5	495,4
Marzo	641,7	120,0	761,7	190,4
Abril	260,4	120,0	380,4	95,1
Mayo	260,4	120,0	380,4	95,1
Junio	181,4	120,0	301,4	75,3
Julio	260,4	120,0	380,4	95,1
Agosto	269,7	120,0	389,7	97,4
Septiembre	711,5	120,0	831,5	207,9
Octubre	660,3	120,0	780,3	195,1
Noviembre	1185,8	120,0	1305,8	326,4
Diciembre	1720,5	168,0	1888,5	472,1
Promedio anual			946,9	236,7

Fuente. Elaboración propia.

6.4.2 Consumo de agua de reúso de las edificaciones comunes

A continuación, se muestra el consumo en los edificios comunes, como se mencionó anteriormente el Club House Kids se estima funcionara solamente dos veces por mes.

Tabla N° 25. Consumo de agua de reúso en los edificios comunes.

Mes	Portal de entrada (l/d)	Club House Kids (l/d)	Club House (l/d)
Enero	270,0	13,9	80,0
Febrero	270,0	13,9	80,0
Marzo	270,0	13,9	34,0
Abril	270,0	13,9	34,0
Mayo	270,0	13,9	34,0
Junio	270,0	13,9	34,0
Julio	270,0	13,9	34,0
Agosto	270,0	13,9	34,0
Septiembre	270,0	13,9	34,0
Octubre	270,0	13,9	34,0
Noviembre	270,0	13,9	34,0
Diciembre	270,0	13,9	80,0
Promedio anual	270,0	13,9	45,5

Fuente. Elaboración propia.

6.5 Ahorro Hídrico

Con los valores obtenidos de oferta de aguas grises generadas y definida la demanda de agua de reúso por vivienda, se estimó los porcentajes de satisfacción de la misma, una vez que el barrio se encuentre habitado en su totalidad.

Tabla Nº 26. Porcentaje de satisfacción de la demanda de agua de reúso.

Mes	Oferta			Demanda			Satisfacción de demanda	
	Viviendas (m ³ /mes)	Edificios comunes (m ³ /mes)	Total (m ³ /mes)	Viviendas (m ³ /mes)	Edificios comunes (m ³ /mes)	Riego Áreas Verdes (m ³ /mes)		Total (m ³ /mes)
Enero	7939,7	22,1	7961,9	19165,1	11,3	1236,2	20412,6	39,0%
Febrero	7171,4	20,0	7191,4	17310,4	10,2	1116,6	18437,1	39,0%
Marzo	7610,9	7,8	7618,7	7367,2	9,9	437,4	7814,4	97,5%
Abril	7365,4	7,5	7372,9	3560,5	9,5	171,8	3741,9	100%
Mayo	7610,9	7,8	7618,7	3679,2	9,9	171,8	3860,9	100%
Junio	7365,4	7,5	7372,9	2820,6	9,5	119,6	2949,8	100%
Julio	7610,9	7,8	7618,7	3679,2	9,9	171,8	3860,9	100%
Agosto	7610,9	7,8	7618,7	3769,2	9,9	183,8	3962,9	100%
Septiembre	7365,4	7,5	7372,9	7782,4	9,5	469,3	8261,2	89,2%
Octubre	7610,9	7,8	7618,7	7547,1	9,9	450,1	8007,0	95,1%
Noviembre	7365,4	7,5	7372,9	12221,8	9,5	782,2	13013,6	56,7%
Diciembre	7939,7	22,1	7961,9	18265,6	11,3	1172,8	19449,7	40,9%

Fuente. Elaboración propia.

Se puede observar que con la reutilización de aguas grises se logra satisfacer al 100% cinco meses del año y tres meses con un valor un poco inferior a este. Esto se debe a que la demanda de agua para riego en esta época del año baja por las condiciones climáticas. Y tenemos por otro parte, que en los meses de mayor requerimiento de agua para riego desde noviembre a marzo la satisfacción de la demanda baja hasta un 40%.

Ahora realizando un análisis del ahorro de agua potable del barrio se obtuvo lo siguiente:

Tabla N° 27. Porcentaje de ahorro de agua potable.

Mes	Demanda de agua potable del barrio (m ³ /mes)	Volumen de agua reutilizada (m ³ /mes)	Ahorro
Enero	28822,68	7961,88	27,62%
Febrero	26033,39	7191,38	27,62%
Marzo	15858,46	7618,68	48,04%
Abril	11526,40	3741,86	32,46%
Mayo	11904,88	3860,86	32,43%
Junio	10734,34	2949,81	27,48%
Julio	11904,88	3860,86	32,43%
Agosto	12006,90	3962,88	33,01%
Septiembre	16045,77	7372,92	45,95%
Octubre	16051,04	7618,68	47,47%
Noviembre	20798,10	7372,92	35,45%
Diciembre	27859,79	7961,88	28,58%
Total	209546,64	71474,60	34,11%

Fuente. Elaboración propia.

Se logra ahorrar un promedio anual de 34,11% del consumo de agua potable a lo largo del año. Lo que representa un ahorro de 71464,60 m³ de agua potable.

6.6 Red de conducción de aguas grises

El diseño se realizó siguiendo el esquema de redes abiertas (árboles). La red se encuentra dividida en un conjunto de conductos que fueron debidamente numerados, lo mismo que las distintas bocas de registro, como se puede observar en el Plano N° PFI-MAT- 2 en el anexo. El diseño se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de (Aysa, 2010b) de redes cloacales, los cuales se describen más adelante.

Posteriormente se realizó mediante la utilización del software SewerCAD un análisis de la red previamente diseñada para poder observar de forma práctica y objetiva el comportamiento hidráulico del sistema de conducción de aguas grises, al fin de detectar de mejor manera las posibles fallas que pueden presentarse mediante un evento determinado, además de identificar la mejor opción de reposición y cambio, orientando así de mejor forma la asignación de recursos.

6.6.1 Parámetros de diseño

6.6.1.1 Caudal de aguas grises

A partir de los datos anteriormente calculados se va a definir el caudal de diseño que aporta las aguas grises generadas en las viviendas a la red de conducción, de estas hasta la planta de tratamiento.

Para el dimensionado de la red se adopta una población de 4 hab./lote con un total de 101 lotes correspondientes a la primera etapa, más las edificaciones comunes del barrio como el portal de ingreso, el Club House y Club House Kids. La media anual de producción de aguas grises es de 198,85 l/hab.d, obteniendo un total de 795,40l/d por lote.

A la hora del cálculo debido a la variación estacional que presenta el caudal es afectado por una serie de coeficientes que permitirán determinar los caudales de diseño para las conducciones, para esto se van a tomar los coeficientes propuestos por las guías de Enohsa en la cual para una población de diseño entre 500 y 3000 habitantes, dichos coeficientes resultan:

Tabla N° 28. Valores típicos de los coeficientes.

Descripción	Parámetro	Valor
Coef. Max. Diario	α_1	1,4
Coef. Max. Horario	α_2	1,9
Coef. Total Max. Horario	α	2,66
Coef. Min. Diario	β_1	0,6
Coef. Min. Horario	β_2	0,5
Coef. Total Min. Horario	β	0,3

Fuente. Normas de Enohsa.

Estos coeficientes, si bien son específicos de viviendas tradicionales, son aplicables a este caso, dado que la única diferencia entre estas viviendas y las del diseño propuesto varían solamente en la no contabilización del aporte correspondiente de las aguas negras que solo representan entre un 6% y 12% según la época del año del efluente domiciliario total.

Para facilitar el cálculo al diseñar el sistema de conducción de aguas grises hacia el sistema de tratamiento se tomará el Club House, Kids House y el Portal de Entrada como dos lotes más por ende se obtiene los siguientes caudales.

Tabla N° 29. Valores de los caudales por vivienda.

Descripción	Valor
Caudal Medio Diario Anual	0,80 m ³ /d
Caudal Máximo Diario	1,11 m ³ /d
Caudal Total Max. Horario	2,12 m ³ /d
Caudal Máximo Horario	1,51 m ³ /d
Caudal Mínimo Diario	0,48 m ³ /d
Caudal Mínimo Horario	0,40 m ³ /d
Caudal Total Min. Horario	0,24 m ³ /d

Fuente. Elaboración propia.

El diseño del sistema de conducción se dimensionará con el caudal total máximo horario de acuerdo con los lineamientos de AYSA.

6.6.1.2 Pendientes de las cañerías

Se debe garantizar en los conductos determinadas pendientes para que no se depositen los sólidos.

Siempre se debe tratar de seguir la pendiente natural del terreno, de esa forma se minimizan las excavaciones y estas deben ser compatibles con las velocidades mínimas y máximas. Estas se van a definir teniendo en cuenta los valores mínimos que se indican en la siguiente tabla.

Tabla N° 30. Pendientes adoptadas según el diámetro nominal (DN) de la cañería.

DN de la cañería (mm)	Pendiente
200	3‰
300	2‰
400	1,5‰
500 a 1000	1‰
> a 1000	0,8‰

Fuente.(Aysa, 2010b)

6.6.1.3 Tapada mínima

Es la distancia mínima que debe respetarse, desde el punto más alto del caño, hasta el nivel del terreno natural. La tapada mínima adoptado para la colectora simple atendiendo dos frentes es de 1,20 m y para doble colectora o colectora simple atendiendo un frente es de 0,80m.

6.6.1.4 Velocidad mínima

La velocidad mínima de auto limpieza será de 0,6 m/s y el tirante (h) máximo en la cañería deberá cumplir que $h/d < 0,85$. Esta velocidad garantiza la no sedimentación de los sólidos suspendidos.

6.6.1.5 Bocas de Registro

Las bocas de registro (BR) son estructuras que permiten un acceso de inspección rápido y son de gran ayuda para realizar trabajos de mantenimiento sin necesidad de realizar costosas tareas de desmontaje.

Las bocas de registro se ubican en cada esquina, en todas las nacientes de tuberías, en la unión entre colectoras y con los colectores, en cambio de pendiente, de diámetro, de dirección, de material, donde deben realizarse saltos y donde las razones de proyecto así lo requieran.

Las distancias máximas entre BR serán de acuerdo a lo detallado en la siguiente:

Tabla N° 31. Distancia entre bocas de registro según el DN de la tubería.

DN cañería (mm)	Distancia entre BR (m)
150 a 500	120
600 a 1000	150
>1000	Se estudia en particular

Fuente.(Aysa, 2010b)

6.6.1.6 Bocas de acceso y ventilación

Las bocas de acceso y ventilación (BAV) se utilizan específicamente donde hay arranque de una sola colectoras y la tapada no exceda 1,20m. De no darse estas condiciones se instalarán bocas de registro.

6.6.1.7 Caudal de infiltración

El agua del subsuelo que penetra en la red, a través de cañerías defectuosas, juntas de cañerías, conexiones y paredes de bocas de registro, se va a representar con un caudal de infiltración de 0,011 l/s-Hm.

6.6.2 Método de cálculo de los conductos

Para el cálculo de los conductos se utilizó la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot i^{\frac{1}{3}} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \quad \text{Ecuación N° 2}$$

Donde:

V: Velocidad del fluido en el tramo, en m/s.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning que depende del material de la cañería, en s/m^{1/3}.

i: Pendiente del tramo, en m/m.

RH: Radio hidráulico, m.

Según las características del material empleado en esta red (PVC) se adoptó un coeficiente de rugosidad de 0,009.

Expresando en términos del diámetro queda:

$$V = 0,39685 \cdot \frac{1}{n} \cdot D^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación N° 3}$$

Sustituyendo queda:

$$Q = 0,31117 \cdot \frac{1}{n} \cdot D^{\frac{8}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación N° 4}$$

Donde:

Q: Caudal que circula en la cañería, en m³/s.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning que depende del material de la cañería, en s/m^{1/3}.

i: Pendiente del tramo, en m/m.

D: diámetro de la cañería, m.

Se determina la relación existente entre el caudal proyectado en la cañería y a tubo lleno.

Con esta relación, se adquiere la relación de tirante mínimo respecto al diámetro y tirante máximo respecto al diámetro, obteniendo el valor correspondiente al tirante mínimo y tirante máximo reales en el flujo de la cañería.

Con estas relaciones, se adquieren los valores correspondientes a las relaciones de velocidades entre velocidad mínima y velocidad a tubo lleno, y velocidad máxima entre velocidad a tubo lleno, obteniendo los valores correspondientes a la velocidad mínima y velocidad máxima reales para el flujo de la alcantarilla.

Finalmente se hacen las comparaciones entre los valores permisibles según para validar el diseño logrado.

6.6.2.1 Planilla de cálculo AYSA

Una vez proyectada tentativamente la red, se desarrolla la memoria de cálculo empleando los criterios de diseño adoptados.

Estos se vuelcan a la planilla cedida por AYSA a la asignatura Ingeniería del Agua de la Universidad de San Martín. La cual se puede observar a continuación, en donde se indica cada parámetro a calcular con su respectiva unidad de medición. En el anexo se puede observar la planilla con los valores obtenidos, correspondientes al cálculo de la red de conducción de aguas grises de la etapa N° 1 del barrio Don Joaquín.

Figura N° 50. Planilla de cálculo hidráulico de la red de aguas grises.

Boca de Registro		COTA TERRENO	LONGITUD	CAUDAL			DIAMETRO ADOPTADO	MATERIAL	PENDIENTE Terreno	PENDIENTE Adoptada	BOCA DE PARTIDA	
Salida	Llegada			Lotes	Caudal del Tramo	Caudal Acumulado					Intrados	Tapada
		(m.IGM)	(m)	(N)	(l/s)	(l/s)	(mm)			(mIGM)	(m)	

Fuente. Elaboración propia

Figura N° 51. Continuación de la planilla de cálculo hidráulico de la red de aguas grises.

BOCA DE LLEGADA		CAUDAL SECCION LLENA	VELOCIDAD SECCION LLENA	Q/Q _{lleno}	d/D	d	AREA REAL	RADIO H. REAL	VELOCIDAD REAL	VERIFICACIONES			Autolimpieza
Intrados	Tapada									V	Q	TAPADA	
(mIGM)	(m)	(l/s)	(m/s)			(mm)	(m ²)	(m)	(m/s)	(m/s)	(l/s)	(m)	(Kg/m ²)

Fuente. Elaboración propia.

En la planilla de cálculo se contempla el número de cada tramo, cotas de inicio y fin del tramo, cantidad de lotes, caudal de infiltración, caudal acumulado, pendiente adoptada, diámetro de tubería, entre otros. Mediante distintas funciones lógicas, se ejecuta la verificación de cada tramo.

Hay dos parámetros principales a verificar. Uno hidráulico, evaluando las velocidades desarrolladas en el tramo y el caudal de circulación, y la tapada (comprendida entre 1, 2 y 3 m). Además, se evalúa si hay autolimpieza o no.

Se busca una tapada mínima de 1,20m para darle arranque al tramo y a medida que avanza la red colectora no debe superar los 3 m de profundidad, con el objeto de facilitar las conexiones domiciliarias.

6.6.3 Análisis en Sewercad

6.6.3.1 Descripción de software

Sewercad es una aplicación de diseño y modelado del sistema de alcantarillado sanitario.

Soporta múltiples fondos de dibujo e incluye funciones de conversión desde CAD, GIS, bases de datos y la opción ilimitada para deshacer/rehacer. Se pueden analizar las condiciones de los caudales, a presión o libres, mediante un potente algoritmo de solución para flujo gradualmente variado y así resolver condiciones subcríticas, críticas y supercríticas, además de complejos perfiles compuestos. La simulación de estado estático permite la evaluación del sistema en condiciones extremas de flujo.

Además de ser amigable con el Autocad, permite el planteamiento de restricciones de diseño en velocidades, y diferencias en elevación de cotas para evaluar las pendientes; aplica hidrogramas, cargas esquematizadas y unitarias proporcionada por la biblioteca incorporada en sus librerías.

La utilización del programa SewerCAD ofrece una amplia gama de beneficios que permite determinar de forma práctica y en corto tiempo los posibles problemas que pueden presentarse en eventos desfavorables, mediante su cómputo y cálculo es posible evaluar velocidades máximas, mínimas, propiedad de auto limpieza, capacidad hidráulica, tirantes de agua mínimos, máximos, perfiles de flujo, pendientes, terreno natural, cámaras, entre otros; para poder comparar con los estándares de calidad que aseguren una óptima funcionalidad de sus estructuras.

6.6.3.2 Metodología y utilización

Los pasos a seguir para la utilización del software, son los que se detallan a continuación:

Tabla N° 32. Metodología y utilización Sewercad.

METODOLOGIA Y UTILIZACION	
CONFIGURACION BASICA	
MODELO	Creación nuevo proyecto Guardado y etiquetado
UNIDADES Y OPCIONES DE DIBUJO	Unidades en el sistema internacional SI Escala de dibujo, texto y detalles
DEFINICION DE PROTOTIPOS	Tuberías (Conducir) Cajas de revisión (Manhole)
CATALOGO DE COLECTORES	Importar librerías Definir propiedades físicas (concreto, PVC)
TRAZADO	
REFERENCIA Y DIBUJO	Importar trazado guía desde AutoCAD en formato DXF Dibujar cajas de revisión y tuberías en relación a la referencia implantada
PROPIEDADES DE ANALISIS Y DISEÑO	
TUBERIAS (CONDUIT)	Diámetros Tipo de material (PVC)
CAJAS DE REVISION (MANHOLE)	Diámetros Cotas de terreno (tapa) Cotas de invert (fondo)
CARGAS DE APORTACION	Caudales en Manhole
EVALUACION HIDRAULICA	
SIMULACION	Verificación de datos ingresados Validación de la información Calcular
VALIDACION DE RESULTADOS	
REPORTE EN TUBERIAS (CONDUIT)	Velocidades Capacidad hidráulica Fuerza tractiva
CREACION DE PERFILES	Tuberías, cajas de revisión, flujo
VALIDACION	Velocidad, capacidad hidráulica, fuerza tractiva

Fuente. Elaboración propia

Como se observa en la Tabla N° 32, en primera instancia se creó un proyecto nuevo. Se determinaron las unidades a utilizar y se especificaron los parámetros de diseño según los lineamientos de AYSA, y se seleccionó el método de análisis hidráulico (Manning’s), como así también las propiedades físicas de la cañería a utilizar. Posteriormente se importó un plano previamente realizado en Autocad del proyecto del Barrio Don Joaquín. Y a continuación se diseñó mediante la librería del software la red de conducción de las aguas grises como se observa en Figura N° 52.

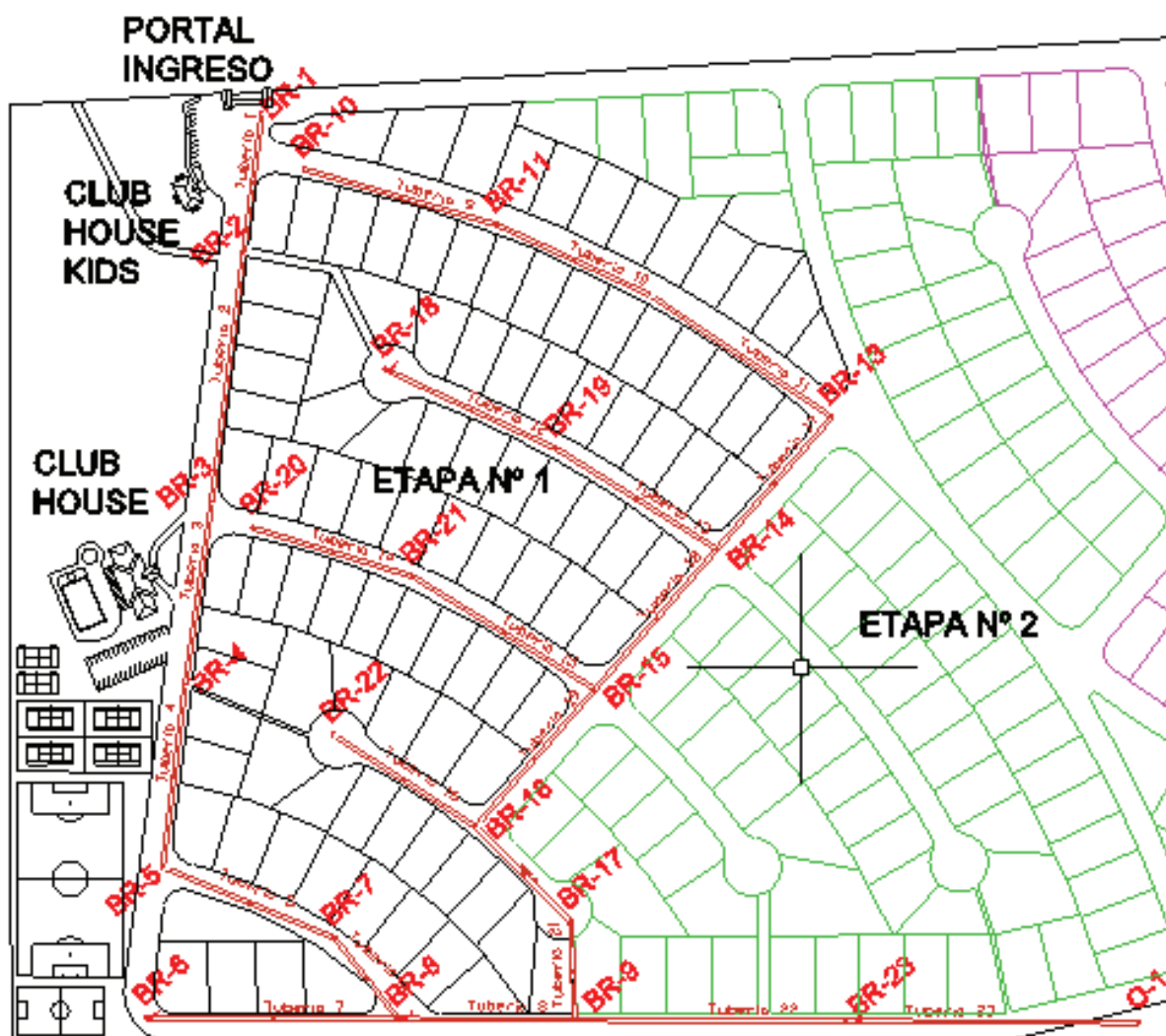


Figura N° 52. Esquema de la red de conducción de aguas grises.
Fuente. Elaboración propia, extraído de Sewercad.

Luego se cargaron las cotas de las bocas de registro y sus respectivos aportes de caudal, de acuerdo a la cantidad de lotes que vuelcan en ellas.

Tabla N° 33. Listado de bocas de registro.

Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Flow (Local In) (l/s)
BR-1	25,95	24,59	0,049
BR-2	25,73	24,37	0,098
BR-3	25,58	23,993	0,049
BR-4	25,28	23,718	0,049
BR-5	25,14	23,446	0,122
BR-6	24,92	23,408	0,098
BR-7	24,93	23,164	0,073
BR-8	24,56	22,994	0,024
BR-9	24,12	22,704	0
BR-10	26,16	24,8	0,22
BR-11	25,86	24,5	0,196
BR-12	25,61	24,25	0,245
BR-13	25,33	23,923	0
BR-14	25,07	23,662	0
BR-15	24,75	23,371	0
BR-16	24,45	23,071	0,098
BR-17	24,21	22,85	0
BR-18	25,64	24,28	0,269
BR-19	25,45	23,971	0,22
BR-20	25,55	23,998	0,245
BR-21	25,36	23,722	0,245
BR-22	24,95	23,35	0,245
BR-23	24,093	22,284	0

Fuente. Elaboración propia, extraído del Sewercad.

Por último, se realizó la validación que es el procedimiento por el cual el software Sewercad evalúa si hasta el momento se ha cometido algún error o presenta alguna incoherencia el modelado de la red. Al ser satisfactoria la validación, se procedió a realizar el cálculo de la red. En el anexo se adjunta una planilla con los valores obtenidos y los perfiles hidráulicos resultantes.

6.6.4 Conclusiones

El diseño se realizó de manera exitosa logrando respetar los lineamientos estipulados por AYSA, pudiendo verificar, en todos los tramos de la red la velocidad mínima de 0,6 m/s a sección llena, como así también la tapada mínima de 1,20m y el tirante de 85%. Si bien en la planilla de cálculo se realizó la verificación de auto limpieza por esfuerzo tractiz de 0,1 Kg/m², obteniendo este valor negativo en todos los tramos, este requerimiento no es exigido por AYSA. El software Sewercad permitió verificar de igual manera estos valores, permitiendo obtener además de forma automática los perfiles hidráulicos de la red. Los mismos se adjuntan en el anexo.

6.7 Planta de tratamiento de las aguas grises

6.7.1 Rejas de desbaste

Dada las características de las aguas grises se propone un cribado fino para la retención de todos los sólidos que puedan ingresar al sistema de recolección.

El tipo de reja seleccionado es de sección circular y de limpieza manual.

La velocidad de paso del efluente entre los barrotes debe ser lo suficiente para que los materiales en suspensión se apliquen sobre la reja, sin que esto provoque una pérdida de carga demasiado fuerte, ni se produzca atascamiento en la parte profunda de estos. En (Rodríguez, 2015) se recomienda una velocidad media entre barrotes de 0,6 y 1,0 m/s, pudiendo llegar hasta 1,20 y 1,40 m/s a caudal máximo.

De acuerdo al tipo de reja seleccionado y siguiendo los parámetros indicados en (Rodríguez, 2015) se adoptaron los siguientes valores descriptos en la Tabla N° 34.

Tabla N° 34. Parámetros de diseño adoptados para reja de desbaste.

Parámetros	Valor
Caudal medio	3,41 m ³ /h
Caudal máximo	6,49 m ³ /h
Caudal mínimo	1,71 m ³ /h
Velocidad máxima de paso entre barras	1,20 m/s
Velocidad aproximación	0,30 m/s
Valor de Kirschmer (β) por Sección Circular	1,79
Ancho mínimo de canal	0,30 m
Diámetro Barra	5,00 mm
Separación entre barras	25,00 mm
Angulo de la reja	30°
Resguardo de canal	0,30 m
% Atascamiento	25%
Perdida de carga permisible	0,15 m
Relación ancho – alto del canal	1:3

Fuente. Elaboración propia.

Para diseñar el canal, se calcularon dos áreas con la Ecuación N° 5. Una teniendo en cuenta el caudal medio y la velocidad de aproximación y la otra el caudal máximo y la velocidad de paso entre las barras. De estas dos se realizó un promedio al cual se le aplico el factor de atascamiento, obteniendo así el área del canal.

$$S_T = \frac{Q}{v} \times \frac{1 h}{3600 s} \quad \text{Ecuación N° 5}$$

Donde:

S_T : Sección transversal del canal, en m^2 .

Q: Caudal medio/máximo, en m^3/h .

v: Velocidad de aproximación/paso entre las barras, en m/s.

Luego teniendo en cuenta una relación ancho-alto, se calculó al ancho del canal, con la siguiente ecuación:

$$W = \sqrt{\frac{S_T}{R}} \quad \text{Ecuación N° 6}$$

Donde:

W: Ancho del canal, en m.

R: Relación ancho – alto.

Este valor al ser menor que el mínimo propuesto, se adopta los 0,30 m como ancho de canal. A partir de la Ecuación N° 7 se calculó la suma de separaciones entre barras. Este valor se dividió con el del espacio elegido obteniendo la cantidad de espacios, para por último obtener la cantidad de barras requeridas.

$$W = \left(\frac{bg}{b} - 1 \right) \times (e + b) + b \quad \text{Ecuación N° 7}$$

Donde:

bg: Suma de las separaciones entre barras, en mm.

b: Separación entre barras, en mm.

e: Espesor de las barras, en mm.

Luego, se procedió a la verificación de los parámetros de velocidad de aproximación a caudal máximo, medio y mínimo. Y los mismos con la velocidad de paso entre barras, en todos los casos dando satisfactoriamente.

A continuación, se verifico la perdida de carga con la Ecuación N° 8, dando dentro de los parámetros deseados.

$$h_L(\text{mm}) = \beta \times \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \times h \times \text{sen}\theta \quad \text{Ecuación N° 8}$$

Donde:

h_L : Altura de pérdida de carga en las rejillas, en mm.

β : Factor de forma de las rejillas

a: Ancho de las barras

b: Separación entre barras

h: Altura del canal

θ : Pendiente de las rejillas en relación con la vertical, en grados.

A continuación, se detallan los valores obtenidos para el sistema de desbaste fino, manual.

Tabla N° 35. Dimensiones obtenidas para el sistema de desbaste fino, manual.

Parámetros	Valor
Ancho Canal	0,30 m
Lado mínimo canal	0,32 m
N° de barras	9 ud
Diámetro de barra	5 mm
Separación entre barras	25 mm
Largo de Reja	0,64 m

Fuente. Elaboración propia.

Los detalles del canal de desbaste se pueden observar en el Plano N° PFI-MAT- 5, adjuntado en el anexo.

6.7.2 Desarenador

Según los parámetros recomendados por (Serrano & Corzo Hernández, 2008) para el diseño de un desarenador de flujo horizontal para canales de desbaste, se adoptaron los siguientes valores.

Tabla N° 36. Parámetros de diseño para desarenador.

Parámetros	Valor
Caudal máximo	6,49 m³/h
Carga hidráulica	70 m³/m².h
Velocidad horizontal del agua	0,3 m/s
Tiempo de retención	60 s
Relación Largo-ancho	3

Fuente. Elaboración propia.

Se adoptó el mismo ancho que el del canal de desbaste de 0,3 m. Y se calculó el largo del canal desarenador a partir de la relación largo-ancho.

$$W = \frac{L}{R} \text{ Ecuación N° 9}$$

Donde

W: Ancho del canal, en m.

L: Largo del canal, en m.

R: Relación largo-ancho.

La sección transversal del canal es:

$$S_T = \frac{Q_{MAX}}{V_H} \text{ Ecuación N° 10}$$

Donde:

S_T : Sección transversal del canal, en m².

Q_{MAX} : Caudal máximo horario, en m³/h.

V_H : Velocidad horizontal del agua, en m/s.

A partir de la sección transversal se calculó el alto del canal con la siguiente ecuación.

$$h = \frac{S_T}{W} \text{ Ecuación N° 11}$$

Donde:

h: Altura del canal, en m.

El valor obtenido al ser menor que la altura del canal de desbaste, se adopta la que corresponde a este último.

A continuación, se verificó la carga superficial:

$$C_s = \frac{Q_{MAX}}{L.W} \text{ Ecuación N° 12}$$

Donde:

C_s : Carga superficial, en m³/m².h.

Dado que la carga superficial obtenida es menor que los $70\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$, se da por aceptado el diseño.

A continuación, se detallan los valores obtenidos para el desarenador.

Tabla N° 37. Dimensiones obtenidas para el desarenador.

Parámetros	Valor
Ancho del canal	0,30 m
Lado mínimo canal	0,32 m
Largo del canal	0,9 m

Fuente. Elaboración propia.

Los detalles del desarenador se pueden observar en el Plano N° PFI-MAT- 5, adjuntado en el anexo.

Según (Metcalf and Eddy, 1996) y (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio Colombia, 2000) el desarenador tiene una eficiencia de remoción del 5% en DBO5, 5% DQO, 10% en SST.

Por lo tanto, estos parámetros a la salida del desarenador serán los siguientes.

Tabla N° 38. Parámetros físicos-químicos del efluente.

Parámetros	Efluente Entrante (mg/l)	Efluente Saliente (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
SST	104,24	93,81	10
DBO	269,46	255,98	5
DQO _{TOTAL}	514,62	488,88	5

Fuente. Elaboración propia.

6.7.3 Cámara de ecualización

A partir del estudio de (Tzatchkov & Alcocer-Yamanaka, 2016), se obtuvo la curva del caudal de la aguas grises.

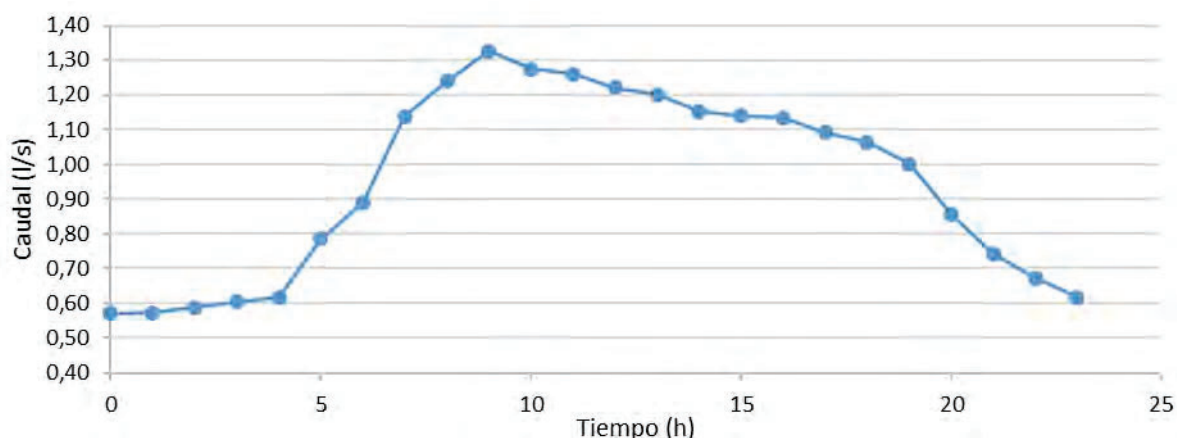


Figura N° 53. Curva de generación del caudal de las aguas grises.
Fuente. Elaboración propia a partir de (Tzatchkov & Alcocer-Yamanaka, 2016).

Con la curva obtenida se calcularon los volúmenes para cada periodo de tiempo, con la siguiente ecuación:

$$V_h = Q_h \cdot t \quad \text{Ecuación N° 13}$$

Donde:

V_h : Volumen de aguas grises, en h.

Q_h : Caudal de aguas grises, en m³/h.

t: Periodo de tiempo, en horas.

Luego se calculó el volumen acumulado por hora, de la siguiente manera:

$$V_{acu} = V_h + V_{ant} \quad \text{Ecuación N° 14}$$

Donde:

V_{ac} : Volumen acumulado en cada hora, en horas.

V_{ant} : Volumen acumulado en la hora anterior, en horas.

De esta manera, se obtuvo el volumen acumulado real en función del tiempo (curva azul), para luego resaltarlo en el siguiente gráfico. La pendiente de la recta trazada (recta naranja) representa el caudal medio del día, el cual es de 0,948l/s.

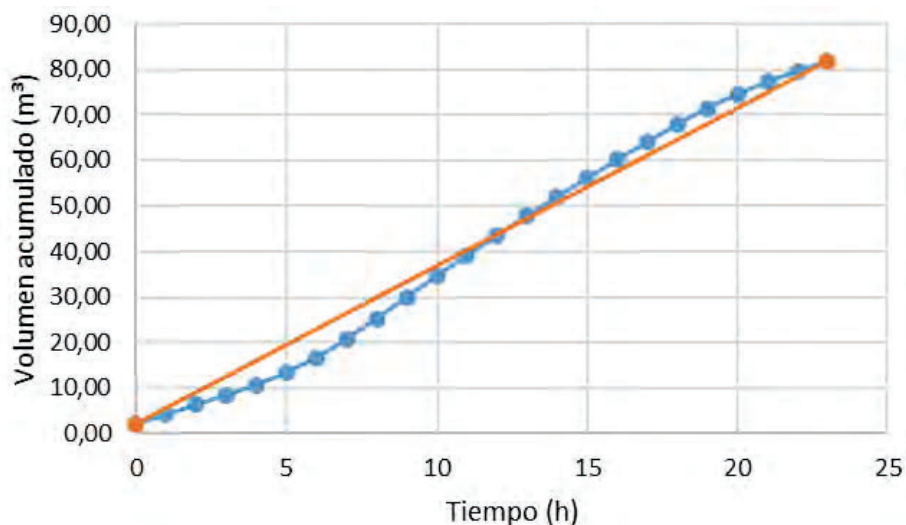


Figura N° 54. Volumen acumulado real y medio en función del tiempo.
Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se procedió a trazar rectas paralelas tangentes a los puntos de máxima distancia inferior y superior de la curva para volumen acumulado real (curva azul) a la recta de volumen medio acumulado (recta naranja). Dichas rectas junto con la variación de volumen máximo y mínimo (ΔV_1 y ΔV_2) se representan a continuación.

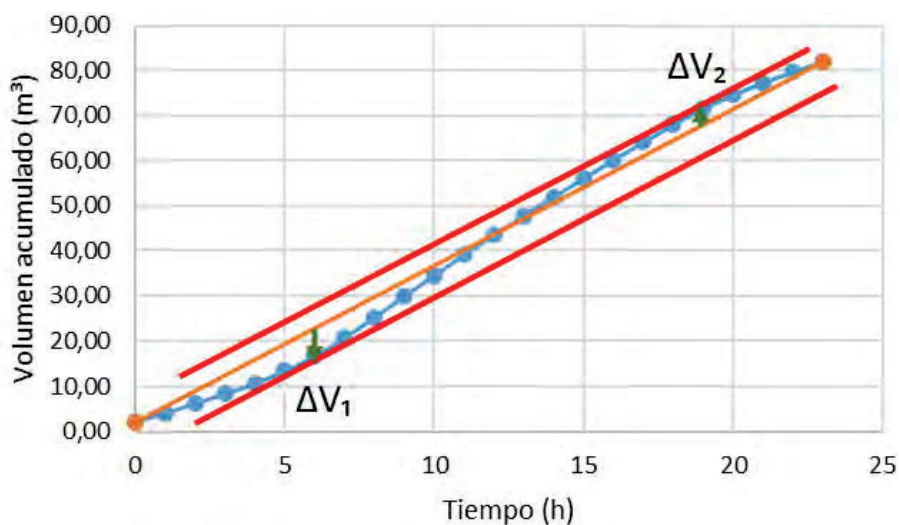


Figura N° 55. Volumen máximo y mínimo acumulado en función del tiempo.
Fuente. Elaboración propia.

En la figura se pueden identificar ΔV_1 y ΔV_2 registrados a las 06:00 hs. y a las 19:00 hs. respectivamente. De esta manera, el volumen de la cámara reguladora viene representado por la Ecuación N° 15.

$$V_c = \Delta V_1 + \Delta V_2 + 20\% \quad \text{Ecuación N° 15}$$

A continuación, en la tabla se presentan las dimensiones de la cámara reguladora, para un caudal medio de 0,948l/s. Para la misma se adoptó un diseño cuadrado y se consideró un resguardo de 0,30m.

Tabla N° 39. Dimensiones obtenidas para la cámara reguladora.

Parámetro	Valor
Volumen calculado	11,67 m ³
Volumen real	12,31 m ³
Altura	3,8 m
Longitud por lado	1,8 m

Fuente. Elaboración propia.

Los detalles de la cámara de equalización se pueden observar en el Plano N° PFI-MAT- 6, adjuntado en el anexo.

6.7.3.1 Sistema de aireación y mezcla

Como el objetivo es únicamente mezclar el efluente en la cámara de equalización, se propuso la utilización de difusores de burbuja gruesa para garantizar condiciones aerobias e impedir asimismo aglomeraciones. Las características del difusor elegido se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla N° 40. Difusor de burbuja gruesa.

Difusor de burbuja gruesa CB-300	
Rango de caudal:	3 a 25 Nm ³ /hora
Caudal de diseño:	10 Nm ³ /hora
Pérdida de carga:	20 mbar para 3 Nm ³ /hora 40 mbar para 10 Nm ³ /hora 70 mbar para 25 Nm ³ /hora
Densidad:	0,5 a 3 difusores/m ²
SOTE:	5,1 gr. (1,8%) a 7,4 gr. (2,6%) por m ³ /h de aire y por m de profundidad.
Eficiencia de transferencia de O ₂ :	0,8 — 2 Kg. O ₂ /KWh

Fuente. <https://www.repicky.com.ar/difusores-de-membrana-de-burbuja-gruesa.html>

Para calcular la cantidad de estos, se optó por un rango de caudal de 3 m³/h.

$$Q_{\text{aire}} = \text{Area}_{\text{reactor}} * 0,037 \frac{\text{m}^3_{\text{aire}}}{\text{m}^2_{\text{reactor}} * \text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \quad \text{Ecuación N}^\circ 16$$

$$\text{N}^\circ \text{ Difusores} = \frac{Q_{\text{aire}}}{Q_{\text{difusores}}} \quad \text{Ecuación N}^\circ 17$$

Del cálculo, se desprende la utilización de cuatro difusores de burbuja gruesa instalados en la cámara reguladora de forma equidistante uno del otro.

El soplador de aire a instalar deberá suministrar el caudal de aire óptimo a los difusores. Para lo cual, se seleccionó el modelo R100, 1450 RPM, Q 13,7m³/h, potencia 0,9 HP de la empresa Repicky, según la tabla siguiente.

Tabla N° 41. Tabla de selección de sopladores trabajando como compresor

$\Delta p(\text{mbar})$		100		200		300		400	
Modelo	RPM	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP
R100	1450	29,6	0,4	23,1	0,5	18	0,7	13,7	0,9
	2250	54	0,6	47,5	0,8	42,2	1,1	38,1	1,4
	2900	74	0,7	67,3	1,1	62,2	1,4	57,9	1,6
	4500	123	1,5	116	1,6	111	2,1	107	2,6

Fuente. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repicky.com.ar/site/wp-content/uploads/2016/01/Folleto-Sopladores-y-Bombas-RA-Repicky.pdf

6.7.4 Sistema de bombeo de la cámara de ecualización

La cámara de ecualización posee un sistema de bombeo que eleva el efluente hacia la cámara desengrasadora (4,62 m estimando las pérdidas por fricción). Las pérdidas por fricción se evaluaron con la ecuación de Manning, adoptando un coeficiente de 0,009 para la tubería de PVC DN 76.

Se selecciono como proveedor de los equipos a la firma Grundfos, debido a que presentan una gran variedad de bombas aptas para aguas residuales y tiene varios distribuidores en el país. En el sitio web de la marca (<https://product-selection.grundfos.com/ar/size-page?qcid=1436962401>) se ingresó el punto de trabajo deseado para comparar con las curvas de los diferentes equipos. Se seleccionó el modelo SLV.65.65.09.2.50B.

En la siguiente figura se observa la curva de rendimiento de la bomba.

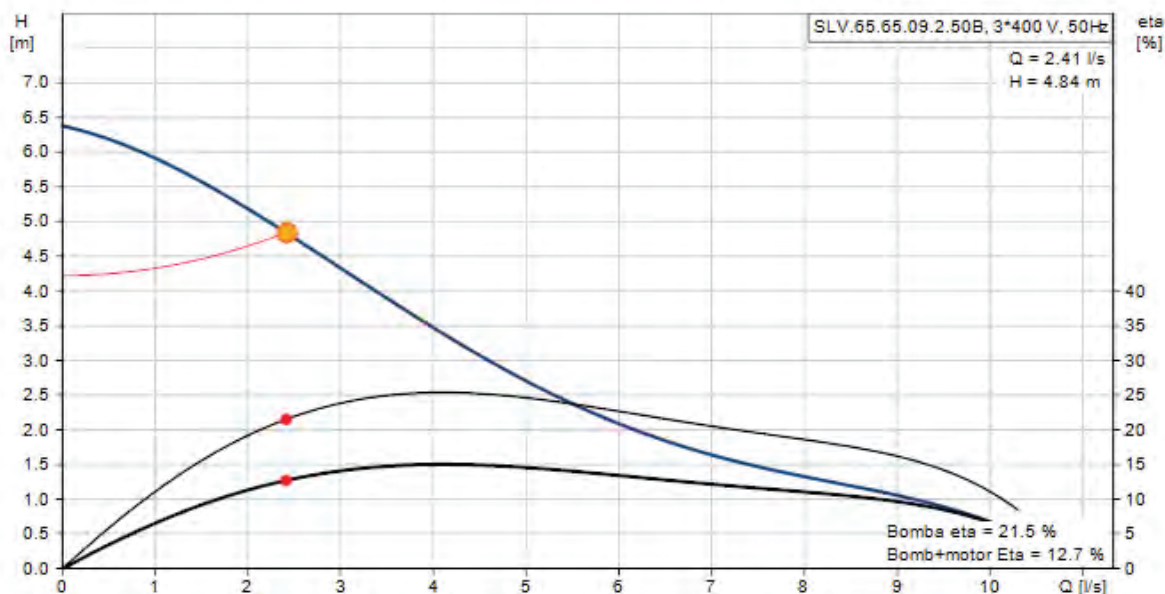


Figura N° 56. Curvas bomba modelo Grundfos SLV.65.65.09.2.50B.
Fuente. Extraído de <https://product-selection.grundfos.com/ar/products/sl/slv/slv656509250b-96115123?pumpsystemid=1436970312&tab=variant-sizing-resul>.

La cámara constara con dos bombas una de reserva para tareas de mantenimiento o ruptura de la otra.

6.7.5 Cámara desengrasadora

Para el diseño de la trampa de grasas se siguieron los lineamientos propuestos por la Norma RAS Título E ((Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio Colombia, 2000) y la guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales (INAA, n.d.). A continuación, se describen los parámetros de diseño adoptados.

Tabla N° 42. Parámetros de diseño adoptados para la trampa de grasas.

Parámetros	Valor
Caudal medio	3,41 m ³ /h
Área transversal por cada l/s	0,25 m/s
Tiempo de retención	20 min.
Altura de lodos	0,40 m
Resguardo	0,30 m
Ancho de cámara	0,80 m
Profundidad del tramo de tubería que ingresa	0,15 m
Tubo salida ubicado del fondo de la cámara	0,15 m

Fuente. Elaboración propia.

Entonces de acuerdo con lo anterior tenemos que:

$$A_t = 0,25\text{m}^2 * Q_d \quad \text{Ecuación N}^\circ 18$$

Donde:

A_t : Área transversal, en m^2 .

Q_d : Caudal de diseño, en l/s.

Luego con la Ecuación N° 19 se calculó la altura de la lámina de agua:

$$h = \frac{A_t}{W} \quad \text{Ecuación N}^\circ 19$$

Donde:

h : Altura de la lámina de agua, en m.

W : Ancho de la cámara, en m.

Resultando una altura de 0,29 m, adoptándose una altura de 0,30 m de lámina de agua. Como se va a producir una sedimentación, se adoptó una altura de resguardo y de lodos, mencionadas anteriormente, cuya sumatoria con la correspondiente a la de la lámina de agua, obtenemos la altura de la cámara como se observa en la siguiente ecuación.

$$h_e = h + h_l + h_b \quad \text{Ecuación N}^\circ 20$$

Donde:

h_e : Altura efectiva, en m.

h_l : Altura de lodos, en m.

h_b : Altura de resguardo, en m.

El volumen del sistema se calculó de acuerdo al tiempo de retención hidráulica seleccionado con la siguiente expresión:

$$V = Q_d \cdot 60 \cdot \text{TRH} \quad \text{Ecuación N}^\circ 21$$

Legajo: CYT-5427

Donde:

V: Volumen de la cámara, en m³.

Q_d: Caudal de diseño, en m³/s.

TRH: Tiempo de retención hidráulica, en minutos.

Y por último, se calculó la longitud de la trampa de grasas de la siguiente manera:

$$l = \frac{V}{W+(h+h_1)} \quad \text{Ecuación N° 22}$$

Donde:

l: Longitud de la cámara, en m.

Además, se verifico satisfactoriamente la relación ancho longitud de la cámara que según RAS Titulo E ((Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio Colombia, 2000) tiene que ser de 1:4 hasta 1:18 y de 1:3-2:3, 1:4-1:18 según la guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales (INAA, n.d.).

Por lo tanto, las dimensiones de la trampa de grasa obtenidas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 43. Dimensiones obtenidas para la trampa de grasas.

Parámetros de diseño	Dimensiones
Altura mojada	0,7 m
Altura de borde de resguardo	0,3 m
Ancho	0,8 m
Largo	2,03 m

Fuente. Elaboración propia.

Los detalles de la trampa de grasa se observan en el Plano N° PFI-MAT- 4-HOJA 1, adjuntado en el anexo.

La trampa de grasa según (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio Colombia, 2017), tiene una eficiencia de remoción del 5% en DBO₅, 3% DQO, 10-15% en SST y 85-95% en grasas y aceites.

Por lo tanto, estos parámetros a la salida de la trampa de grasa serán los siguientes.

Tabla N° 44. Parámetros físicos-químicos del efluente.

Parámetros	Efluente entrante (mg/l)	Efluente saliente (mg/l)	Remoción (%)
SST	93,81	84,43	10
DBO	255,98	243,18	5
DQO _{TOTAL}	488,88	474,22	3
Grasas y aceites	190	28,5	85

Fuente. Elaboración propia.

6.7.6 Humedal de flujo subsuperficial horizontal

Los humedales artificiales se pueden diseñar para remover diversos tipos de contaminante, pero será uno de ellos, el objetivo de tratamiento el que determinará las dimensiones finales.

En este caso es la DBO₅ dado que el resto de los parámetros ya se encuentran dentro de los valores permitidos o están cercanos a ellos y como se va a instalar un sistema de desinfección los coliformes fecales no se los considera.

En primer lugar, se calcula el área superficial requerida mediante el modelo de diseño de remoción del contaminante limitante, luego se realiza el dimensionamiento teniendo en cuenta el diseño hidráulico, para finalmente hacer la revisión de él o los modelos de remoción y sus eficiencias.

A continuación, se presentan los 3 modelos de diseño más empleados en la actualidad, que siguen cinéticas de primer orden. En los dos primeros el sistema se considera un reactor de flujo a pistón (Reed et. al.1995; y Kadlec y Knight, 1996) y en el tercero se considera un sistema de reactores en serie (Kadlec y Wallace, 2009).

6.7.6.1 Modelo de Reed y colaboradores (k-C)

Este método, emplea ecuaciones en las que se consideran las constantes de reacción, por unidad de volumen, dependiente de la temperatura. De acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$\ln\left(\frac{C_a}{C_e}\right) = K_T \cdot TRH \quad \text{Ecuación N° 23}$$

Donde:

C_a: Concentración del contaminante en el afluente, en mg/l.

C_e: Concentración del contaminante en el efluente, en mg/l.

K_T : Constante de reacción de primer orden dependiente de la temperatura, en d^{-1} .

TRH: Tiempo de retención hidráulica, en días.

$$K_T = K_{20} \cdot \theta^{(T-20)} \quad \text{Ecuación N° 24}$$

Donde:

K_{20} : Constante de reacción de primer orden a 20°C , en d^{-1} .

θ : Coeficiente de temperatura, adimensional.

T: Temperatura del efluente, en $^\circ\text{C}$.

Las constantes de reacción son de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla N° 45. Valores de K_{20} y θ para cada contaminante.

Contaminante	K_{20}	θ
DBO_5	1,104	1,06
NH_4^+	$0,01854 + 0,3922 \cdot (\text{hr})^{2,6077}$	1,048
NO_3^-	1	1,15

Fuente. Adaptada de (Crites et al., 2006).

El Tiempo de retención hidráulico del sistema se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{TRH} = \frac{L \cdot W \cdot h \cdot n}{Q} \quad \text{Ecuación N° 25}$$

Donde:

L: Longitud de la celda de humedal, en m.

W: Ancho de la celda de humedal, en m.

h: Profundidad de la lámina de agua, en m.

n: Porosidad del sustrato filtrante, expresado como decimal.

Q: Caudal medio del sistema, en m^3/d .

El área superficial del humedal se calculó con la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{Q \cdot \ln(C_a / C_e)}{K_T \cdot h \cdot n} \quad \text{Ecuación N° 26}$$

Donde:

A_s : Área superficial del humedal, en m^2 .

Para humedales de flujo subsuperficial, la porosidad varía con el tipo de relleno usado, de acuerdo a la Tabla N° 46.

Tabla N° 46. Características de los diferentes medios utilizados como sustratos para humedales de flujo subsuperficial.

Tipo de material	Tamaño efectivo D10 (mm)	Porosidad, n (%)	Conductividad hidráulica, ks (m ³ /m ² /d)
Arena gruesa	2	32	1000
Arena gravosa	8	35	5000
Grava fina	16	38	7500
Grava media	32	40	10000
Roca gruesa	128	45	100000

Fuente. Adaptada de (U.S. EPA, 1993).

A continuación de presentan los parámetros adoptados:

Tabla N° 47. Parámetros de diseño adoptados para el humedal de flujo subsuperficial

Parámetros	Valor
Sustrato filtrante	Grava media
Porosidad del sustrato filtrante	0,40
Conductividad hidráulica, ks	100.000m ³ /m ² .d
Altura lámina de agua	0,60m
Temperatura del efluente	15°C
Concentración de la DBO ₅ saliente	20mg/l

Fuente. Elaboración propia.

Por lo tanto, según Ecuación N° 26 el área superficial requerida es de 1033 m².

6.7.6.2 Modelo de Kadlec y Knight (k-C*)

Este método a diferencia del anterior está basado en la carga superficial y considera que en los humedales artificiales la proliferación de microorganismos da lugar a la producción de nueva materia orgánica, parte de la cual quedará retenida en el propio humedal. Por lo tanto, se tienen unas concentraciones mínimas, por debajo de las cuales no es posible mejorar la calidad de las aguas residuales efluentes del sistema. La ecuación general del modelo es la siguiente:

$$\ln\left(\frac{C_e - C^*}{C_a - C^*}\right) = \frac{K_T}{q} \quad \text{Ecuación N° 27}$$

Donde:

q: Carga hidráulica, en m/año.

C_a : Concentración del contaminante en el afluente, en mg/l.

C_e : Concentración del contaminante en el efluente, en mg/l.

C^* : Concentración de fondo del contaminante, en mg/l.

K_T : Constante de reacción de primer orden dependiente de la temperatura, en m/año.

Reorganizando se puede obtener la siguiente ecuación, que permite calcular el área necesaria de humedal construido para alcanzar una determinada calidad de efluente para un contaminante:

$$A_s = \frac{365 \cdot Q}{K_T} \cdot \ln\left(\frac{C_a - C^*}{C_e - C^*}\right) \quad \text{Ecuación N° 28}$$

Donde:

A_s : Área superficial del humedal, en m².

Q : Caudal medio del sistema, en m³/d.

La constante K_T depende del tipo de contaminante y para algunos también de la temperatura, que en esos casos se debe corregir con la Ecuación N° 24. En la siguiente tabla se presentan los valores de K_T y θ para varios contaminantes.

Tabla N° 48. Valores de K_{20} y θ para varios contaminantes.

Contaminante	K_{20} (m/año)	θ
DBO ₅	180	1
SST	300	1,065
NT	27	1,005
PT	12	1
CF	95	1

Fuente. Adaptada de (Kadlec & Knight, 1996)

El valor de C^* puede variar dependiendo del tipo de sistema, la vegetación empleada, y el tipo y calidad de las aguas residuales a tratar.

Para el caso de la DBO₅ se utilizó la siguiente ecuación para calcular la concentración de fondo en función de la concentración afluente al sistema:

$$C^* = 3,5 + 0,053 \cdot C_a \quad \text{Ecuación N° 29}$$

Entonces el área requerida según la Ecuación N° 28 es de 688 m².

6.7.6.3 Modelo de Kadlec y Wallace (P-k-C*)

El uso de un modelo hidráulico de TIS que incluya la variable P (modelo P-TIS) en combinación con ecuaciones de primer orden basadas en el modelo k-C* es lo que se denomina el modelo P-k-C* (Kadlec y Wallace, 2009). En este modelo P-TIS se representa el número aparente de tanques en el que en el que una mezcla de contaminantes se degrada más lentamente que los contaminantes individuales y que es menor que el valor de N del modelo TIS que se relaciona con la hidráulica del sistema y al tiempo de retención hidráulico, dado que los compuestos orgánicos se mueven más lentamente que el agua residual en el humedal.

Actualmente, esta es una de las metodologías más avanzadas en la simulación del complejo funcionamiento de humedales, siendo una útil herramienta para el diseño de humedales de tratamiento.

El modelo general de diseño se presenta en la siguiente ecuación:

$$\frac{C_e - C^*}{C_a - C^*} = \frac{1}{\left(1 + \frac{K_a}{PTIS \cdot q}\right)^P} \quad \text{Ecuación N° 30}$$

Donde:

q: Carga hidráulica, en m/día.

C_a: Concentración del contaminante en el afluente, en mg/l.

C_e: Concentración del contaminante en el efluente, en mg/l.

C*: Concentración de fondo del contaminante, en mg/l.

K_a: Constante de área de primer orden, en m/día.

PTIS: número aparente de tanques en serie.

Reorganizando la Ecuación N° 30 se puede obtener una expresión para calcular el área necesaria de humedal de tratamiento para conseguir una determinada concentración de un contaminante en el efluente del sistema:

$$A_s = \frac{Q \cdot PTIS}{K_a} \cdot \left[\left(\frac{C_a - C^*}{C_e - C^*} \right)^{\frac{1}{PTIS}} - 1 \right] \quad \text{Ecuación N° 31}$$

Donde:

A_s : Área superficial requerida, en m^2 .

Q: Caudal medio, en $m^3/día$.

A continuación, se presentan las constantes de reacción, concentraciones de fondo y PTIS para los contaminantes de interés. Los valores presentados de las constantes de reacción son los reportados por Kadlec para el percentil 50.

Tabla N° 49. Valores de K_{20} , θ , C^* y PTIS para varios contaminantes.

Contaminante	K_{20} (m/año)	θ	C^*	PTIS
DBO ₅ (3-30mg/l)	86	0,981	1	3
DBO ₅ (30-100mg/l)	37	0,981	5	3
DBO ₅ (100-200mg/l)	25	0,981	10	3
DBO ₅ (>200mg/l)	66	0,981	15	3
NTK	9,1	1,001	1	6
NH ₄ -N	11,4	1,014	0	6
NO _x -N	41,8	1	0	8
Norg	19,6	1,009	1	6
NT	8,4	1,005	1	6
CF	103	1,002	0	6

Fuente. Adaptada de (Kadlec & Wallace, 2009)

El método no considera la remoción de fósforo dado que el mecanismo predominante es la adsorción por parte del medio y está muy influenciado por la hidráulica del sistema. Como se requiere eliminar fósforo, se hace necesario un diseño de humedal especial involucrando algún material que adsorba fósforo como la LECA o la escoria de alto horno (Kadlec & Wallace, 2009) o el uso de alguna otra tecnología.

Entonces según la Ecuación N° 31 el área requerida es de $3178m^2$.

6.7.6.4 Área superficial del humedal de flujo subsuperficial

Comparando solamente las áreas requeridas para la eliminación de DBO₅, se evidencia que el modelo PKC* ($3178m^2$) requiere un área mayor que el KC* ($688m^2$) y que el KC ($1033m^2$).

Por lo tanto, para asegurarse de una óptima eficiencia de remoción de contaminantes se adopta el valor de área con mayor requerimiento, además en la actualidad se considera el método PKC* el más adecuado para el dimensionamiento de este tipo de humedales, al basarse en información estadística recolectada en sistemas en funcionamiento y considerar un modelo de reactor más cercano a la realidad.

6.7.6.5 Diseño Hidráulico

El flujo que circula a lo largo del humedal tiene que superar la resistencia a la fricción realizada por el sustrato, las raíces de la vegetación y los sólidos acumulados.

Esta energía requerida está definida por una diferencia de carga entre la superficie de la entrada y la salida del humedal. Esta diferencia será salvada construyendo el humedal con pendiente suficiente en el fondo.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la relación largo-ancho que tiene una gran influencia en el régimen hídrico y en la resistencia del flujo del sistema.

El objetivo del dimensionamiento hidráulico es calcular la longitud y la anchura del humedal, una vez determinada su superficie. Este dimensionamiento se lleva a cabo aplicando la Ley de Darcy, que describe el régimen de flujo en un medio poroso mediante la siguiente expresión:

$$Q = K_s \cdot A_T \cdot s \quad \text{Ecuación N° 32}$$

Donde:

Q: Caudal promedio a través del humedal, en m³/d.

K_s: Conductividad hidráulica de una unidad de área del humedal perpendicular a la dirección de flujo, m³/m²/d.

A_T: Área de la sección transversal perpendicular al flujo, en m².

s: Pendiente de la superficie del agua en el sistema, en m/m

La conductividad hidráulica (k_s) es compleja en definir debido a la causa de múltiples factores que influyen que no son fáciles de determinar, tales como los que ocurren en el flujo o como los que ocurren en el medio granular.

Varios investigadores han descubierto que la colmatación en los humedales subsuperficiales se produce entre el 25 y el 33 % inicial de la longitud total del humedal (Tanner et al., 1995) (Serrano & Corzo Hernández, 2008). Como se observa en la Figura N° 57 es también donde sucede la mayor parte de la eliminación de la materia en suspensión.

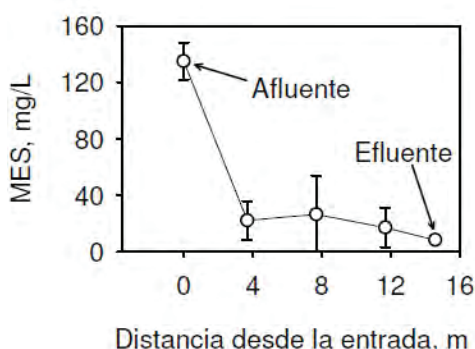


Figura N° 57. Evolución de la concentración de materia en suspensión (MES) a lo largo de un humedal de flujo horizontal
Fuente. (Serrano & Corzo Hernández, 2008)

De acuerdo a (U.S. EPA, 2000) se utilizan unos valores de conductividad hidráulica (K_s) bastante conservativos a fin de evitar que aflore el flujo a la superficie.

- 1 % de K_s para el 30 % inicial del humedal.
- 10% de K_s para el 70% restante.

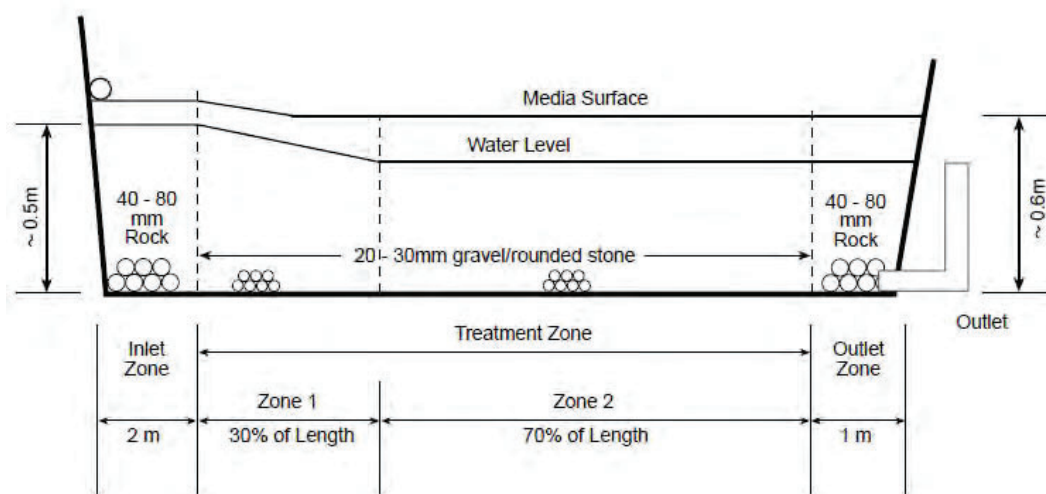


Figura N° 58. Esquema de las zonas de tratamiento en un humedal de flujo subsuperficial: zona de entrada (inlet zone), zona inicial de tratamiento (zone 1), zona final de tratamiento (zone 2) y zona de salida (outlet zone)
Fuente. (U.S. EPA, 2000)

Según (U.S. EPA, 2000) no parece haber una ventaja clara en la eliminación de contaminantes con medios de diferentes tamaños en el rango de 10 a 60 mm. Por lo tanto, recomienda que el diámetro promedio del medio de la zona de tratamiento sea de entre 20 y 30 mm. de diámetro. Y se supone que la conductividad hidráulica del medio limpio de 20 a 30 mm de diámetro es de $100.000\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$.

Para determinar el ancho mínimo de una celda de humedal de flujo subsuperficial que sea compatible con el gradiente hidráulico seleccionado, se tiene en cuanto las siguientes relaciones geométricas:

$$s = \frac{m \cdot h}{L} \quad \text{Ecuación N° 33} ; \quad L = \frac{A_s}{W} \quad \text{Ecuación N° 34} ; \quad A_c = W \cdot h \quad \text{Ecuación N° 35}$$

Donde:

W: Ancho de una celda del humedal, en metros.

A_s: Área superficial del humedal, en m².

L: Longitud de la celda de humedal, en metros.

m: Pendiente del fondo del lecho, % expresado como decimal.

h: Profundidad del agua en el humedal, en metros.

Reorganizando los términos se obtiene la siguiente ecuación:

$$W = \frac{1}{h} \cdot \left(\frac{Q \cdot A_s}{m \cdot K_s} \right)^{0,5} \quad \text{Ecuación N° 36}$$

A partir de las ecuaciones N° 33, 34 y 35 se obtiene la ecuación que permite calcular el ancho mínimo necesario considerando la máxima pérdida de carga permitida en la parte inicial del tratamiento.

$$W = \sqrt{\frac{Q \cdot A_{Si}}{K_{s,1\%} \cdot dh_i \cdot h_{W0}}} \quad \text{Ecuación N° 37}$$

Donde:

A_{Si}: Área superficial de la zona inicial de tratamiento, en m².

K_{s,1%}: 1% de la conductividad hidráulica total, en m³/m².d.

dh_i: Pérdida de carga máxima en zona inicial, en m.

h_{W0}: Profundidad del agua en zona inicial de tratamiento, en m.

(U.S. EPA, 2000) recomienda múltiples celdas para conseguir un buen diseño que a la práctica reduzca los cortocircuitos y maximice el rendimiento, por consiguiente se adoptarán 3 celdas. Además, permitirá una mejor distribución del efluente con alta carga contaminante

y facilitará el mantenimiento y futuras actuaciones en la explotación del humedal. En el caso que se produzca colmatación en una de las celdas, el sistema continúa en funcionamiento mientras se procede a la recuperación del material granular.

Para la determinación del tiempo de residencia hidráulica se utilizó la siguiente ecuación:

$$TRH = \frac{n \cdot h \cdot A_s}{Q} \quad \text{Ecuación N° 38}$$

En la Tabla N° 50 se presentan los datos de partida en el diseño hidráulico del humedal artificial.

Tabla N° 50. Parámetros de diseño adoptados para el humedal de flujo subsuperficial

Parámetros	Valor
Caudal de diseño, Q	81,93 m ³ /d
Superficie del humedal, A _s	3178 m ²
Superficie de la parte inicial del tratamiento, A _{si}	953 m ²
Superficie de la parte final del tratamiento, A _{sf}	2225 m ²
Conductividad hidráulica, k _s	100.000 m ³ /m ² .d
Conductividad hidráulica del 1%, K _{s,1%}	1.000 m ³ /m ² .d
Conductividad hidráulica del 10%, K _{s,10%}	10.000 m ³ /m ² .d
Pendiente del fondo de lecho, m	1%
Pérdida de carga máxima en la zona inicial, dh _i	0,06
Profundidad del agua en la zona inicial del tratamiento, D _{w0}	0,6 m
Profundidad del agua en la zona final del tratamiento, D _{wf}	0,6 m
Número de celdas	3

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se presentan los valores obtenidos:

Tabla N° 51. Parámetros obtenidos para el humedal de flujo subsuperficial

Parámetros	Valor
Ancho mínimo por cada celda (w)	14,38 m
Longitud total del humedal (L)	73,70 m
Tiempo de retención hidráulica	9,26 d

Fuente. Elaboración propia.

El tiempo de retención hidráulica y la relación largo ancho se encuentran dentro del rango recomendado por (Crites et al., 2006), (Crites & Tchobanoglous, 1998), (U.S. EPA, 2000).

Para maximizar la eficiencia de aprovechamiento de superficie los diseños de las celdas serán trapezoidales como se pueden observar en las siguientes figuras.

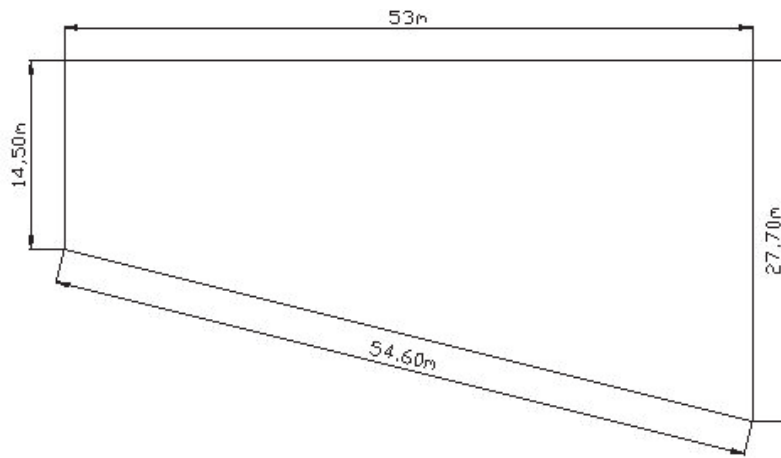


Figura N° 59. Esquema celda N° 1
Fuente. Elaboración propia.

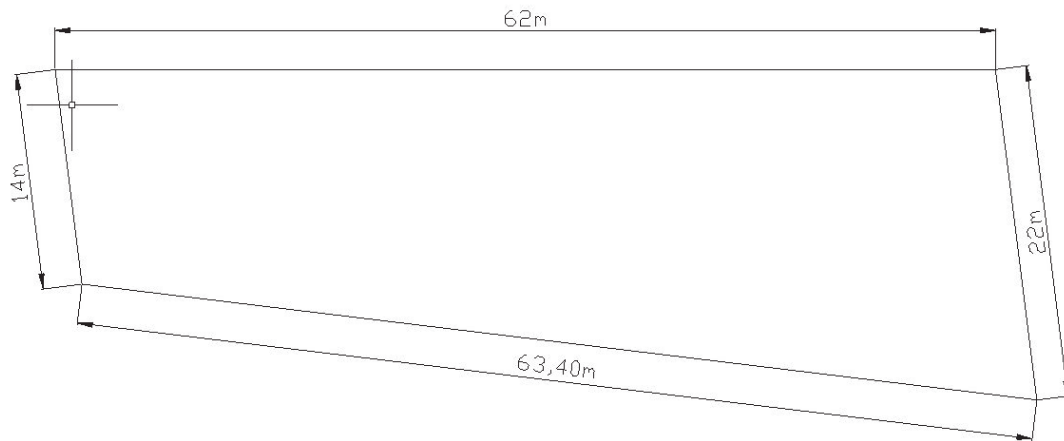


Figura N° 60. Esquema celda N° 2
Fuente. Elaboración propia.

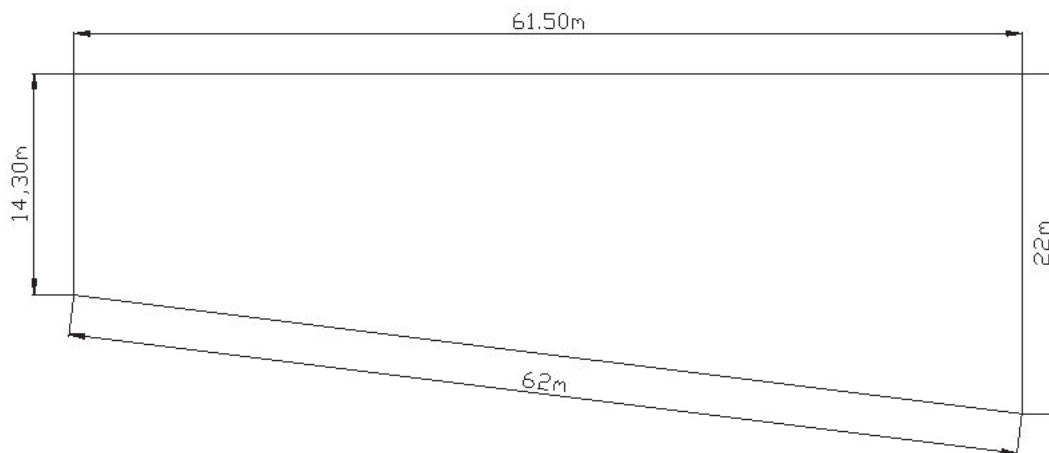


Figura N° 61. Esquema celda N° 3
Fuente. Elaboración propia.

Entonces con estas dimensiones se obtiene un área total de los humedales de 3350m².

Los detalles de las celdas se pueden observar en los planos N° PFI-MAT- 3 (Celda N° 1), PFI-MAT-8 (Celda N° 2) y en PFI-MAT-9 (Celda N° 3), adjuntados en el anexo.

6.7.6.6 Remoción de contaminantes

Para conocer la remoción de cada especie se calculó la concentración de cada una de éstas mediante la siguiente ecuación:

$$C_1 = \frac{Q \cdot C_a + (K_a \cdot A_S \cdot C^*)}{Q_1 + (ET_0 \cdot A_S) + (I \cdot A_S) + (K_a \cdot A_S)} \quad \text{Ecuación N° 39}$$

Donde:

Q₁: Caudal que sale del tanque, en m³/d.

I: Tasa de infiltración, en m/día.

ET₀: Tasa de evapotranspiración, en m³/d.

Teniendo en cuenta que se emplea un modelo de tanques en serie, se aplicó la Ecuación N° 39 secuencialmente de acuerdo con el número de tanques (PTIS).

Para calcular el caudal que sale del tanque se utilizó con la siguiente ecuación:

$$Q_1 = Q + A_S \cdot (P - ET_0 - I) \quad \text{Ecuación N° 40}$$

Donde:

P: Tasa de precipitación, en m/día.

Como el método PKC*, no cuenta con ecuaciones para calcular las concentraciones de fósforo y sólidos suspendidos totales a la salida del humedal, por lo tanto para su estimación se utilizaron los siguientes porcentajes de remoción según (Crites et al., 2006), donde se observa una remoción del 85-90% de sólidos suspendidos totales y de fosfatos 10-40%.

Por lo tanto, se obtienen los siguientes valores de concentración de los contaminantes a la salida del humedal:

Tabla N° 52. Parámetros físicos-químicos del efluente.

Parametros	Afluente	Efluente	Remocion
SST (mg/l)	84,43	12,66	85%
DBO (mg/l)	243,18	19,51	Calculado
PO ₄ -P (mg/l)	7,64	4,58	40%
CF (UFC/100ml)	3,79E+07	7,03E+04	Calculado

Fuente. Elaboración propia.

Todos los parámetros excepto los coliformes fecales se encuentran dentro de los parámetros permitidos de reúso según el decreto N° 847/16. Por consiguiente, como se mencionó anteriormente se instalará un sistema de desinfección.

6.7.6.7 Número de macrófitas

La especie seleccionada es la *Schoenoplectus californicus* conocida comúnmente como totora. En cuanto a la adaptación de la especie (Delgadillo et al., 2010), menciona que la totora es una planta de clima templado y que prospera en posiciones solares, además que pertenece a las especies dominantes, esto quiere decir que tiene mayor posibilidad de adaptarse en lugares donde otras especies no tienen la posibilidad de supervivencia, soportando un amplio rango de pH (4-9). Y por lo que se refiere a densidad de siembra considera que la totora se debe sembrar cada 50 cm.

Con la siguiente ecuación se puede calcular la cantidad de macrófitas necesarias:

$$N_m = \left(\frac{L}{d_{m-m}} - 1 \right) \cdot \left(\frac{W}{d_{m-m}} - 1 \right) \quad \text{Ecuación N° 41}$$

Donde:

N_m : Número de macrófitas

d_{m-m} : Distancia entre macrófitas, en m.

La cantidad de macrófitas necesarias se presentan a continuación:

Tabla N° 53. Cantidad de macrófitas.

Ubicación	Cantidad
Celda N° 1	4079
Celda N° 2	4060
Celda N° 3	4060

Fuente. Elaboración propia.

6.7.7 Cámara de cloración

De acuerdo a (Rodriguez, 2016) se adoptaron los siguientes parámetros de diseño:

Tabla N° 54. Parámetros adoptados de diseño para la cámara de cloración.

Parámetros	Valor
Caudal medio	3,41 m ³ /h
Tiempo de retención hidráulico	20min.
Ancho útil de la cámara	1m
Tirante del efluente	0,30m
Relación Largo/Ancho de los canales	40
Borde libre	0,30m

Fuente. Elaboración propia.

A partir de la siguiente ecuación se calculó el volumen útil de la cámara de contacto:

$$V_c = Q \cdot TRH \quad \text{Ecuación N° 42}$$

Donde:

V_c : Volumen de la cámara, en m³.

Q: Caudal medio, en m³/h

TRH: Tiempo de retención hidráulico, en horas.

Luego se determinó el largo de la cámara con la siguiente ecuación:

$$L = \frac{V_c}{h \cdot W} \quad \text{Ecuación N° 43}$$

Donde:

L: Largo de la cámara, en m.

h: Tirante del efluente, en m.

W: Ancho útil de la cámara, en m.

Por último, se calculó mediante la relación largo/ancho la distancia entre tabiques y la cantidad de los mismos.

A continuación, se presentan las dimensiones de la cámara de contacto:

Tabla N° 55. Dimensiones de la cámara de contacto.

Parámetros	Valor
Largo de la cámara	3,40 m
Ancho útil de la cámara	1,10 m
Altura de la cámara	0,60 m
Ancho de canal	0,1 m
Cantidad de canales	11
Cantidad de tabiques	10

Fuente. Elaboración propia.

Los detalles de la cámara de cloración se pueden observar en el Plano N° PFI-MAT-4 HOJA 2, adjuntado en el anexo.

A partir de la ley de Chick-Watson se obtiene la siguiente ecuación para estimar la concentración de cloro necesaria para realizar la desinfección del efluente:

$$\frac{N_0}{N_e} = (1 + 0,23 \cdot C \cdot t)^3 \quad \text{Ecuación N° 44}$$

Donde:

N_0 : Concentración de microorganismos a la entrada, en UFC/100ml.

N_e : Concentración de microorganismos a la salida, en UFC/100ml.

C: Concentración de Cloro, en mg/l.

t: tiempo de contacto, en minutos.

Organizando la Ecuación N° 44 se obtiene lo siguiente:

$$C = \frac{\left(\frac{N_0}{N_e}\right)^{\frac{1}{3}} - 1}{0,23 \cdot t} \quad \text{Ecuación N° 45}$$

Considerando una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) de 14% de cloro activo y sabiendo el volumen de la cámara de contacto, se calcula el volumen de solución necesaria con la siguiente ecuación:

$$V_{SN} = \frac{V_C \cdot C}{1000} \cdot \frac{100ml}{14g} \quad \text{Ecuación N° 46}$$

Donde:

V_{SN} : Volumen de solución de hipoclorito de sodio 14%, en ml.

V_C : Volumen de la cámara de contacto, en litros.

El caudal del dosificador de la solución de Hipoclorito de sodio se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$Q_{dos} = \frac{V_{SN}}{t} \quad \text{Ecuación N° 47}$$

Donde:

Q_{dos} : Caudal de dosificación, en l/h.

t: Tiempo de contacto, en horas.

Tabla N° 56. Parámetros para la desinfección con hipoclorito de sodio 14%.

Parámetros	Valor
Concentración de cloro	1,72 mg/l
Caudal de dosificación	0,04 l/h

Fuente. Elaboración propia.

Se utilizará para realizar la dosificación requerida un dosificador automático modelo Pul-CP de VitalWater con un tanque reservorio de 20 litros.

6.7.8 Cámara de abastecimiento

Como el caudal medio de demanda es igual a la producción de aguas grises, la cámara de abastecimiento tendrá las mismas dimensiones que la cámara de ecualización.

Tabla N° 57. Dimensiones obtenidas para la cámara de abastecimiento.

Parámetro	Valor
Volumen calculado	11,67 m ³
Volumen real	12,31 m ³
Altura	3,8 m
Longitud por lado	1,8 m

Fuente. Elaboración propia.

Los detalles de la cámara de ecualización se pueden observar en el Plano N° PFI-MAT- 4, adjuntado en el anexo.

6.7.9 Sistema de bombeo de la cámara de abastecimiento

La cámara de abastecimiento de agua de reúso posee un sistema de bombeo que permite la distribución del agua de reúso en el barrio. Las pérdidas por fricción se evaluaron con la ecuación de Manning, adoptando un coeficiente de 0,009 para la tubería.

Legajo: CYT-5427

Se eligió como proveedor de los equipos a la firma Grundfos, debido a que presentan una gran variedad de bombas aptas para aguas residuales y tiene varios distribuidores en el país. En el sitio web de la marca Grundfos (<https://product-selection.grundfos.com/ar/size-page?qcid=1436962401>) se ingresó el punto de trabajo deseado para comparar con las curvas de los diferentes equipos. Se seleccionó el modelo HYDRO MPC-S 2 CRI 5-5.

En la siguiente figura se observa la curva de rendimiento de la bomba.

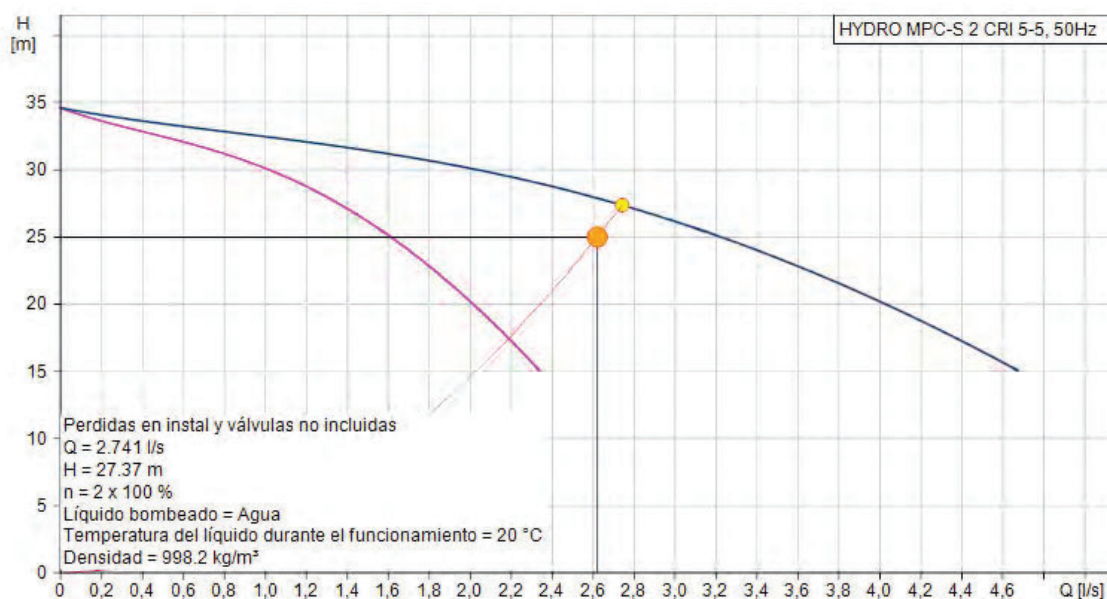


Figura N° 62. Curvas bomba modelo Grundfos HYDRO MPC-S 2 CRI 5-5.
 Fuente. Extraído de <https://product-selection.grundfos.com/ar/products/hydro-mpc/hydro-mpc-s/hydro-mpc-s-2-cri-5-5-91044078?pumpsystemid=1437214175&tab=variant-sizing-resul>

6.8 Red de agua de reúso

Esta se proyectó como mallas cerradas, en donde la forma de las mismas y la longitud de las cañerías que las integran, se adaptaron a las características topográficas del barrio, a la densidad de la población y a la ubicación de los tanques o cisternas.

El diseño de la red de agua de reúso se puede observar en el Plano N° PFI-MAT- 3 en el anexo. Este se realizó siguiendo los lineamientos de (Aysa, 2010a) de redes de agua potable.

Para el cálculo de la red de agua de reúso se utilizó el software WATERCAD.

El software WATERCAD es propiedad y uno de los más populares de la empresa de softwares Bentley Systems, Incorporated. Este software permite el análisis y la modelación hidráulica de sistemas o redes a presión. El algoritmo de cálculo en el cual se basa el

software es el método de gradiente hidráulico (conocido como el método de la red simultánea) el cual permite el análisis hidráulico de redes.

Determinando las presiones en diversos puntos del sistema, así como los caudales, velocidades, pérdidas en las líneas que conforman la red hidráulica; además de otros parámetros operativos derivados de los elementos presentes en el sistema como: bombas, válvulas de control, tanques, etc. a partir de las características físicas del sistema y unas condiciones de demanda previamente establecidas.

Watercad además ofrece todas las herramientas de análisis hidráulico en régimen permanente de redes a presión (da la posibilidad de modelar cualquier fluido newtoniano) como son: El análisis en periodo estático (Steady State), periodo extendido (EPS), análisis de flujo contra incendio (Fire Flow Analysis) y análisis de calidad (Water Quality).

Este programa adicional a las herramientas convencionales para el análisis y modelación de redes a presión, cuenta con herramientas de productividad en los procesos de gestión de datos, construcción de modelos a partir de archivos externos, extracción de elevaciones, asignación de demandas a partir de técnicas de análisis espacial, preparación y gestión de escenarios, cálculos hidráulicos complementarios, gestión operativa y preparación de reportes y planos. Asimismo, el software ofrece diversas opciones para visualización de resultados como reportes tabulares, perfiles, gráficos de variación temporal, anotaciones y codificación por color, etc.

6.8.1 Parámetros de Diseño

6.8.1.1 Caudal de aguas de reúso

A partir de los datos anteriormente calculados se definió el caudal de diseño de demanda de las aguas de reúso por lote, Club House Kids, Club House, Portal de Ingreso y de las áreas verdes comunes. Con respecto al Club House Kids que su uso es puntual y no diario como el resto de las edificaciones comunes se tomó como caudal el que corresponde a un día de uso.

Dado que se genera una variación de la demanda, debido al cambio estacional, el caudal se afectó por un coeficiente que permitirá determinar los caudales de diseño para la red de distribución de las aguas de reúso. En este caso, no se adoptaron los coeficientes propuestos por Enohsa dado que para la demanda sólo se consideraron, como se mencionó anteriormente, el consumo de agua de reúso para riego de los jardines y para la descarga del inodoro que representan según la época del año entre un 37% y 71% del consumo de

agua potable de una vivienda tradicional. Por lo tanto, se adoptó un coeficiente para el diseño de $\alpha=2$.

En la siguiente tabla se pueden observar los caudales de diseño resultantes:

Tabla N° 58. Caudales de aguas de reúso.

Descripción	Valor
Caudal demanda lote	1,89 m ³ /d
Caudal demanda Club House Kids	0,41 m ³ /d
Caudal demanda Club House	0,091 m ³ /d
Caudal demanda Portal de Ingreso	0,54 m ³ /d
Caudal demanda Áreas Verdes Comunes	34,88 m ³ /d

Fuente. Elaboración propia.

6.8.1.2 Velocidades

Para el diseño se establecen como velocidades usuales las siguientes:

Tabla N° 59. Velocidades permisibles en las cañerías.

Diámetro Interno (mm)	Velocidad (m/s)
≤ 200	0,3 a 0,9
≤ 500	0,6 a 1,30
>500	0,80 a 2,00

Fuente. (Aysa, 2010a)

6.8.1.3 Tapada mínima

La tapada mínima para la instalación de las cañerías de hasta DN 250 mm es de 0,80 m en vereda y 1,0 m en calzada.

6.8.1.4 Presión mínima

Se asegurará una presión mínima, en cualquier punto de la red, tendiente a los 10 m. de columna de agua. La presión mínima debe garantizar el abastecimiento en domicilios con PB, primer piso. En edificios más elevados se debe usar cisterna, bombeo y depósito elevado.

6.8.2 Método de cálculo de los conductos

Para el cálculo hidráulico de la red de distribución de agua de reúso el software Watercad, utiliza las siguientes ecuaciones:

- Leyes fundamentales para una red de matriz

1. Primera Ley de Kirchoff: Condición de continuidad

Para un nudo, la suma de los gastos que entran y salen de un nudo es igual a cero.

$$\sum_{j=1}^m Q_{ij} + q_i = 0 \quad \text{Ecuación N° 48}$$

Donde:

Q_{ij} : Caudal en el tramo ij.

q_i : Demanda en el nudo i.

m: Cantidad de nudos que concurren al nudo i.

Para un sistema, la suma de los gastos que entran y salen en un sistema será igual a la variación del nivel de agua en los almacenamientos.

$$\sum_{s=1}^m q_s + \sum_{n=1}^n Q_i = \frac{dv}{dt} \quad \text{Ecuación N° 49}$$

Donde:

m: Cantidad de nudos que concurren al nudo s.

q_s : Demanda en el nudo s.

n: Cantidad de nudos.

Q_i : Caudal en el tramo i.

dv/dt : Variación del volumen en el almacenamiento con respecto al tiempo.

2. Segunda Ley de Kirchoff: Condición de Conservación de Energía

En todo Circuito: La suma algebraica de las pérdidas de carga en las tuberías es igual a cero.

$$\sum_{j=1}^m hf_{ij} = 0 \quad \text{Ecuación N° 50}$$

Donde:

hf_{ij} : Pérdida de carga en el tramo ij.

m: Cantidad de tramos en el circuito.

- Fórmulas utilizadas en el cálculo de resistencia de flujo en conductos a presión

Para la pérdida de carga (o de altura piezométrica) en una tubería debida a la fricción por el paso del agua, puede calcularse utilizando las fórmulas de pérdidas diferentes:

1. Fórmula de Darcy – Weisbach

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \text{Ecuación N° 51}$$

$$h_f = m \cdot Q^2 \quad \text{Ecuación N° 52}$$

$$m = 0,0827 \cdot f \cdot \frac{L}{D} \quad \text{Ecuación N° 53}$$

Donde:

h_f : Pérdida de carga, en m.

f : Factor de fricción.

D : Diámetro, en m.

L : Longitud del tubo, en m.

V : Velocidad media de flujo, en m/s.

g : Aceleración de la gravedad, en m/s².

Q : Caudal, en m³/s.

1. Fórmula de Hazen – Williams

$$Q = 0,85 \cdot C \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54} \quad \text{Ecuación N° 54}$$

$$h_f = m \cdot Q^{1,85} \quad \text{Ecuación N° 55}$$

$$m = 10,64 \cdot \frac{L}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \quad \text{Ecuación N° 56}$$

Donde:

Q : Caudal, en m³/s.

C : Coeficiente de rugosidad.

A : Área, en m².

R: Radio hidráulico, en m.

S: h_f / L = Pendiente, en m/m.

h_f : Pérdida de carga, en m

D: Diámetro, en m.

L: Longitud del tubo, en m.

6.8.3 Análisis y modelado en Watercad

Se comenzó con la configuración del mismo, de acuerdo a los siguientes pasos:

a. Colocar Nombre al Proyecto

Se completo el título del proyecto, responsable, día de creación del proyecto, etc. Toda esta información es meramente informativa.

b. Configuración de Unidades

Se definió las unidades a utilizar, en este caso se seleccionó la opción System International.

c. Opciones de Dibujo

Se definieron 3 campos referentes al dibujo de la red que son: la escala de dibujo, tamaño de anotación y opciones de texto.

d. Definir la ecuación de pérdida de carga y fluido a modelar

Aquí se estableció como se quiere que se realice el cálculo hidráulico, en este caso se seleccionó el cálculo estacionario (Steady State). Luego se indicó la ecuación de pérdida de carga, que se utilizará en el modelado de la red. El programa presenta 3 ecuaciones de pérdida de carga, las cuales son: ecuación de Darcy- Weisbach, ecuación de Hazen-Williams y ecuación de Manning. Para el diseño de la red de agua de reúso se utilizó la ecuación de Hazen-Williams. Además, se debe indicar qué clase de fluido se va a modelar. Por defecto el programa muestra que el fluido a modelar será agua, a una temperatura de 20°C y es con este fluido que se realizó el modelado de la red.

e. Definir Prototipos para el modelado

Se denominan prototipos a las características que vienen por defecto con los diferentes elementos que conforman la red (tuberías, conexiones, etc.).

Legajo: CYT-5427

Se selecciono de la lista Prototypes el elemento Pipe (cañería) y se creó un nuevo prototipo dentro del elemento Pipe. Al crear el prototipo se accedió a sus propiedades, por defecto el prototipo propone tuberías de 152.4 mm de diámetro (que son 6 pulgadas) y como material hierro dúctil con un Hazen-Williams igual a 130 (C = 130). Estos valores serán cambiados por tuberías de 4 pulgadas de diámetro, material PVC y un Hazen-Williams de 150 (C = 150), siendo estos valores los seleccionados para el modelaje.

Después de haber llevado a cabo los pasos anteriores, se importó el plano del barrio Don Joaquín previamente realizado en Autocad al Watercad.

Mediante la librería del software se fue modelando la red de conducción de aguas de reúso sobre el plano importado, como se observa en la siguiente figura:

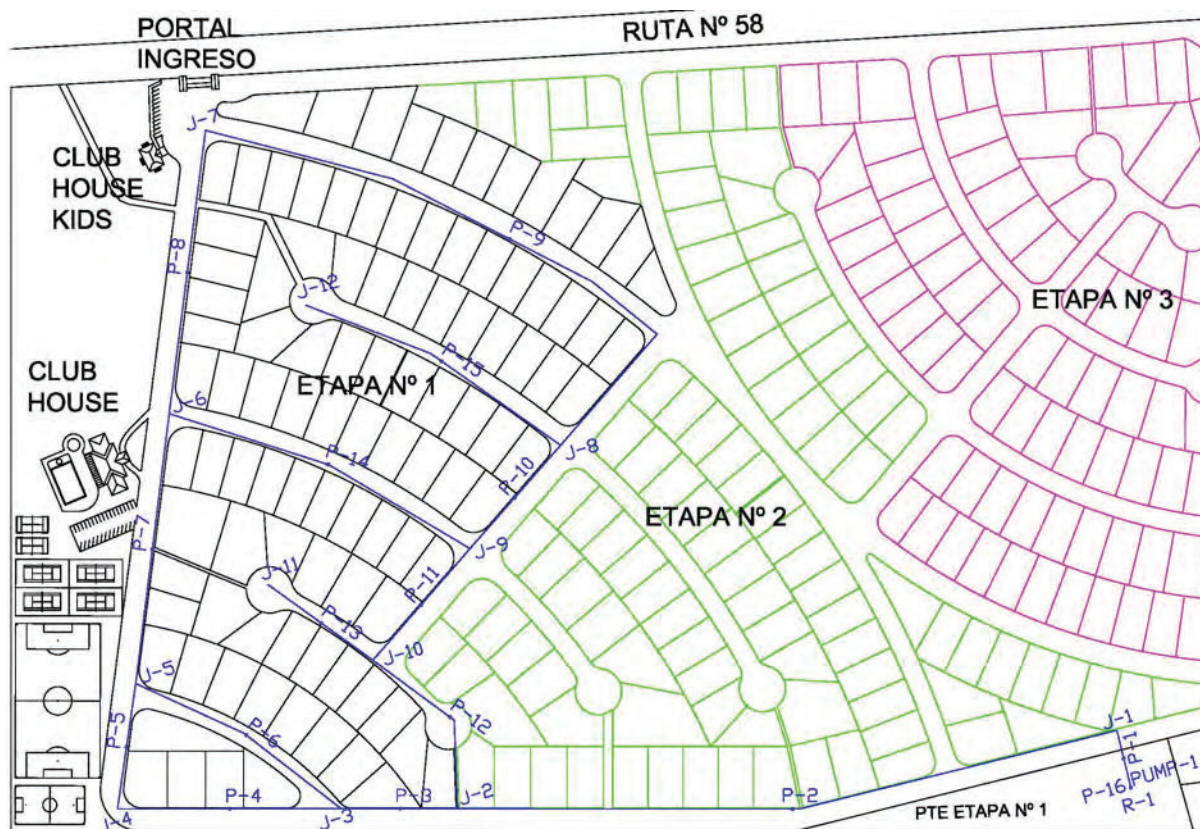


Figura Nº 63. Esquema de la red de conducción de aguas de reúso.
Fuente. Elaboración propia, extraído de Watercad.

Luego se volcaron las cotas correspondientes a los nodos de acuerdo a la elevación del terreno teniendo en cuenta la tapada mínima (1m) necesaria según los lineamientos de AYSA.

Tabla N° 60. Cotas de los nodos.

Label	Elevation (m)
J-1	22
J-2	23,12
J-3	23,56
J-4	23,92
J-5	24,14
J-6	24,58
J-7	24,95
J-8	24,07
J-9	23,75
J-10	23,45
J-11	23,95
J-12	24,64

Fuente. Elaboración propia, extraído de Watercad.

Para emular la cámara de abastecimiento de agua de reúso, la cual se encuentra a la salida de la planta de tratamiento de las aguas grises, en el modelado se colocó un reservorio. El cual representa una estructura hidráulica donde el nivel de agua se considera constante y de volumen infinito. Además, se colocó una bomba con las características previamente descriptas en el punto 6.8.

A continuación, mediante la librería, se colocó en cada lote, en el Portal de Ingreso al barrio, en el Club House Kids, en el Club House y en las áreas verdes un medidor de cliente que permite establecer la demanda de cada consumo específico. Y posteriormente se los asignó al nodo más cercano, como se observa en la Figura N° 64.

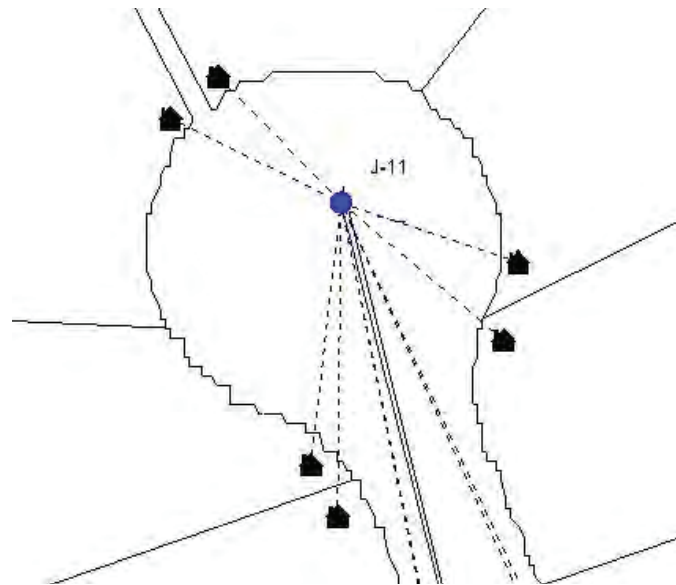


Figura N° 64. Asignación de demandas de aguas de reúso.
Fuente. Elaboración propia, extraído de Watercad.

Por último, se realizó la validación que es el procedimiento por el cual el software evalúa si hasta el momento se ha cometido algún error o presenta alguna incoherencia el modelado de la red. Al ser satisfactoria la validación se procede a realizar el cálculo de la red.

A continuación, se presentan los valores obtenidos de las presiones en los nodos de la red como los diámetros de las cañerías y velocidades en las mismas.

Tabla N° 61. Presiones obtenidas en los nodos de la red.

Label	Pressure (m H ₂ O)
J-1	24
J-2	18
J-3	17
J-4	16
J-5	15
J-6	12
J-7	10
J-8	14
J-9	15
J-10	17
J-11	15
J-12	11

Fuente. Elaboración propia, extraído de Watercad.

Tabla N° 62. Valor de diámetro, caudal y velocidad obtenidas para las cañerías de la red de conducción de agua de reúso.

Label	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Flow (l/s)	Velocity (m/s)
P-1	PMP-1	J-1	63	2,64	0,85
P-2	J-1	J-2	63	2,64	0,85
P-3	J-2	J-3	50	1,3	0,66
P-4	J-3	J-4	32	0,24	0,3
P-5	J-4	J-5	25	0,16	0,32
P-6	J-3	J-5	50	1,05	0,53
P-7	J-5	J-6	40	1,03	0,82
P-8	J-6	J-7	40	0,53	0,42
P-9	J-8	J-7	25	0,16	0,33
P-10	J-9	J-8	40	0,6	0,48
P-11	J-10	J-9	40	1,01	0,81
P-12	J-2	J-10	50	1,28	0,65
P-13	J-10	J-11	25	0,22	0,45
P-14	J-6	J-9	32	0,41	0,51
P-15	J-8	J-12	32	0,44	0,55
P-16	R-1	PMP-1	32	2,64	0,85

Fuente. Elaboración propia, extraído de Watercad.

6.8.4 Conclusiones

El diseño se realizó de manera exitosa logrando respetar los lineamientos estipulados por AYSA. Como se pueden observar en la Tabla N° 61 se obtiene en todos los nodos de la red una presión mínima de 10 m. de columna de agua. Y como indica la Tabla N° 62 una velocidad en todas cañerías de la red entre 0,3 y 0,9 m/s. Además, se respetó la tapada mínima de un metro en toda la instalación.

7 PLANOS DEL PROYECTO

En el siguiente capítulo se listan los planos del proyecto, los cuales se adjuntan en el anexo.

En los mismos se podrán observar vistas completas del ecobarrio, de la planta de tratamiento, del sistema colector de aguas grises y del sistema de abastecimiento de aguas de reúso. Como así también, vistas individuales de las unidades del tratamiento y cámaras intervinientes.

A continuación, se listan los planos del proyecto:

- ✓ PFI-MAT-1: Layout General
- ✓ PFI-MAT-2 Red de conducción de aguas grises
- ✓ PFI-MAT-3 Red de aguas de reúso
- ✓ PFI-MAT-4 HOJA 1 Planta de Tratamiento de efluentes Etapa N° 1
- ✓ PFI-MAT-4 HOJA 2 Planta de Tratamiento de efluentes Etapa N° 1
- ✓ PFI-MAT-5 Canal de desbaste
- ✓ PFI-MAT-6 Cámara ecualizadora
- ✓ PFI-MAT-7 Humedal de flujo subsuperficial Celda N° 1
- ✓ PFI-MAT-8 Humedal de flujo subsuperficial Celda N° 2
- ✓ PFI-MAT-9 Humedal de flujo subsuperficial Celda N° 3
- ✓ PFI-MAT-10 Cámara de abastecimiento

8 COMPUTO Y PRESUPUESTOS

En el presente capítulo se analizan los aspectos económicos del proyecto en estudio.

Este análisis abarca desde la inversión inicial para la construcción y puesta en marcha de la obra, hasta los costos de operación y mantenimiento.

8.1 Inversión inicial

La inversión inicial de capital consiste en el costo directo para la adquisición e instalación del conjunto de elementos que conforman el sistema de tratamiento, distribución de las aguas de reúso, y el sistema colector de las aguas grises. Además, los costos indirectos representados por los costos de diseño, de administración, de ingeniería y supervisión durante la construcción y montaje, los permisos y los gastos legales.

Para el presupuesto total estimado se incluye el ítem de AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad), que hace referencia al valor a cubrir para gastos indirectos del proyecto y hacer las reservaciones necesarias para imprevistos que se puedan generar al desarrollar el mismo. El valor de este porcentaje se define en función de la complejidad de la obra, los plazos de ejecución, experiencia en proyectos similares, capacidad financiera y características de la empresa.

A continuación, se presenta el listado de tareas a llevar a cabo, materiales, equipos, y todo aquel gasto necesario para la instalación y puesta en marcha de la planta de tratamiento diseñada y propuesta.

Tabla N° 63. Costos de inversión inicial.

N°	Rubro	Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unitario (ARS)	Costo Total (ARS)	Costo Total (USD)	%Incidencia	
									Ítem	Rubro
1			DISEÑO DEL PROYECTO				6225700,00	16963,76		6,22%
	1.01		Ingeniería básica del proyecto	N/A	N/A		1765700,00	4811,17	1,76%	
	1.02		Ingeniera de detalle del proyecto	N/A	N/A		4460000,00	12152,59	4,46%	
2			TAREAS PRELIMINARES				6714435,00	18295,46		6,71%
	2.01		Limpieza del terreno	m²	3500	891,28	3119480,00	8499,95	3,12%	
	2.02		Nivelación y replanteo de obra	m²	3500	1027,13	3594955,00	9795,52	3,59%	
3			MOVIMIENTO DE TIERRA				23273748,80	63416,21		23,25%
	3.01		Excavación para red de conducción de aguas grises y de aguas de reúso	m³	3100	7107,38	22032878,00	60035,09	22,01%	
	3.02		Excavación planta de tratamiento de aguas grises	m³	2040	608,27	1240870,80	3381,12	1,24%	
4			INSTALACION ELECTRICA				12230000,00	33324,25		12,22%
	4.01		Provisión y montaje de instalación eléctrica.	N/A	N/A		12230000,00	33324,25	12,22%	
5			ELEMENTOS ESTRUCTURALES				4790551,00	13053,27		4,79%
	5.01		Casilla de sopladores	N/A	N/A		1525576,00	4156,88	1,52%	
	5.02		Hormigón Armado para cámara de ecuálización, desbaste/desarenador, desengrasadora, cloración y abastecimiento.	m³	15	217665,00	3264975,00	8896,39	3,26%	
6			CAÑERIAS Y ACCESORIOS				25559087,90	69643,29		25,53%
	6.01		Tubería PVC DN 160	m	2227	3535,75	7874115,25	21455,35	7,87%	
	6.02		Conexión T PVC DN 160	ud.	5	5500,00	27500,00	74,93	0,03%	
	6.03		Codo 90° PVC DN 160	ud.	2	2727,00	5454,00	14,86	0,01%	
	6.04		Codo 45° PVC DN 160	ud.	2	3411,00	6822,00	18,59	0,01%	
	6.05		Tube PPR3 PN25 DN 63	m	660	5486,25	3620925,00	9866,28	3,62%	
	6.06		Tube PPR3 PN25 DN 50	m	330	3498,25	1154422,50	3145,57	1,15%	
	6.07		Tube PPR3 PN25 DN 40	m	550	2243,50	1233925,00	3362,19	1,23%	
	6.08		Tube PPR3 PN25 DN 32	m	445	2189,50	974327,50	2654,84	0,97%	
	6.09		Tube PPR3 PN25 DN 25	m	525	1519,75	797868,75	2174,03	0,80%	
	6.10		Codo a 90° DN 63	ud.	2	2491,00	4982,00	13,57	0,00%	
	6.11		Codo a 90° DN 40	ud.	2	1212,00	2424,00	6,60	0,00%	
	6.12		Codo a 90° DN 32	ud.	1	550,00	550,00	1,50	0,00%	
	6.13		Codo a 45° DN 50	ud.	1	1817,00	1817,00	4,95	0,00%	
	6.14		Codo a 45° DN 40	ud.	1	1210,00	1210,00	3,30	0,00%	
	6.15		Codo a 45° DN 25	ud.	1	612,00	612,00	1,67	0,00%	
	6.16		Buje Reducción DN 63X50	ud.	1	1845,00	1845,00	5,03	0,00%	
	6.17		Buje Reducción DN 63X40	ud.	2	1613,00	3226,00	8,79	0,00%	
	6.18		Buje Reducción DN 50X40	ud.	1	1331,00	1331,00	3,63	0,00%	
	6.19		Buje Reducción DN 50X32	ud.	3	1257,00	3771,00	10,28	0,00%	
	6.20		Buje Reducción DN 40X32	ud.	2	1146,00	2292,00	6,25	0,00%	
	6.21		Buje Reducción DN 40X25	ud.	4	1010,00	4040,00	11,01	0,00%	
	6.22		Buje Reducción DN 32X25	ud.	3	600,00	1800,00	4,90	0,00%	

Legajo: CYT-5427

	6.23	Tee Normal DN 63	ud.	1	2500,00	2500,00	6,81	0,00%	
	6.24	Tee Normal DN 50	ud.	1	2068,00	2068,00	5,63	0,00%	
	6.25	Tee Normal DN 40	ud.	4	1760,00	7040,00	19,18	0,01%	
	6.26	Tee Normal DN 32	ud.	1	1121,00	1121,00	3,05	0,00%	
	6.27	Accesorios Varios	N/A	10%		1573798,90	4288,28	1,57%	
	6.28	Montaje del sistema de conducción de aguas grises	N/A	N/A		4231300,00	11529,43	4,23%	
	6.29	Montaje del sistema de conducción de aguas de reúso	N/A	N/A		4016000,00	10942,78	4,01%	
7		EQUIPAMIENTO Y UNIDADES				16332918,00	44503,86		16,32%
	7.01	Cámaras de registro	ud.	23	50000,00	1150000,00	3133,51	1,15%	
	7.02	Difusor de burbuja gruesa CB-300	ud.	4	17200,00	68800,00	140,60	0,05%	
	7.03	Soplador Mod. R100. 1450 RPM,Q. 13,7m³/h	ud.	2	105120,00	210240,00	572,86	0,21%	
	7.04	Reja de desbaste	ud.	1	124000,00	124000,00	337,87	0,12%	
	7.05	Bomba Grundfos HYDRO MPC-S 2 CRI 5-5	ud.	2	1168000,00	2336000,00	6365,12	2,33%	
	7.06	Bomba Grundfos SLV.65.65.09.2.50B	ud.	2	627800,00	1255600,00	3421,25	1,25%	
	7.07	Dosificador automático	ud.	2	130928,00	130928,00	356,75	0,13%	
	7.08	Geomembrana	m²	3700	1971,50	7294550,00	19876,16	7,29%	
	7.09	Totoras	ud.	4200	900,00	3780000,00	10299,73	3,78%	
8		VARIOS				4188800,00	11413,62		4,18%
	8.01	Alquiler de obrador/pañol (6 meses)	ud.	2	70000,00	840000,00	2288,83	0,84%	
	8.02	Alquiler de baños químicos (6 meses)	ud.	2	30000,00	360000,00	980,93	0,36%	
	8.03	Licencias, permisos, autorizaciones y seguros	N/A	N/A		1500000,00	4087,19	1,50%	
	8.04	Conjunto de sistemas de protección colectiva	N/A	N/A		200000,00	544,96	0,20%	
	8.05	Servicio de Higiene y Seguridad en el trabajo	N/A	N/A		908000,00	2474,11	0,91%	
	8.06	Imprevistos	%	10		380800,00	1037,60	0,38%	
9		ENTREGA FINAL				780000,00	2125,34		0,78%
	9.01	Puesta en Marcha General de la Planta de Tratamiento.	N/A	N/A		780000,00	2125,34	0,78%	
COSTO TOTAL NETO						100095240,70	272739,08		100,00%
PRECIO TOTAL ESTIMADO		AIU(%)	30%			130123812,91	354560,80		

Fuente. Elaboración propia.

Para los equipos y unidades que componen al sistema de tratamiento, los precios se obtuvieron a partir de solicitudes presupuestarias a los proveedores y/o fabricantes de las mismas.

Para el caso de los honorarios profesionales estos se calcularon a partir de lo indicado en el DECRETO/LEY N°7887/55 “ARANCEL DE HONORARIOS PARA LA JURISDICCION NACIONAL”.

Se estima entonces según lo presentado una inversión inicial de \$ (130.123.812,91), con un tiempo estimado de construcción e instalación de entre 4 y 6 meses.

8.2 Costo de operación y mantenimiento

Estos costos son los que se encuentran asociados a el funcionamiento del sistema de reúso de las aguas grises.

Están representados principalmente por los costos de los servicios (energía eléctrica), la mano de obra y otros gastos variables.

8.2.1 Consumo eléctrico

Se realiza un cálculo aproximado del consumo energético de los equipos y se multiplica por el costo del suministro eléctrico. No se consideran en el costo, los equipos que se encuentran en stand-by o de reserva.

En la siguiente tabla se muestran los consumos eléctricos de los equipos más relevantes en este término.

Tabla N° 64. Consumo energético.

Equipo	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de funcionamiento (h/d)	Consumo por día (Kw-d)
Bomba Grundfos HYDRO MPC-S 2 CRI 5-5	1	1,5	24	36
Bomba Grundfos SLV.65.65.09.2.50B	1	1,5	24	36
Soplador Mod. R100. 1450 RPM, Q. 13,7m³/h	1	0,7	24	16,8
Dosificador Automático modelo Pul-CP	1	0,2	24	4,8
Iluminación Sector Planta de tratamiento	1	28	10	280
TOTAL		31,9		373,6

Fuente. Elaboración propia.

Para realizar el cálculo del costo del consumo energético se consulta el cuadro tarifario vigente generado por la empresa prestadora local del servicio Empresa Distribuidora Sur S.A. (EDESUR). El precio está compuesto por un cargo fijo más un cargo variable.

El cargo compuesto por un cargo fijo de factura emitida, un cargo fijo mensual de por capacidad de suministro convenida y un cargo fijo mensual por cada kW de potencia máxima, aplicada a la potencia máxima registrada en el mes de facturación.

El cargo variable se compone por la energía consumida sin discriminación horaria. Para el caso del consumo eléctrico que requerirá el funcionamiento de la planta se desglosa cada cargo en la siguiente tabla:

Tabla N° 65. Costo energético.

Concepto	Unidad	Valor	Costo mensual
Cargo fijo	\$/mes	5.270,81	5.270,81
Cargo fijo por potencia contratada	\$/KW-mes	1.910,30	66.860,5
Cargo fijo por potencia adquirida	\$/KW-mes	56,34	1.797,24
Cargo variable	\$/KWh	18,411	206.350,48
Total			280279,03+IVA

Fuente. Elaboración propia.

8.2.2 Mano de obra

La mano de obra estará conformada por personal encargado en función a las necesidades del sistema de tratamiento de las aguas grises. Dadas las características del sistema se contará con una persona a cargo del control y operación, mantenimiento de la planta y se tercerizaran las tareas de laboratorio y análisis.

Se calculan los siguientes costos mensuales:

Tabla N° 66. Costo de mano de obra.

Tarea	Costo Mensual
Operador de la planta	\$ 300.000
Laboratorio	\$ 50.000
Total	\$ 350.000

Fuente. Elaboración propia.

8.2.3 Costos variables, indirectos y esporádicos

En la etapa de funcionamiento se encuentran otros gastos que deben ser incluidos y se expresan en porcentajes sobre el costo de operación calculado anteriormente. Entre ellos se encuentran el mantenimiento de la planta (25%), indirectos de operación como costos administrativos y legales (8%).

Tabla N° 67. Costos variables, indirectos y esporádicos.

Concepto	Costo
Mantenimiento	\$ 172.284,40
Costos indirectos	\$ 55.131,00
Total	\$ 227.415,40

Fuente. Elaboración propia.

8.2.4 Costo total de operación

Según lo calculado en los apartados anteriores del presente capítulo, se construye la siguiente tabla en la cual se muestra el costo total mensual para el funcionamiento del sistema de tratamiento y reúso de las aguas grises propuesto.

Tabla N° 68. Costo total de operación.

Concepto	Costo (ARs)	Costo (UDS)
Consumo eléctrico	339.137,62	924,08
Mano de obra	350.000,00	953,67
Costos variables, indirectos y esporádicos	227.415,40	619,66
Total	916.553,02	2497,41

Fuente. Elaboración propia.

8.2.5 Análisis de costos

Si bien el objetivo de la implementación de un sistema de reutilización de las aguas grises en un ecobarrio, es la de minimizar el estrés hídrico causado por el alto consumo de agua potable en este tipo de emprendimiento. Al realizar un análisis de costo/beneficio del proyecto, se puede concluir que los gastos operativos de dicho sistema estarían cubiertos por parte del ahorro del agua potable, además de quedar una diferencia a favor anual.

Esto se debe, a que en la actualidad según Aysa (<https://www.aysa.com.ar/usuarios/Conoce-tu-factura>) el precio de m³ del agua potable comercializada es de \$250,24 (USD 0,68). Y, de acuerdo con las estimaciones realizadas en el proyecto se ahorrarían 71.474,60 m³ de agua potable, lo que se traduce en un ahorro anual de USD 48.602,7 (4050,22 USD/mensuales). Por lo tanto, esta diferencia a favor, me permite cubrir el costo mensual de operación de la planta y obtener además una diferencia anual de USD 18.633,78.

Por otro lado, para cubrir la inversión inicial necesaria para construir el sistema propuesto, se incluirá en el valor de venta de cada lote un monto de UDS 3500.

9 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

9.1 Introducción

A continuación, se realiza el estudio de impacto ambiental para el Barrio Don Joaquín en el partido de Ezeiza, Buenos Aires. Se buscó analizar la incidencia del proyecto sobre el medio socio-ambiental para lograr que las actividades llevadas a cabo durante cada etapa sean compatibles con el concepto de desarrollo sustentable.

Primero se identifica y estudia el marco legal, en todos sus niveles, involucrado en la región de estudio. Luego se analiza detalladamente el proyecto, en sus procesos de construcción y de operación. Se recopilan antecedentes e información del área en estudio para poder analizar y describir el estado actual existente (línea de base), identificando en esta etapa los factores ambientales involucrados y las acciones antrópicas que podrían causar impactos, tanto beneficiosos como perjudiciales, al medio ambiente. Se desarrolla una matriz de impactos que permiten analizar el impacto final de cada acción en cada etapa, sobre cada elemento ambiental. Realizado todo el proceso se dan las conclusiones finales y se exponen las medidas de mitigación recomendadas que se necesitarán para lograr el menor impacto sobre el entorno.

9.2 Marco Legal

Seguidamente se sintetizan las normas que conforman el encuadre jurídico vigente aplicable al proyecto en sus etapas de construcción y operación.

9.2.1 Legislación Nacional

9.2.1.1 Normativa general

- **Constitución Nacional**

El art. 41 determina el derecho que tienen todos los habitantes de gozar de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano sin comprometer a las generaciones futuras.

El art. 43 determina la posibilidad de interponer una acción expedita y rápida de amparo contra todo acto u omisión de autoridades públicas o de particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por esta Constitución, un tratado o una ley.

El art.124 establece que corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio.

- **Código Civil y Ley N° 13.512 (Ley de propiedad horizontal)**

Enuncian limitaciones al dominio, es decir hasta dónde la actividad de las empresas puede desarrollarse sin que se supriman o afecten derechos de terceros.

El art. 1071 del C.C. introduce la teoría del abuso del derecho. Los arts. 2339, 2340/1/2/4/7/8/9 y 2350 se refieren al dominio de los bienes (entre ellos, los ambientales); los arts. 2621 y 2625 regulan las relaciones entre vecinos; los arts. 2513 y 2514 contienen normas que responden al respeto que deviene del uso regular de la propiedad; los arts. 2631 a 2653 contienen disposiciones vinculadas al derecho de aguas. El art. 1113 prevé el régimen de responsabilidad objetiva.

- **Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Decreto Reglamentario N° 351/79**

La presente norma regula lo concerniente a la higiene y seguridad del trabajo y al ambiente en el que se desarrolla, al igual que las obligaciones del empleador y trabajador.

- **Ley N° 24.557 de Riesgos del Trabajo N° 24.557 y Decreto Reglamentario N° 170/96**

Regulan lo atinente a la prevención de los riesgos y la reparación de los daños derivados del trabajo, instituyendo un seguro obligatorio para el trabajador a través de las aseguradoras de riesgos del trabajo (ART).

9.2.1.2 Leyes de presupuestos mínimos

- **Ley N° 25.675 General del Ambiente**

Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Enuncia objetivos y principios de política ambiental (arts. 1 a 5), contiene normas referidas a instrumentos de política y gestión, ordenamiento ambiental, evaluación de impacto ambiental, educación e información, participación ciudadana, seguro ambiental y fondo de restauración, sistema federal ambiental, ratificación de acuerdos federales, autogestión, responsabilidad por daño ambiental y fondo de compensación ambiental.

- **Ley N° 25.612 de Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios**

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional, y sean derivados de procesos industriales o de actividades de servicios. Contiene normas referidas a niveles de riesgo, generadores, tecnologías, registros, manifiesto, transportistas, plantas de tratamiento y disposición final, responsabilidad civil, responsabilidad administrativa, jurisdicción, autoridad de aplicación y disposiciones complementarias.

- **Ley N° 25.670 de Gestión de PCBs**

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los PCBs. Prohíbe la instalación de equipos que contengan PCBs y la importación y el ingreso al territorio nacional de PCB o equipos que contengan PCBs.

- **Ley N° 25.688 Régimen de Gestión Ambiental de Aguas**

Establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional.

- **Ley N° 25.831 Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental**

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas. Define información ambiental, y contiene normas que regulan el acceso a dicha información, sujetos obligados, procedimiento, plazos, denegación de la información e infracciones a la ley.

- **Ley N° 25.916 de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios**

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el transporte, tratamiento y disposición final de dichos residuos.

- **Ley N° 26.331 de Protección ambiental de los bosques nativos**

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. Asimismo, establece un régimen de fomento y criterios para la distribución de fondos por los servicios ambientales que brindan los bosques nativos.

- **Ley N° 26.562 de Protección ambiental para controles de actividad de quema**

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental relativos a las actividades de quema en todo el territorio nacional, con el fin de prevenir incendios, daños ambientales y riesgos para la salud y seguridad públicas.

9.2.1.3 Impacto Ambiental

- **Ley N° 25.675 General del Ambiente**

Los arts. 11 a 13 prevén la obligación de realizar un procedimiento de EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL previo a la ejecución de toda obra o actividad que en el territorio de la Nación sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población en forma significativa.

9.2.1.4 Protección del Patrimonio cultural, arqueológico y paisajístico

- **Ley N° 25.197 Régimen del Registro del Patrimonio Cultural**

Tiene por objeto la centralización del ordenamiento de datos de los bienes culturales de la Nación, en el marco de un sistema de protección colectiva de su patrimonio mediante el REGISTRO NACIONAL DE BIENES CULTURALES. Considera 'bienes culturales histórico-artísticos' a todas las obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza, de carácter irremplazable, cuya peculiaridad, unidad, rareza y/o antigüedad les confiere un valor universal o nacional excepcional desde el punto de vista histórico, etnológico o antropológico, así como las obras arquitectónicas, de la escultura o de pintura y las de carácter arqueológico. Designa Autoridad de Aplicación a la Secretaría de Cultura de la Nación.

- **Ley Nº 25.568 Convención sobre defensa del patrimonio arqueológico, histórico y artístico de las naciones americanas**

Esta Convención tiene por objeto la identificación, registro, protección y vigilancia de los bienes que integran el patrimonio cultural de las naciones americanas, para impedir la exportación o importación ilícita de bienes culturales, los que incluyen diversas categorías, entre ellas, los monumentos, objetos, fragmentos de edificios desmembrados y material arqueológico, pertenecientes a las culturas americanas anteriores a los contactos con la cultura europea, así como los restos humanos, de la flora y de la fauna, relacionados con las mismas.

- **Ley Nº 25.743 Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico**

El objeto de la presente ley es la preservación, protección y tutela del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico como parte integrante del Patrimonio Cultural de la Nación y el aprovechamiento científico y cultural del mismo. Por primera vez el concepto de patrimonio arqueológico incluye a los restos subacuáticos, tanto prehistóricos como históricos.

9.2.1.5 Protección de los Recursos Naturales

9.2.1.5.1 Atmosfera

- **Ley Nº 20.284 Contaminación atmosférica**

En ella se encuentran disposiciones para la preservación de los recursos de Aire. Fue modificada en 2001 por la Resolución 638/01 en donde se aprueba el programa de calidad de aire y salud: prevención de riesgos para la salud por exposición a contaminación atmosférica.

9.2.1.5.2 Suelo

- **Código Civil, arts. 2326, 2611/2660**

Contiene normas generales referidas a restricciones al dominio privado, impuestas en interés de los propietarios vecinos, con el objeto de determinar los límites dentro los cuales puede ejercerse normalmente el derecho de propiedad, y conciliar los intereses opuestos. Es de particular importancia el art. 2326, segundo párrafo, que prohíbe dividir las cosas cuando ello convierta en antieconómico su uso y aprovechamiento, facultándose a las autoridades locales a reglamentar, en materia de inmuebles, la superficie mínima de la unidad económica.

- **Ley N° 22.428 Conservación de Suelos**

Se describe un régimen legal para el fomento de la acción privada y pública tendiente a la conservación y recuperación de la capacidad productiva de los suelos.

9.2.1.5.3 Agua

- **Constitución Nacional, arts. 26, 124, 75 inc. 13 y 22**

Estas normas deslindan competencias entre la Nación y las provincias respecto al dominio y la regulación del agua.

- **CÓDIGO CIVIL, arts. 2311, 2314, 2319, 2340, 2350, 2572, 2586, 2635/6/7, 2645.**

Describen al agua como cosa fungible que es inmueble, pero puede adquirir la calidad de mueble, y distinguen entre las aguas de dominio público y las de dominio privado. También regulan: la línea de ribera y el camino de sirga, las servidumbres de acueducto, de recibir y sacar aguas, normas que tratan sobre la acción del agua sobre el suelo (aluvión, avulsión), y la aplicación de normas de derecho administrativo para la construcción de represas para el agua.

- **Ley N° 25.688 Régimen de Gestión Ambiental de Aguas**

Establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Dispone que las cuencas hídricas superficiales, como unidades ambientales de gestión del recurso, se consideren indivisibles. Establece normas relativas a la utilización de las aguas. Crea los comités de cuencas hídricas.

- **Ley 26168 crea ACUMAR – Autoridad de la Cuenca Matanza Riachuelo**

La Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo ejercerá su competencia en el área de la Cuenca Matanza Riachuelo en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los partidos de Lanús, Avellaneda, Lomas de Zamora, Esteban Echeverría, La Matanza, Ezeiza, Cañuelas, Almirante Brown, Morón, Merlo, Marcos Paz, Presidente Perón, San Vicente y General Las Heras, de la provincia de Buenos Aires.

Podrá disponer medidas preventivas cuando tome conocimiento en forma directa, indirecta, o por denuncia, de una situación de peligro para el ambiente o la integridad física de los habitantes en el ámbito de la cuenca.

9.2.1.6 Flora y Fauna

- **Ley N° 22.421 Protección y Conservación de Fauna Silvestre y Decreto Reglamentario N° 666/97**

Declara de “interés público la fauna silvestre que temporal o permanentemente habita el Territorio de la República, así como su protección, conservación, propagación, repoblación y aprovechamiento racional”. El ordenamiento legal tiende a resolver los problemas derivados de la depredación que sufre la fauna silvestre.

9.2.1.7 Residuos

- **Ley N° 24.051 Régimen de Residuos Peligrosos y Decreto Nacional 831/1993**

Mediante esta Ley se establece el régimen legal aplicable en materia de generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. Quedan excluidos de los alcances de esta ley los residuos domiciliarios, los radioactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques (se rigen por leyes especiales y convenios internacionales en la materia).

Asimismo, prohíbe la importación, introducción y transporte de todo tipo de residuos provenientes de otros países al territorio nacional y sus espacios aéreos y marítimos.

Conforme a lo establecido en el Artículo 3 del Decreto Número 831/93, Reglamentación de la Ley Número 24.051, quedan comprendidos en esta prohibición, aquellos productos procedentes de reciclados o recuperación material de residuos que no sean acompañados de un certificado de inocuidad sanitaria y/o ambiental, según el caso, expedido previo al embarque por la autoridad competente del país de origen, y ratificado por la Autoridad de Aplicación, previo al desembarco.

9.2.2 Legislación Provincial

9.2.2.1 Normativa General

- **Constitución provincial**

El art. 28 determina el derecho a gozar de un ambiente sano y deber de conservarlo y protegerlo en su provecho y en el de las generaciones futuras.

La Provincia ejerce el dominio eminente sobre el ambiente y los recursos naturales de su territorio incluyendo el subsuelo y el espacio aéreo correspondiente, el mar territorial y su lecho, la plataforma continental y los recursos naturales de la zona económica exclusiva, con el fin de asegurar una gestión ambientalmente adecuada.

En materia ecológica deberá preservar, recuperar y conservar los recursos naturales, renovables y no renovables del territorio de la Provincia; planificar el aprovechamiento racional de los mismos; controlar el impacto ambiental de todas las actividades que perjudiquen al ecosistema; promover acciones que eviten la contaminación del aire, agua y suelo; prohibir el ingreso en el territorio de residuos tóxicos o radiactivos; y garantizar el derecho a solicitar y recibir la adecuada información y a participar en la defensa del ambiente, de los recursos naturales y culturales.

Asimismo, asegurará políticas de conservación y recuperación de la calidad del agua, aire y suelo compatible con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva, y el resguardo de áreas de importancia ecológica, de la flora y la fauna.

Toda persona física o jurídica cuya acción u omisión pueda degradar el ambiente está obligada a tomar todas las precauciones para evitarlo.

- **Ley N° 11.723 Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos naturales**

Tiene por objeto la protección del ambiente en general y de sus recursos en especial, promoviendo a través de una política ambiental la restauración del mismo, la planificación y el ordenamiento ambiental, y la obligatoriedad de evaluación de impacto para todas aquellas obras o acciones que puedan producir efectos negativos al ambiente.

Enuncia y establece los instrumentos que rigen la política ambiental: planeamiento y ordenamiento, impacto ambiental, normas técnicas ambientales, sistema de información ambiental, educación y medios de comunicación. Establece los principios que regirán las políticas de manejo de los recursos agua, suelo, atmósfera, energía, flora, fauna, y de los residuos de naturaleza domiciliaria.

9.2.2.2 Protección de Recursos Naturales

9.2.2.2.1 Atmosfera

- **Ley N° 5965 de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera y Decreto Reglamentario N° 3395/96 y modificatorias**

La ley regula la prohibición y sanciones hacia las reparticiones del Estado, entidades públicas y privadas y a los particulares; que envíen efluentes residuales sólidos, líquidos o gaseosos, de cualquier origen, a la atmósfera o a toda otra fuente, curso o cuerpo receptor

de agua, superficial o subterráneo, que signifique una degradación o desmedro del aire o de las aguas de la Provincia.

9.2.2.2.2 Suelos

- **Ley N° 8912/77 de Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo**

En la mencionada norma y de manera minuciosa se determinan los aspectos a tener en cuenta para la utilización del suelo y sus distintas formas de hacerlo.

9.2.2.2.3 Agua

- **Ley 12.257 Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires**

Establece el régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la Provincia de Buenos Aires.

- **Ley N° 5965 de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera y Decreto Reglamentario N° 3395/96 y modificatorias**

La misma se describió en la sección .7.2.2.2.1.

9.2.2.3 Flora y Fauna

- **Ley N° 12.276 Régimen Legal del Arbolado Público y su Decreto Reglamentario N° 2386/03**

Esta norma Provincial regula todo lo atinente al arbolado público. En lo particular, la norma se aplica a especies arbóreas y arbustivas instaladas en lugares del área urbana o rural, municipales y provinciales, situadas en el ejido del municipio y que están destinadas al uso público. En el mismo sentido, se prohíbe la extracción, poda, tala, como así también cualquier acción que pudiere infligir algún daño a los mismos. En tal sentido, en el art. 5 se estipulan los casos en que podrá solicitarse al municipio respectivo la poda o erradicación de ejemplares del arbolado público, destacándose para este proyecto el inciso i que reza: “cuando interfiera u obstaculice la prestación de un servicio público”.

9.2.2.4 Residuos

- **Ley N° 13592 Gestión integral de los residuos sólidos urbanos**

Tiene como objeto fijar los procedimientos de gestión de los residuos sólidos urbanos, de acuerdo con las normas establecidas en la Ley Nacional N° 25.916 de “presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios”.

- **Ley N° 11720 Residuos Especiales y su Decreto Reglamentario N°806/97**

Mediante esta Ley se establece el régimen legal aplicable en materia de generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos especiales. Quedan excluidos de los alcances de esta ley los residuos domiciliarios, los radioactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques. Menciona la obligatoriedad de inscripción en el Registro Provincial de Generadores de Residuos Especiales de la OPDS, estableciendo las disposiciones para la generación, manipulación, almacenamiento transporte, tratamiento y disposición final. Asimismo, se prevé la entrega por parte de la OPDS del Certificado de Habilitación Especial, que acredita la aprobación del sistema de manipulación, transporte, tratamiento, almacenamiento o disposición final, que los inscriptos aplicarán a los residuos especiales. Este certificado es requisito necesario y previo para la habilitación de las respectivas industrias, actividades y establecimientos que generen u operen con residuos especiales.

- **Decreto Ley 9111/78 - Normas CEAMSE**

Regula la disposición final de los residuos de cualquier clase y origen que se realice en los Partidos que en la misma indica. La disposición final de los residuos se efectuará exclusivamente por el sistema de relleno sanitario. La disposición final de los residuos mediante el sistema de relleno sanitario se efectuará únicamente por intermedio de Cinturón Ecológico Área Metropolitana Sociedad del Estado – (C.E.A.M.S.E.).

- **Resolución 137/13 - Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos para Clubes de Campo y Barrios Cerrados**

Establece que los emprendimientos urbanísticos denominados Clubes de Campo y Barrios Cerrados deben implementar un Plan de Gestión diferenciada de los Residuos Sólidos Urbanos, debiendo hacerse cargo de su separación en origen y transporte de la fracción reciclable para su tratamiento.

9.2.3 Legislación Municipal

Se deberán revisar en cada caso las normativas municipales que deban ser tenidas en cuenta durante la ejecución de las obras, en particular las relacionadas con permisos de obra, permisos de cortes de calles, permisos para el emplazamiento de obradores, horarios de trabajo, ruidos molestos, arbolado público, etc. La Contratista que esté a cargo de cada obra deberá conocer todas las normas municipales aplicables a las tareas que se van a ejecutar.

9.3 Área de influencia del proyecto

9.3.1 Área de influencia directa

El área de influencia directa se circunscribe dentro de las 35 has. que conforman el barrio.

El mismo se ha dividido como se mencionó anteriormente en una primera etapa de 101 lotes; una segunda etapa de 104 lotes y una tercera etapa de 107 lotes, indivisibles, los cuales conforman el área de dominio exclusivo de cada copropietario. Según el reglamento de propiedad los lugares comunes son las áreas recreativas y de esparcimiento, Club House, Club House Kids, calles y espacios verdes en general, portal de acceso principal, locales de vigilancia, cerco perimetral, red de iluminación y todos sus accesorios (postes, faroles, cables, etc.), red de conducción de aguas grises, red de conducción aguas de reúso, planta de tratamiento de aguas grises. Plantas, árboles y vegetación en general situada en lugares comunes.

9.3.2 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta del proyecto se extiende hasta unos 500 metros alrededor del área donde está ubicado el Barrio Cerrado, la misma se encuentra inserta en un área suburbana. Esta área está constituida básicamente por otros barrios cerrados. El área de influencia indirecta se caracteriza por ser una zona de amplio desarrollo de actividades inmobiliarias.

9.4 Medio Ambiente Físico y Socioeconómico y de Infraestructura

9.4.1 Medio Ambiente Físico

9.4.1.1 Recursos hídricos Superficiales

El Partido de Ezeiza se encuentra bajo la influencia de la Cuenca Matanza Riachuelo.

Esta cuenca está incluida dentro de la llanura Chacopampeana, situada en gran parte en el territorio de la provincia de Buenos Aires, y caracterizada por un paisaje de llanura desarrollado por debajo de los 35 m snm (IGM). Tiene sus límites dentro de esta misma llanura con una longitud media de 60 – 70 km y una dirección general Sudoeste – Noreste, abarcando áreas rurales y urbanas, en ambas márgenes del Río Matanza.

La cuenca se encuentra delimitada al Sur por la zona sur del Partido de Cañuelas y el Partido de San Vicente, al Este por prácticamente todo el Partido de Almirante Brown, zona Este de Lomas de Zamora, Esteban Echeverría y Avellaneda, al Norte por gran parte de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Morón y zona Norte de Merlo, finalmente al Oeste se encuentra la zona Oeste de Marcos Paz y General Las Heras.

La pendiente media del cauce del Río Matanza es de alrededor del 0,3 %, resultando prácticamente llana, presentando graves dificultades para el drenaje de las aguas pluviales, sobre todo en simultaneidad con las altas mareas en el Río de la Plata, su hidrograma está fuertemente influenciado por las lluvias en la cuenca. Esto determina un régimen hidrológico sumamente irregular a lo largo del año, con caudales mínimos de 3 m³/s en época de estiaje y más de 300 m³/s en épocas de lluvias.

9.4.1.2 Recursos hídricos Subterráneos

La hidrogeología del área puede caracterizarse como un sólo acuífero múltiple integrado por varias capas con comportamiento acuífero, separadas entre sí por capas con comportamiento de acuitardo, es decir con capas que, si bien pueden almacenar agua, la ceden con dificultad. Se identifican tres capas:

- Subacuífero Epipelche, alojado en sedimentos Pampeanos y Postpampeanos.
- Subacuífero Puelche, alojado en las arenas Puelches.
- Subacuífero Hipopuelche, formado por los sedimentos de las series Paraniense y Preparaniense.

En la mayor parte de la cuenca, debido a la gran explotación del acuífero Puelche, los niveles del Epipelche han descendido a niveles menores a los del Puelche. Esto genera una imposibilidad para la explotación del Epipelche para los sitios de gran índice poblacional. Se utiliza solamente en los sectores más marginales y suburbanos.

9.4.1.3 Variables Atmosféricas

Para la descripción de las principales variables climáticas de la zona, se utilizó la estadística meteorológica de la estación meteorológica de Ezeiza, con altitud de 20 m, latitud de 34,81°S y longitud de 58,53°O, con valores medios mensuales de las principales variables, con registros de 1981 a 2010.

9.4.1.3.1 Temperatura

La temperatura media anual es 16,7°C. Localmente varía con la hora del día, estación del año y superficie urbanizada del área. Enero es el mes más cálido, con máxima media 30,2°C, mientras que en Julio, el mes más frío, la mínima media llegó a 4,9°C. Valores extremos de temperatura se registraron en enero y julio (Figura N° 65). La presencia de vegetación atenúa las diferencias de temperatura y las heladas.

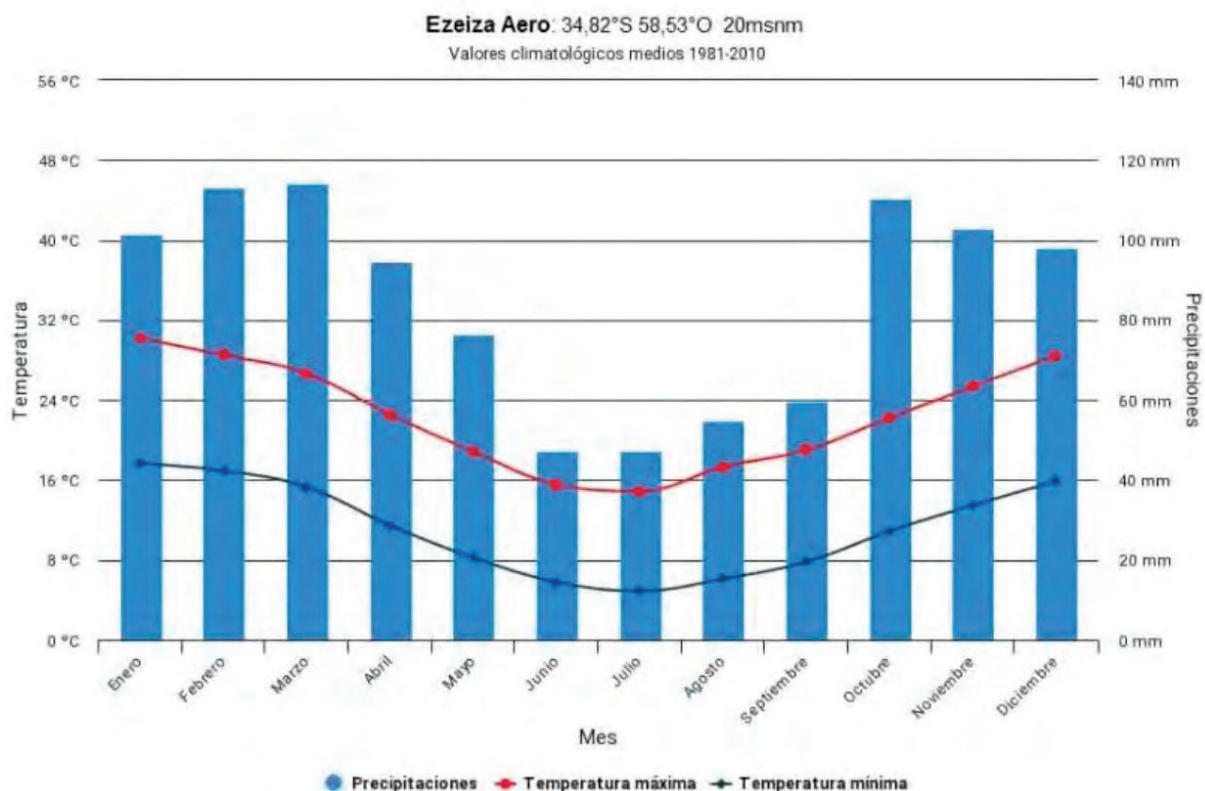


Figura N° 65. Valores climatológicos medios (1981-2010).

Fuente: Est. Met. Ezeiza Aero (SMN).

9.4.1.3.2 Precipitación.

El área recibe precipitación suficiente durante todas las estaciones (Figura N° 65). La media anual acumulada es aproximadamente 1000mm. Los meses que superan los 100 mm mensuales son de octubre, noviembre, enero, febrero y marzo. La estación menos lluviosa es el invierno, coincidente con el menor ingreso estacional de aire húmedo del Atlántico Sur.

9.4.1.3.3 Vientos.

El clima local está influenciado principalmente por los Anticiclones semipermanentes emisores de vientos ubicados en los océanos Atlántico Sur y Pacífico Sur. Las masas de aire procedentes del Anticiclón Atlántico Sur, ingresan como vientos tibios y húmedos, mientras que los vientos del Anticiclón Pacífico Sur son fríos y secos. Del Anticiclón Antártico pueden llegar vientos de baja humedad y fríos, desplazando a los anteriores, provocando heladas de Mayo a Octubre. En la estación invernal, se reduce la entrada de los vientos húmedos del Atlántico Sur, y esto conlleva a que la estación menos lluviosa sea el invierno.

La distribución de la dirección del viento en la Figura N° 66 se observa que los vientos predominantes son del Este Noreste (ENE), seguidos por los del Este (E), del Sur (S) y del Sudeste (SE-Sudestada), y con menor frecuencia del Norte (N).

Estadísticas mensuales de la velocidad del viento y direcciones para Ezeiza Aeropuerto



Dirección y distribución de la fuerza del viento mensuales

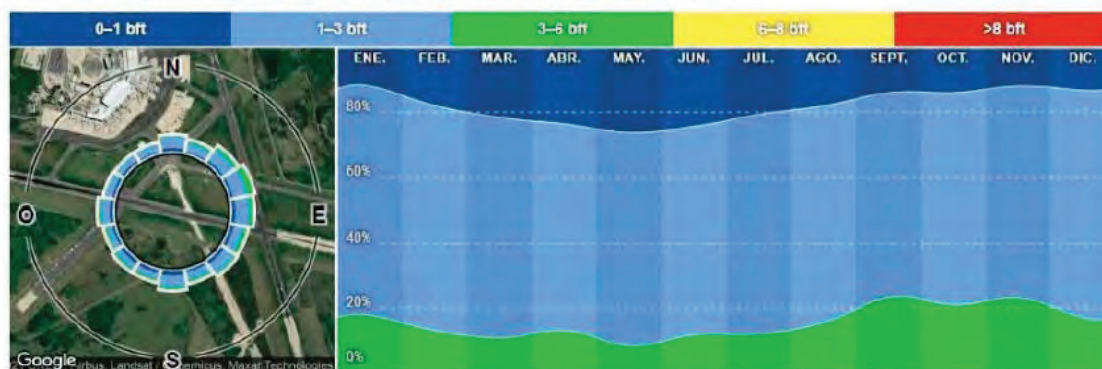


Figura N° 66. Estadísticas de Vientos, periodo (08/2011 – 04/2021).
Fuente: Est. Met. Ezeiza Aero (SMN).

Los vientos en general son “suaves” a “moderados”, con velocidades promedios mensuales 8,5 a 18,2 km/h, media anual de 13.1 km/h (Figura N° 67). Se registraron vientos de clasificación “temporal muy fuerte” a “tempestad” (velocidades >100 km/h), de 125.9 km/h el 12/10/2008, 111.1 km/h el 16/04/1990, 107.2 km/h el 10/03/2002, 109 km/h el 14/1/1993, 103.5 km/h el 02/10/1992-08/06/1993-10/02/2001 y 100 km/h el 26/10/2001. La Figura 16 muestra que, en promedio, el 15,9% de los vientos registrados son de “leves” a “fuertes “ (3-6 BFT, 12-49 km/h) para Ezeiza Aero 28.

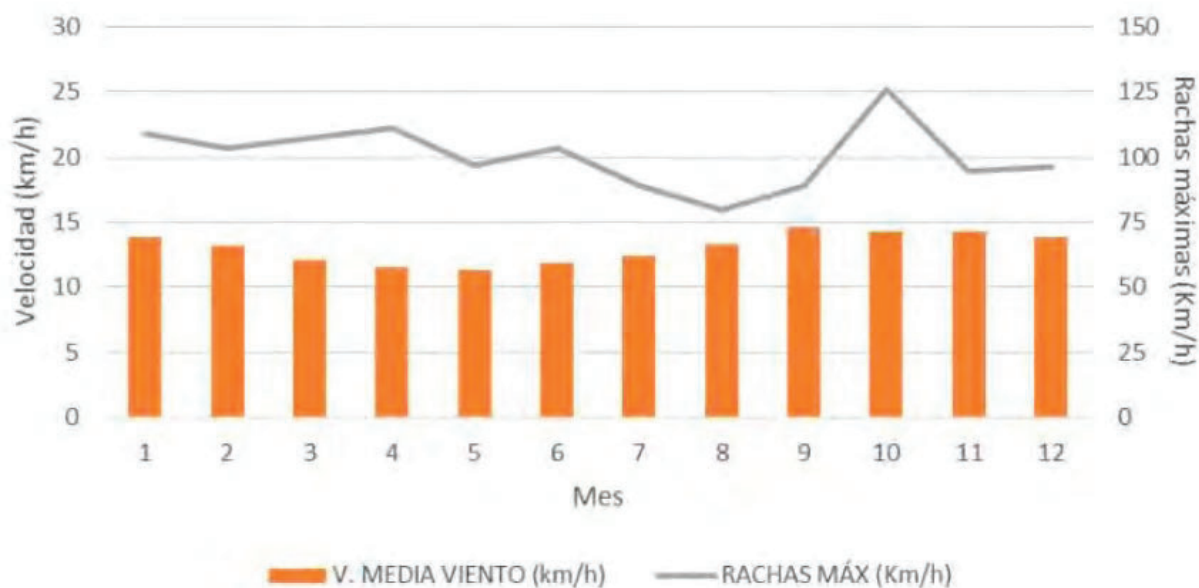


Figura N° 67. Media de velocidad de vientos (km/h) y rachas de viento máximas (km/h) mensuales observadas en el período 1981-2020.
Fuente. Estación Ezeiza Aero, SMN.

9.4.2 Medio biológico

Las áreas en donde se desarrollarán las obras, en la localidad de Canning proliferan barrios privados, reforzando áreas urbanas con notable arbolado y áreas verdes. El Partido de Ezeiza tiene un fuerte componente rural, concentrándose el área urbana a lo largo de la zona centro. En concordancia con esto, se observan todavía espacios verdes en vastos sectores del Partido.

9.4.2.1 Flora

El área de estudio corresponde en la actualidad a una zona urbana en donde la vegetación y la flora nativa, en los sectores propiamente urbanizados han sido reemplazados en su mayoría por árboles exóticos y ejemplares arbustivos. La vegetación original corresponde a la flora de la llanura pampeana (herbácea).

9.4.2.2 Fauna

La fauna asociada originalmente a la flora nativa se reduce actualmente a la avifauna, habituada al medio urbano y ambientes con arbustos o arboleda de las calles, plazas y jardines mayormente exóticos. Entre ellas se encuentran el zorzal colorado; hornero; chingolo; tordo renegrado; calandria, etc. Es frecuente la presencia de perros y gatos domésticos, lagartijas en épocas calurosas y en los ambientes más degradados, roedores e insectos.

9.4.3 Medio Socioeconómico de infraestructura

9.4.3.1 Población

La superficie total del partido de Ezeiza es de 223 km² y su población según el Censo Nacional de 2010 es de 163.722 habitantes. Lo que indica que tuvo un aumento poblacional de 37,80% con relación al conteo censal anterior, superando el crecimiento registrado en los restantes recortes territoriales, por más de 20 puntos. Presenta un índice de masculinidad de 1, notoriamente superior al de la provincia de Buenos Aires y al del total de los 24 partidos del GBA. Por la cantidad de habitantes se ubica en el 23er. lugar (de mayor a menor) dentro de los 24 partidos del GBA.

Tabla N° 69. Partido de Ezeiza, Población total, variación intercensal, porcentaje de población, índice de masculinidad y ubicación en relación al total de población de los 24 partidos del GBA.

Población	Ezeiza
Total de Población Censo 2001	118.807
Total de Población Censo 2010	163.722
Variación absoluta	44.915
Variación relativa	37,80
% de Población	1,65%
Índice de masculinidad	1
Ubicación en relación al total de la población	23

Fuente. Elaboración propia sobre datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

9.4.3.2 Densidad de población

Con respecto a la variable densidad de población, el área muestra densidades medias y altas, con valores máximos de 18.000 habitantes por km². Cabe mencionar que, si bien estos niveles resultan altos para el área de estudio, si comparamos dichos valores con otros partidos del AMBA en términos relativos estos son medios, indicando poca densificación.

9.4.3.3 Nivel socioeconómico

El nivel socioeconómico de la población se alternan niveles alto, medios y bajos. Cabe mencionarse que las zonas de mejores condiciones económicas se encuentran en el área central del partido, y las más desfavorecidas se ubican en las áreas periféricas del norte y sur del mismo, correlacionándose en alguna medida con las áreas de menor densidad habitacional.

9.4.3.4 Viviendas según calidad de conexiones a servicios básicos

De acuerdo a la calidad de las conexiones a servicios básicos, las viviendas de Ezeiza presentan una distribución que indica una marcada presencia de insuficiencia (86,65%), seguida por las de calidad básica (9,06%) y por último las viviendas con conexiones satisfactorias (4,29%). Ninguno de los restantes recortes territoriales presenta el mismo ordenamiento.

Tabla N° 70. Partido de Ezeiza, Calidad de Conexiones a Servicios Básicos.

Calidad de Conexiones a Servicios Básicos	Ezeiza	
	Casos	%
Total	41.661	100
Satisfactoria	1.787	4,29
Básica	3.773	9,06
Insuficiente	36.101	86,65

Fuente. Elaboración propia sobre datos del INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

9.5 Identificación y valorización de impactos ambientales

La evaluación de los impactos y riesgos ambientales y sociales asociados con el proyecto tiene como objetivo analizar la relación entre éste y los distintos componentes del medio ambiente en donde se emplazará.

El análisis que se presenta a continuación ofrece un panorama simplificado de las situaciones críticas que requerirán un control prioritario, permitiendo prever aquellas medidas que atenúen, prevengan o mitiguen los impactos ambientales y sociales identificados.

Para la identificación y valoración de impactos ambientales se utiliza una matriz de doble entrada para la identificación de interacciones causa efecto entre el medio receptor y las actividades del proyecto.

Para la Identificación y valoración de impactos ambientales se utiliza una matriz de doble entrada para la identificación de interacciones causa efecto entre el medio receptor y las actividades del proyecto.

9.5.1 Metodología

La Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un Proyecto en todas y cada una de sus etapas. Dicha Metodología, pertenece a (Conesa Fdez. Vitora, 2010).

La metodología consiste en establecer las características de los impactos previamente identificados. Se establecen el Carácter, la Intensidad, el Riesgo de Ocurrencia, la Extensión, la Duración, el Desarrollo, la Reversibilidad y la Calificación Ambiental, en base a los parámetros o criterios detallados en la siguiente tabla.

Tabla N° 71. Modelo de importancia de impacto.

Signo		Intensidad (i) *	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	10		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	3	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		$I = \pm(3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recup. Inmediato	1		
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

*Admite valores intermedios.

Fuente. Elaboración propia a partir de (Conesa Fdez. Vitora, 2010)

En función de este modelo, los valores extremos de la importancia (I) pueden variar:

Tabla N° 72. Valores de la Importancia (I).

Valor I	Calificación	Significado
<25	BAJO	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto en cuestión.
25≥<50	MODERADO	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50≥<75	SEVERO	La afectación de este exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un período prolongado.
≥75	CRÍTICO	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.

Fuente. Elaboración propia a partir de (Conesa Fdez. Vitora, 2010)

A continuación, se expone la explicación de estos conceptos:

- **Signo (+/ -)**

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

- **Intensidad (i)**

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. La valoración estará comprendida entre 1 y 12, en el que 12

expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.

- **Extensión (EX)**

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.

- **Momento (MO)**

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

- **Persistencia (PE)**

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

- **Reversibilidad (RV)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

- **Recuperabilidad (MC)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

- **Sinergia (SI)**

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

- **Acumulación (AC)**

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

- **Efecto (EF)**

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

- **Periodicidad (PR)**

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

De esta manera queda conformada la llamada Matriz de Impactos Sintética, la cual está integrada por un número que se deduce mediante el modelo de importancia propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

9.5.2 Identificación de las etapas donde se establecerán las actividades impactantes

Se han definido tres etapas en el desarrollo de las actividades del proyecto, sujetas a la evaluación de impactos ambientales.

- Etapa de Proyecto: Donde se definen las características de la obra.
- Etapa de Construcción: Se realizan todos los trabajos necesarios para la concreción de la totalidad de las obras de infraestructura, sin incluir la construcción de viviendas.
- Etapa de Operación: Etapa que corresponde a la ocupación de viviendas, utilización de servicios públicos y espacios verdes.

9.5.3 Identificación de las actividades impactantes de cada etapa

A continuación, se identifican las acciones impactantes correspondientes a las actividades desarrolladas en las distintas etapas.

Tabla N° 73. Acciones de proyecto.

ACCIONES DE PROYECTO		
ETAPA DE PROYECTO	PROYECTO DEFINITIVO	Proyecto ejecutivo. Difusión del proyecto.
		Dinámica de la actividad inmobiliaria
		Donación de terrenos
ETAPA DE CONSTRUCCION	TAREAS PRELIMINARES	Obradores y campamentos
		Desmontes y limpieza
	OBRAS DE ARQUITECTURA	Ejecución de loteo
		Construcción de los espacios comunes
		Construcción de viviendas
	VIAL	Calles internas
	AGUA POTABLE	Red de distribución
	AGUA DE REUSO	Red de distribución
	CLOACAS	Red colectora
	AGUAS GRISES	Red colectora
		Planta de tratamiento
	ELECTRICIDAD	Transformadores y red de distribución
		Red de alumbrado
	GAS	Red de distribución
	VARIOS	Telefonía/red/internet
Forestación		
ETAPA DE OPERACIÓN	Funcionamiento del barrio	
	Agua potable	
	Tratamiento de aguas grises	
	Espacios Verdes	
	Desagües	
	Tránsito vehicular	
	Recolección de residuos	

Fuente. Elaboración propia.

9.5.4 Factores del medio afectados

Las actividades del proyecto presentan afectaciones tanto sobre el medio natural como sobre el medio antrópico, las cuales se indican en la siguiente tabla. Los efectos sobre distintos factores del medio son aquellos que luego se valorizarán la matriz de impacto de modo de estimar las consecuencias de las acciones previstas.

Tabla N° 74. Componentes y variables del proyecto.

COMPONENTES	VARIABLES
FACTOR FISICO MEDIO NATURAL	
ATMOSFERA	Calidad de aire
	Ruido
SUELOS	Procesos edáficos
	Unidades
RECURSOS HIDRICO SUPERFICIAL	Calidad
	Cantidad
RECURSO HICRICO SUBTERRANEO	Cantidad
	Cantidad
ECOSISTEMAS	Flora
	Fauna
MEDIO ANTROPICO	
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	Eléctrica
	Agua y saneamiento
	Urbana
PATRIMONIO CULTURAL	Vial
POBLACION	Generación de empleo
	Salud/bienestar
INFRESTRUCTURA Y SERVICIOS	Educacionales, recreativas, deportivas
	Comerciales
	Vial

Fuente. Elaboración propia.

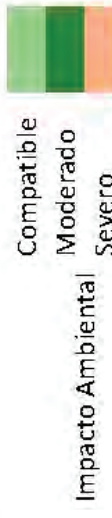
9.5.5 Matriz de valoración de impactos

Esta tarea inicia la etapa de identificación y evaluación de los impactos sobre el medio receptor. En este sentido se identifican y evalúan los impactos ambientales sobre los diversos atributos del dicho medio receptor en lo que se refiere a aspectos físicos, biológicos y social-económico-cultural.

De las matrices elaboradas surge un listado de efectos potenciales negativos y/o positivos discriminados por factores ambientales y acciones de la obra en sus diferentes etapas, posibilitando identificar, con razonable claridad, los impactos no deseados.

Se presenta a continuación la matriz de valoración de impactos resultante para todas las etapas del proyecto de la urbanización.

MEDIO RECEPTOR	ATMOSFERA		SUELOS		RECURSO HI SUPERFICIAL		RECURSO HI SUBTERRANEO		ECOSISTEMA		INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS				POBLACION		TRANSACCIONES
	CALIDAD DEL AIRE	RUIDO	PROCESOS EDIFICIOS	UNIDADES	CALIDAD	CANTIDAD	CALIDAD	CANTIDAD	FLORA	FAUNA	ELECTRICA	AGUA Y SANEAMIENTO	URBANA	VIAL	GENERACION DE EMPLEO	SALUD/BIENESTAR	
ACCIONES	Proyecto ejecutivo. Difusion del proyecto.																
	Dinamica de la actividad inmobiliaria																
Donacion de terrenos																	
ACCIONES PRELIMINARES	Montaje y funcionamiento de obradores																
	Desmontes y limpieza																
Obras de arquitectura	Ejecucion de loteo																
	Construccion de los espacios comunes																
Vial	Construccion de viviendas																
	Calles internas																
Agua potable	Red distribucion																
Agua de reuso	Red distribucion																
Cloacas	Red colectoras																
	Red colectoras																
Aguas grises	Planta de tratamiento																
	Transformadores y red de distribucion																
Electricidad	Red de alumbrado																
	Red de distribucion																
Gas	Telefonia/Red/internet																
	Forestacion																
Varios	Funcionamiento del barrio																
	Agua potable																
ACCIONES	Tratamiento de aguas grises																
	Espacios Verdes																
ACCIONES	Desagües																
	Transito vehicular																
ACCIONES	Recoleccion de residuos																



Impacto Ambiental

A. Etapa de Construcción

A.1. Tareas preliminares

Durante la etapa constructiva se ha previsto el montaje y funcionamiento de un obrador. El mismo y el depósito de materiales excedentes producto de las excavaciones, realizaran acciones impactantes sobre el medio ambiente, en el sitio donde se ubiquen. Las acciones tienen que ver con la instalación de estos y con las actividades que se desarrollan en ellos, donde siempre está involucrado el movimiento de personal, materiales, equipos y vehículos.

De Implantación

- Obradores
- Depósitos

De preparación

- Desmonte y limpieza
- Traslado de servicios

A.2. Estructurales e instalaciones

Esta actividad se ejecuta a través de acciones, entre las que se evalúan las siguientes, teniendo en cuenta sus efectos sobre el medio ambiente:

- Construcción de calles internas
- Construcción de red agua potable
- Construcción de red de agua de reúso
- Apertura de traza
- Terraplén y banquetas
- Recubrimiento
- Terraplén
- Compactación
- Capas granulares
- Asfalto
- Transporte de materiales y equipos

B. Etapa de Operación

Para la valoración de los impactos ambientales de la Etapa de Operación se ha tomado en cuenta las siguientes actividades:

B.1. Transito

Este proceso se ejecutará a través de acciones entre las que se destacan, por la significación de sus impactos

ambientales, las siguientes:

- Autos y pasajeros
- Cargas

B.2. Mantenimiento

El proceso de funcionamiento del barrio como las de sus instalaciones generará efectos significativos sobre el medio ambiente analizados a partir de las siguientes acciones:

- Funcionamiento del barrio
- Señalización e iluminación
- Limpieza de cunetas, alcantarillas, etc.
- Recolección de residuos
- Consumo de energía
- Consumo de agua potable
- Vuelco de efluentes

9.5.6 Análisis de los resultados de las matrices

A partir del análisis de los resultados de las matrices, se puede concluir que la ejecución del proyecto es compatible con el entorno; tiene en general, un claro impacto positivo en el ambiente, sobre todo en el medio social. Y con respecto a los impactos negativos se obtenidos elaborarán medidas de mitigación.

A continuación se describen los distintos impactos obtenidos en las distintas etapas del proyecto.

9.5.6.1 Etapa de ejecución

El impacto principal encontrado es el correspondiente a la impermeabilización del terreno, el cual trae como consecuencia un menor tiempo de concentración ante precipitaciones, con

las consecuencias aparejadas que traería esta situación. Dentro de las alternativas propuestas se halla la canalización de estas al canal que pasa por el frente del barrio. Dando un resultado positivo a las acciones realizadas; quedando así mitigado el problema.

Los impactos positivos identificados están vinculados a los factores del medio antrópico en la etapa de ejecución, principalmente en el empleo, también el beneficio para las futuras viviendas de contar con una completa infraestructura, favoreciendo también las actividades comerciales y de servicios.

Los impactos negativos que sobresalen en la etapa de ejecución son aquellos correspondientes a los factores del medio natural como la atmósfera (calidad del aire y ruidos) y los suelos; debido a que la construcción de la obra producirá impactos inevitables sobre los aspectos antes mencionados debido a que se alteran las condiciones del sistema natural y antrópico que en la actualidad presentan un determinado tipo de funcionamiento.

La construcción de viviendas, tienen un impacto negativo puntual y acotado al medio; que desaparece al terminarse la construcción. Dentro de lo general de la urbanización, tiene impactos positivos en la vida social y funcional de los habitantes.

9.5.6.2 Etapa de operación

Como impacto negativo en esta fase, se encuentran: la emisión de gases, la generación de efluentes cloacales, y la de residuos; cuestiones propias a cualquier urbanización; mitigando la última acción con una buena gestión de residuos sólidos urbanos. La generación de efluentes cloacales se mitigará con la construcción de redes colectoras y su conexión a red cloacal de Aysa.

Por otro lado, en la génesis del proyecto se establecieron y definieron como premisas el diseño del tratamiento de las aguas grises y su reutilización, como así también exigencias correspondientes a energías renovables y eficiencia de utilización de recursos en el momento de la construcción de las viviendas, por cual este accionar lleva a este emprendimiento sea muy positivo.

9.6 Medidas de mitigación

9.6.1 Etapa de ejecución

9.6.1.1 Montaje y funcionamiento de obradores

Correcta elección del sitio de implantación de los obradores, buscando evitar la modificación del terreno y remoción de la vegetación presente. En lo posible las instalaciones deberán ser prefabricadas para luego poder ser removidas en su totalidad.

Con respecto al manejo de los residuos generados se incorporarán al sistema de recolección y disposición final de la ciudad de Ezeiza los restos orgánicos y putrescibles. Y todos los residuos no degradables serán centralizados, separados y enviados a los depósitos habilitados de la misma localidad.

Para los residuos peligrosos se realizará un lugar de acopio de acuerdo a la normativa vigente, donde se acumularán las distintas corrientes generadas para luego realizar su correcta disposición final

Mantener las condiciones de seguridad, limpieza y orden de los baños químicos.

El obrador deberá contener equipos de extinción de incendios y un responsable con material de primeros auxilios, los que deben incluir todos aquellos elementos y medicación para atender casos de accidentes vinculados a la obra, debiendo cumplir con la Normativa sobre Seguridad e Higiene Laboral.

Los obradores serán desmantelados una vez que cesen las obras, dejando el área en perfectas condiciones e integrada al medio ambiente circundante.

9.6.1.2 Medidas para el desmonte y limpieza

Los residuos procedentes del desmonte y limpieza se deberán disponer en forma adecuada, evitando la quema y que los mismos obstruyan sistemas de desagüe ni tengan como destino cursos de agua ni espacios baldíos o recreativos.

En el área de proyecto deberán conservarse todos los ejemplares arbóreos existentes, solo podrán extraerse, podarse o talarse los árboles que sean estrictamente necesarios para la ejecución de la obra.

Se deberá proceder a la reimplantación de arbolado con la colocación de nuevos ejemplares, preferentemente autóctonos, en todos aquellos sitios que la obra o sus obras complementarias hayan afectado al arbolado existente. Se podrá proceder a la implantación

de individuos nuevos en influencia de la obra que, por sus características geográficas, topográficas o paisajísticas, contribuyan a mejorar la calidad ambiental del sector.

Se procederá a implantar ejemplares de especies autóctonas, que se adapten a la zona donde se ejecutará la obra o bien aquellos que sean previstos por las áreas de incumbencia municipal.

Los materiales sobrantes, se depositarán y acopiarán en lugares previamente seleccionados y autorizados por el organismo municipal competente, debiendo ser retirados y transportados por servicios debidamente autorizados.

9.6.1.3 Conservación de las líneas de drenaje y recuperación de cursos de agua

Esta tarea implica mantener el paso original y la capacidad de drenaje de las líneas de escurrimiento. No se deberá alterar su cauce natural, tanto en el proyecto definitivo, como en la etapa de ejecución, más allá de lo estrictamente necesario para posibilitar la construcción de las obras.

En el caso que se detectasen problemas erosivos durante o posteriormente a la ejecución de la obra, se podrá proponer la ejecución de obras de protección.

En caso de ser necesario o conveniente, se podrá también realizar la revegetación de sectores sensibles o susceptibles de erosionarse.

Deberán adoptarse todas las revisiones necesarias a fin de asegurar el correcto drenaje de las aguas superficiales de la zona, con el objeto de permitir la correcta ejecución de las obras. Como el sistema de desagüe pluvial se resolverá mediante la canalización hacia el sistema general existente en el sector, es necesario prever las condiciones durante la etapa de construcción para evitar anegamientos.

9.6.1.4 Medidas en la ejecución del movimiento de suelos

Los trabajos de drenaje se ejecutarán con anterioridad a los trabajos de movimiento de suelos o simultáneamente con estos, de manera de lograr que la ejecución de excavaciones y la formación de terraplenes, tengan asegurado un desagüe correcto todo el tiempo, a fin de protegerlos de la erosión.

El suelo o material sobrante de las excavaciones, se depositará en lugares previamente seleccionados y autorizados por organismo municipal competente. En el caso de

depositarse en la zona de la obra, se depositará en pilas bajas y deberán tener forma achatada.

En las áreas, afectadas por la compactación que se produce por la circulación de maquinaria pesada para la realización de movimientos de suelos que no sean utilizadas por la obra, es necesario que se remueva la superficie compactada con el objeto de devolver al suelo su permeabilidad natural.

No se depositará material excedente de las excavaciones en las proximidades de sectores bajos por donde normalmente circula agua.

En terrenos planos sujetos al estancamiento del agua de escurrimiento o con drenaje muy lento se evitará cavar zanjas o fosas para sacar materiales.

9.6.1.5 Medidas para evitar la contaminación de agua

Se tomarán todas de seguridad durante la construcción de la obra para impedir la contaminación de los desagües que desembocan en las cabeceras de la cuenca por el aporte del predio. Los contaminantes como productos químicos, combustibles, lubricantes, aguas servidas, pinturas, y otros desechos nocivos, no serán descargados en los desagües ni tampoco en el suelo, debiendo cumplimentarse cuidadosamente lo establecido por la Ley Nacional de Residuos Peligrosos y su decreto reglamentario.

Toda la descarga de agua de la construcción será tratada adecuadamente para eliminar materiales nocivos antes de que sea descargada en los desagües con el propósito de no degradar aguas existentes o alterar o inhibir a especies acuáticas en los emisarios finales.

El servicio de seguridad e higiene de la obra deberá prever procedimientos, sistemas de comunicación y procedimientos de acción antiderrames accidentales de sustancias tóxicas y peligrosas. En el caso de que en forma accidental se vierta, descargue o derrame cualquier combustible o producto químico, que lleguen o tengan el potencial de llegar a la vía acuática o suelos, se notificará a la Inspección, a todos los organismos jurisdiccionales correspondientes y se pondrán en práctica las medidas pertinentes para contener y eliminar el combustible o los productos químicos.

9.6.1.6 Medidas para el movimiento y acceso de vehículos de transporte y maquinarias

Se deberá prever que los vehículos de transporte y carga de materiales que ingresan y egresan de la zona de obra cuenten con las autorizaciones, inspecciones técnicas y seguros correspondientes, a los efectos de evitar daños a terceros.

Los vehículos y maquinarias autorizadas deberán estar en perfectas condiciones mecánicas a los efectos de disminuir los contaminantes atmosféricos, el ruido y evitar posibles accidentes.

Si se prevé el uso de maquinaria que genere ruidos extremadamente molestos, las mismas deberán ser utilizadas en horarios apropiados y autorizados.

9.6.1.7 Medidas para el control del ruido

Se respetarán los horarios de trabajo ruidosos que regula el municipio local, o las normas de buena conducta.

Se establecerán vías de tránsito que minimicen las molestias ocasionadas por las operaciones de transporte.

Si fuera necesario, las instalaciones fijas serán aisladas acústicamente. Se deberá comunicar con la suficiente antelación a los vecinos cuando se prevea la generación de ruidos molestos.

9.6.1.8 Mitigación de accidentes en obra

Se deberán poner en práctica todas las medidas establecidas en la normas de higiene y seguridad, tanto en lo referente a los operarios implicados como para el público en general.

Durante la realización de los trabajos, el contratista deberá extremar el control de acceso a las áreas de obra y se deberá disponer de una adecuada señalización de todos los sectores (zanjas, conductos, pavimentos rotos, etc.).

Los trabajos de excavación necesarios para ejecutar las estructuras correspondientes deben realizarse con todos los elementos necesarios para este tipo de tareas, a fin de evitar desmoronamientos, en la obra o sobre terceros.

Se deberán colocar defensas, barreras y barandas metálicas, en los lugares que indique la Inspección, a fin de minimizar los riesgos de accidentes.

9.6.1.9 Mitigación a la interrupción de la circulación

Se deberá minimizar las interrupciones con un ajustado cronograma de obras, consensuado con la inspección, que implique el menor tiempo posible de cortes, en los casos que se pueda se deberá dejar pasos mínimos a los vehículos y personas. Todas las interrupciones deberán tener una adecuada señalización diurna y nocturna; y deberán contar con la aprobación de los organismos pertinentes.

9.6.1.10 Medidas para la desocupación del sitio

Una vez terminados los trabajos se deberán retirar de las áreas de obra todas las instalaciones fijas o desmontables que se hubiera instalado para la ejecución, se deberá también eliminar las chatarras, escombros, cercos, divisiones, rellenar pozos, desarmar o rellenar las rampas para carga y descarga de materiales, maquinarias, equipos, etc.. No podrán dejarse residuos tóxicos y peligrosos, siendo de aplicación la Ley Provincia, de Residuos Peligrosos y su decreto Reglamentario.

9.6.2 Etapa de operación

9.6.2.1 Medidas para la accesibilidad

Se deberán ejecutar las señalizaciones correspondientes a fin de regular el tránsito de vehículos (livianos y pesados) y peatones, convenientemente.

9.6.2.2 Medidas para el mantenimiento de espacios verdes

Se deberá cumplir con el mantenimiento permanente de los espacios verdes proyectados y, deberán ser mantenidos convenientemente como tales.

9.6.2.3 Medidas para ruidos

Los trabajos de suministro de insumos y servicios necesarios para el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones del emprendimiento de urbanización deberán realizarse en horario diurno, respetando las horas de descanso, minimizando así los impactos producidos por ruidos y/o vibraciones.

9.6.2.4 Medidas para el mantenimiento de los sistemas de drenaje

Se deberá inspeccionar permanentemente el estado de conservación y mantenimiento del sistema de drenaje, prestando especial atención a las posibles obstrucciones, asegurando así un eficiente funcionamiento del sistema.

9.6.2.5 Medidas para el mantenimiento de los sistemas de desagüe cloacal

Se deberá inspeccionar permanentemente el estado de conservación del sistema de desagüe cloacal del conjunto habitacional en su totalidad, prestando especial atención al estado de las distintas bocas de registro y del estado de la cañería que llevará por gravedad los líquidos cloacales domiciliarios generados, hasta el colector principal de AYSA.

9.6.2.6 Medidas para el mantenimiento de sistema colector de aguas grises

Se deberá inspeccionar permanentemente el estado de conservación del sistema de colector de aguas grises del emprendimiento, prestando especial atención al estado de las distintas bocas de registro y del estado de las cañerías que conducirán por gravedad las aguas grises provenientes de los domicilios, hasta la planta tratamiento.

9.7 Plan de gestión ambiental

El Plan de Gestión Ambiental estará compuesto por:

1. **Programa de Seguimiento y Control (PSC):** Se especifican las medidas tendientes a salvaguardar la calidad ambiental del área de estudio y asegurar la aplicación y efectividad de las medidas desarrolladas y su control.
2. **Programa de Capacitación (PCA):** Se especifican las acciones que serán aplicadas para efectuar la capacitación específica del personal que desarrollará las tareas en obra, en relación con las medidas de protección ambiental y de seguridad.
3. **Programa de Seguridad e Higiene (PSH):** Se definen las medidas de prevención y recaudos a adoptar para garantizar que las tareas se ejecuten en forma segura y previniendo la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales.
4. **Programa de Responsabilidades y Comunicación (PRC):** Define los aspectos de comunicación y de gestión social y las responsabilidades.
5. **Programa de Contingencias Ambientales (PCO):** Se establecen las acciones tendientes a minimizar las consecuencias negativas de una potencial contingencia ambiental en las tareas de construcción.
6. **Programa de Auditorías Ambientales (PAA):** Se establecen las acciones tendientes a controlar los aspectos ambientales de la obra.

9.7.1 Programa de Seguimiento y Control (PSC)

El PSC contiene los procedimientos necesarios para minimizar los impactos ambientales potencialmente adversos durante la construcción y sus instalaciones de superficie relacionadas.

Los principales objetivos del PSC a ser implementados son los siguientes:

- Salvaguardar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto.
- Preservar los recursos sociales y culturales.
- Garantizar que la implementación y desarrollo del proyecto se lleve a cabo de manera ambientalmente responsable.
- Ejecutar acciones específicas para prevenir los impactos ambientales pronosticados y, si se produjeran, para mitigarlos.
- Realizar el control y monitoreo ambiental de las medidas de protección ambiental establecidas, en función de evaluar el grado de efectividad de éstas y, de corresponder, generar las acciones para optimizar su cumplimiento.

El PSC será aplicado teniendo en cuenta los resultados específicos obtenidos en la identificación y análisis de impactos ambientales.

Las medidas mitigatorias destinadas a la protección ambiental del área de estudio se encuentran especificadas en la sección 9.7.

Adicionalmente, durante el desarrollo de las obras se llevarán a cabo tareas de control y monitoreo de las medidas de protección ambiental elaboradas, en función de evaluar el grado de efectividad y cumplimiento de estas.

9.7.2 Programa de capacitación (PCA)

El PCA, marcará los lineamientos básicos para capacitar al personal en temas ambientales durante el desarrollo de la obra. La aplicación efectiva del programa se alcanzará a través de la concientización y capacitación de todo el personal afectado a la obra.

Los objetivos del PCA son:

- Conocer la normativa ambiental y de seguridad, higiene y salud ocupacional a nivel nacional, provincial y municipal.
- Proporcionar información al personal afectado a la construcción sobre aspectos de seguridad y medio ambiente.
- Capacitar a todo el personal involucrado en el proyecto en lo relacionado con medidas de prevención de seguridad, higiene y salud ocupacional y medidas de mitigación ambiental.

- Conocer los posibles impactos ambientales asociados al proyecto y las medidas de protección ambiental específicas.

Se capacitará a todo el personal con el fin de dar a conocer los impactos ambientales que las tareas desarrollar provocarán y las acciones a implementar para que cada operario contribuya a minimizar los mencionados impactos.

Se controlará la asistencia del personal a la capacitación.

La inducción está dirigida a los trabajadores que ingresan a la obra y está orientada a informarles sobre las normas y procedimientos de medio ambiente, entre otras. Todo trabajador, al ser contratado por la empresa recibirá una charla de inducción completa, antes de ser enviado a sus labores.

En ésta se detallan y explican temas como:

- Riesgos potenciales a los cuales estarán expuestos en el desempeño de sus labores diarias e impactos ambientales asociados.
- Normas de Seguridad e Higiene y Ambiente (SHA).
- Prevención de accidentes ambientales.
- Enfermedades profesionales e higiene industrial.
- Prevención de incendios.
- Protección ambiental.
- Uso y cuidado de las herramientas de trabajo.
- Cuidado de las instalaciones.
- Medidas a tomar en caso de accidentes.
- Orden y limpieza.
- Normas y procedimientos de la empresa.
- Manejo de residuos.
- Derrames y contingencias ambientales.
- Razones e importancia del cuidado del ambiente, incluyendo aspectos del medio físico y socio ambiental.
- Legislación que rige en materia ambiental en el lugar de emplazamiento de la obra (municipal, provincial, nacional).

Todos los trabajadores deberán llenar el formato de constancia de capacitación, en señal de haber recibido la inducción correspondiente. Estos formatos serán archivados por el representante de medio ambiente del proyecto para sus controles estadísticos.

9.7.3 Programa de Seguridad e Higiene (PSH)

El presente Programa de Seguridad e Higiene especificará de forma preliminar las medidas de prevención y recaudos a adoptar, en función de garantizar que las tareas a desarrollarse se ejecuten en forma segura y previniendo la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales.

Los objetivos del PSH son:

- Cumplir con las leyes de seguridad, higiene y salud ocupacional nacional, provincial y municipal.
- Establecer un procedimiento de seguridad, higiene y salud ocupacional para los contratistas y trabajadores del proyecto.
- Proporcionar información al personal afectado a la construcción sobre seguridad, higiene y salud ocupacional
- Controlar y verificar que los riesgos de las actividades desarrolladas
- Capacitar a todo el personal involucrado en el proyecto en lo relacionado con medidas de prevención de seguridad, higiene y salud ocupacional
- Dar respuesta a situaciones como accidentes que afecten a las personas

El PSH contiene los procedimientos que deben ser implementados por el personal del proyecto en todo lo relacionado con Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional.

Asimismo, la obra contará con un Programa de Seguridad (aprobado por la ART y en cumplimiento de las Res. SRT 231/96– 51/97– 35/98 y Dec. 911 del Ministerio de Trabajo y normativa complementaria), el cuál será desarrollado por el Contratista que realizará la obra, una vez que la misma haya sido adjudicada.

A continuación, se mencionan a modo indicativo y hasta que se confeccione el programa de seguridad específico que deberá aprobar la ART, los riesgos laborales identificados para el tipo de obra en cuestión:

- Aplastamiento / Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de personas a distinto nivel.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Contacto / Exposición con sustancias peligrosas.
- Contacto eléctrico.
- Contacto térmico.
- Daños causados por seres vivos (arácnidos, ofidios, roedores, etc.)
- Explosión
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Iluminación inadecuada
- Incendio.
- Malas pisadas sobre objetos.
- Posturas inadecuadas o movimiento repetitivos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Rotura de mangueras presurizadas.
- Sobreesfuerzos al levantar o mover objetos.
- Las superficies de desplazamiento en el área de trabajo deben estar libres de obstáculos a los efectos de evitar caídas, golpes y malas pisadas.

9.7.4 Programa de comunicaciones y responsabilidades (PCR)

El Programa de Comunicaciones y Responsabilidades (PCR), incluye aspectos de comunicación, seguimiento de reclamos, etc., y responsabilidades de la obra.

El PCR contiene los procedimientos necesarios sobre las responsabilidades y las comunicaciones en la construcción.

- Definir la estructura organizativa en comunicación
- Garantizar la comunicación entre la empresa y la población
- Definir las responsabilidades ambientales

Este ítem incluye aspectos de comunicación con los grupos sociales directa o indirectamente involucrados con el proyecto.

Los objetivos son:

- Implementar un canal de comunicación y coordinación abierto, permanente y de doble sentido, para mantener oportuna y adecuadamente informada a la comunidad en relación con la planificación y cronograma de las actividades de construcción.
- Evitar la afectación de la infraestructura social y económica y/o reponer adecuadamente aquella infraestructura que se vea afectada.

A fin de evitar la dispersión de la comunicación entre la construcción y la comunidad, el principal canal directo de comunicación social será a través del Jefe de Obra, quien trabajará como nexo directo con la localidad de Canning.

Este componente está concebido para ser aplicado en los tres momentos necesarios de comunicación con la comunidad como son:

- Antes de inicio de las obras: Esta etapa de comunicación permitirá tener una identificación clara de actores, canales de comunicación, establecimiento de los cronogramas de actividades previas de la construcción y un manejo de información amplio, suficiente y oportuno de Ezeiza. En esta etapa se harán las notificaciones avisando el inicio de las obras con las autoridades municipales. Además, se dará aviso a la policía, bomberos, hospital, para que los mismos estén notificados de la obra, para actuar en caso de ser necesario, ante un accidente o contingencia.
- Durante la construcción: En esta etapa se comunicará al Municipio de Ezeiza, y medios de comunicación la afectación de calles y rutas, realización de cortes programados, desvíos, etc. Se notificará con 48 hs de antelación a la Dirección de Tránsito del Municipio, con la finalidad de tomar recaudos para la seguridad de los transeúntes, vehículos y personal afectado.
- Después de la construcción: Seguimiento de los compromisos asumidos durante la construcción de la obra, cierre de compromisos pendientes y comunicación de cierre a las autoridades municipales.

En el caso de afectaciones que no puedan ser previstas, o de eventualidades que causen algún impacto a la infraestructura existente, la recolección y seguimiento de reclamos de las comunidades se constituirá en una actividad de mucha importancia.

9.7.5 Plan de contingencias ambientales (PCO)

El PCO se aplicará en cada situación que sea catalogada como de contingencia y/o emergencia ambiental e implica la preparación de procedimientos de emergencia que puedan ser activados rápidamente ante eventos inesperados. El PCO brindará máxima seguridad al personal de operaciones y a los pobladores del área de influencia.

Este programa, además de cumplir con las reglamentaciones vigentes, implementa y sistematiza medidas de prevención, protección y mitigación para cada una de las actividades realizadas. El PCO contiene evaluaciones rápidas y respuestas inmediatas para toda situación de emergencia generada por accidentes graves que pueden producirse durante los procesos de construcción del proyecto, con el propósito de prevenir impactos a la salud humana, proteger la propiedad en el área de influencia y el medio ambiente.

A continuación, se presentan los lineamientos generales del programa que regirán durante el desarrollo del proyecto, en lo que concierne a los aspectos relacionados a las distintas situaciones de emergencia que pudieran presentarse.

Los objetivos del PCO son:

- Cumplir con las leyes nacionales, provinciales y municipales, e implementar las mejores prácticas en todas las actividades del proyecto.
- Establecer un procedimiento para los contratistas y trabajadores del proyecto para la prevención, limpieza y reporte de escapes de productos que puedan ocasionar daños al ambiente.
- Proporcionar una guía para la movilización del personal y de los recursos necesarios para hacer frente a la emergencia hasta lograr su control.
- Controlar y verificar que los riesgos operativos no excedan a los riesgos normales de construcción y operación.

El PCO contiene los procedimientos que deben ser implementados por el personal del proyecto en caso de una emergencia (terremoto, inundación, explosión, derrames, incendios o algún hecho relacionado con errores humanos).

Estos procedimientos serán empleados por todo el personal del proyecto en el caso de que se produzca alguna situación de emergencia, lo cual facilitará la rapidez y efectividad para

salvaguardar vidas humanas y recursos ambientales, en o cerca de cualquier instalación del proyecto.

Las emergencias que se puedan manejar con un adecuado plan de contingencias se basarán en las siguientes acciones:

- Identificar y reconocer riesgos en salud, seguridad y medio ambiente
- Planificar e implementar acciones en el control y manejo de riesgos.
- Revisar y comprobar la preparación y eficiencia del personal regularmente a través de simulacros y ejercicios.
- Entrenar a todo el personal en lo referente a respuestas a emergencias.
- Disponer de copias completas de los planes de contingencia en los centros de operaciones apropiados, y el personal clave recibirá entrenamiento para implementar las medidas de contingencia.

Las consecuencias potenciales directas que pueden ser generadas por las causas mencionadas serán registradas en un acta de accidente ambiental.

La planificación para actuar en caso de emergencias y la correspondiente preparación previa es esencial para asegurar que, en caso de un accidente, todas las acciones necesarias sean tomadas para la protección del público, del personal de la empresa, del ambiente y de los activos. Todo evento ambiental se registrará en un Acta de Accidente Ambiental. Todos los empleados serán instruidos en el sitio sobre los procedimientos de reporte y respuesta ante casos de emergencias.

Con la finalidad de brindar al PGA un marco de seguridad ante eventuales contingencias que pudieran afectar directa o indirectamente al ambiente, se deberán aplicar las medidas de protección ambiental que a continuación se detallan. Las mismas pretenden ser lineamientos generales para la aplicación de los procedimientos que colaborarán con la prevención y corrección de los efectos de las contingencias más probables.

- Es obligatorio que todos los equipos sean inspeccionados para detectar posibles fugas/derrames y repararlas, antes de ingresar a la obra.
- Los tanques limpios, latas de gasolina y solventes deberán ser almacenados en contenedores secundarios y a prueba de derrames.

- En los puntos de transferencia de material se encontrarán disponibles materiales absorbentes y otros materiales para la limpieza de derrames. El personal estará entrenado en su uso y disposición adecuados.
- Se deberá cumplir estrictamente con los procedimientos de seguridad, tales como los de puesta a tierra y no fumar en las cercanías de materiales inflamables combustibles.
- Los conductores de los vehículos serán entrenados en el uso de los materiales de respuesta ante derrames, antes de transportar materiales peligrosos.
- La empresa poseerá un sistema de comunicación inmediato con los distintos organismos de control y emergencia, a los efectos de obtener una rápida respuesta en el caso que una contingencia supere las medidas del presente plan.
- Se prohibirá encender fuego, salvo en las áreas designadas a tal efecto.
- Se capacitará al personal para hacer frente ante cualquier contingencia ambiental, proteger el ambiente y minimizar los impactos derivados de las actividades propias de la compañía.
- Se activará el procedimiento correspondiente a cada contingencia específica de producirse la misma
- Cuando ocurran eventos considerados riesgosos para el medio ambiente, se elaborarán las correspondientes actas
- Para la comunicación del accidente ambiental, se empleará el diagrama de comunicaciones, el cual será completado con los números telefónicos correspondientes y los nombres de cada responsable de área.

9.7.6 Plan de Auditorías Ambientales. (PAA)

El PAA se aplicará para realizar la verificación sistemática y periódica del grado de cumplimiento de todo lo establecido en el PPA.

El objetivo básico del Plan de Auditoría Ambiental (PAA) comprenderá la estructuración y organización del proceso de verificación sistemático, periódico y documentado del grado de cumplimiento de lo establecido en los distintos programas del PGA.

Las auditorías, además, representarán un mecanismo para comunicar los resultados al responsable del proyecto y para corregir y/o adecuar los desvíos o no conformidades detectados a los documentos, prácticas y/o estándares estipulados.

Por otra parte, el programa de auditoría ambiental servirá como soporte para medir el grado de optimización que las subcontratistas y/o supervisores utilizan para cumplir con los requerimientos.

El método para realizar las inspecciones y auditorías, estará basado en la observación, el trabajo práctico y las condiciones de la obra, además de situaciones que causan o contribuyen con accidentes o pérdidas.

Las auditorías ambientales serán realizadas por un auditor individual o por un equipo de auditores habilitados.

Para asegurar la objetividad del proceso de auditoría, de sus hallazgos y conclusiones; los miembros del equipo de auditoría serán independientes de las actividades que auditan y del titular del emprendimiento.

Las tareas de auditoría ambiental se realizarán desde el inicio de obra y hasta que el emprendimiento se encuentre en régimen de operación regular; y las mismas serán definidas en un Plan General de Auditorías Ambientales, donde se especificarán las fechas posibles de realización:

Las inspecciones serán una herramienta utilizada para evaluar los puntos acordados y la efectividad de los Programas del Plan de Gestión Ambiental.

9.7.6.1 Auditorías

De las mismas se elaborarán los informes de auditoría ambiental pertinentes. En esta auditoría se evaluarán internamente todos los aspectos del programa de gestión ambiental y de los documentos complementarios. Cada proceso de auditoría estará conformado, como mínimo, por los componentes que se detallan a continuación:

- Programa de auditoría.
- Objetivos y alcances específicos.
- Listas de control.
- Identificación de desvíos.

- Comunicación.
- Informes parciales de auditorías: para la etapa de construcción el equipo auditor producirá informes parciales y un informe bimensual o trimestral como máximo.
- Informe final de auditoría.

En la auditoría ambiental se reunirá, analizará, interpretará y registrará la información para usarla como evidencia, destinada a determinar si se cumple o no con los criterios de auditoría.

Cualquier evidencia significativa observada a través de la inspección será reportada con la brevedad del caso a las personas involucradas para efectuar los correctivos a que haya lugar, mediante No Conformidades. En el transcurso del tiempo, los reportes (informes) de inspección podrán usarse para detectar tendencias o desviaciones en los procesos de seguridad y serán la herramienta de verificación para asegurar que los correctivos han sido aplicados. Estos resultados también deben utilizarse para la reformulación de los programas como actualizaciones y lecciones aprendidas.

9.8 CONCLUSIÓN

Se logró identificar los principales factores ambientales y de entorno que serían afectados por la construcción y operación del emprendimiento. El entendimiento de cada etapa de la obra y su relación con cada uno de estos factores permitió la identificación y ponderación cualitativa de los efectos de cada acción sobre cada factor ambiental. A través de lo cual se pudo analizar dichos impactos para poder determinar las medidas mitigatorias necesarias.

Es importante destacar la importancia de la correcta implementación y seguimiento de las medidas de mitigación antes descriptas tendientes a evitar, mitigar y compensar los impactos negativos que pudieran presentarse; así como potenciar los impactos beneficiosos para el entorno y la población.

Además, se logró confeccionar un adecuado plan de gestión ambiental, que deberá ser aplicado para lograr que todo este trabajo pueda alcanzar su objetivo final, el de lograr la armonía de la obra proyectada con su entorno.

Se puede afirmar que de acuerdo con las conclusiones alcanzadas no surgen objeciones al proyecto que impidan su concreción, dado que no solo no tendrá impactos negativos significativos, sino que brindará una mejor calidad de vida a la comunidad de Ezeiza.

10 CONCLUSIONES

10.1 Conclusiones generales

De acuerdo a estudios internacionales entre un 60 a 70% del agua ocupada en el interior de una vivienda corresponde a aguas grises.

Se puede afirmar también que están menos contaminadas que la globalidad de las aguas domiciliarias, por no incluir el agua de inodoros lo que hace que sea más fácil recuperarlas, pudiendo destinarse a diversos usos, entre ellos diversos tipos de riego, descargas de inodoros, refrigeración, lavado de autos, lavadoras, etc.

En base a la investigación realizada se puede aseverar que la práctica de reutilizar aguas grises va en incremento en el mundo. Muchas veces éstas son reutilizadas sin ningún tratamiento, lo que no es recomendable, ya que poseen patógenos siendo dañinos para el hombre.

Las aguas de la cocina son el principal aporte de nutrientes de las aguas grises. No obstante, previo a su uso, éstas requieren de tratamiento biológico para degradar la materia orgánica, especialmente si será almacenada por un tiempo. De acuerdo con estudios las plantas y cultivos tienen un mayor crecimiento al ser regadas con aguas de reuso que con agua potable. Si bien los nutrientes disponibles en las aguas disminuyen con los tratamientos, éstos no se eliminan totalmente, siendo las aguas recuperadas un aporte para plantas.

En el proyecto se obtuvo un ahorro promedio anual de 34,11% del consumo de agua potable a lo largo del año. Lo que representa un ahorro de 71.474,60 m³ del mismo.

Esto resulta muy positivo contra el estrés hídrico reduciendo la demanda de agua potable, la cual es un recurso que a medida que pasa el tiempo presenta una mayor escasez y costo.

Además, la reutilización de este tipo de aguas alarga la vida útil y la capacidad de los sistemas cloacales y las plantas de tratamiento, ya que se produciría una reducción en el flujo de los efluentes domiciliarios en la red cloacal.

Por todo esto, la instalación de un sistema de reutilización de aguas grises conlleva una multitud de ventajas y beneficios que pueden repercutir, no sólo en el ahorro en la factura de agua en una comunidad de vecinos o en una empresa, sino también en la contribución a un medioambiente sano y cada vez más limpio.

10.2 Conclusiones personales

La realización de este trabajo me permitió no sólo una oportunidad de aplicar y plasmar muchos de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, sino también un gran desafío.

A lo largo del desarrollo de este proyecto final de ingeniería me encontré con diversas y numerosas adversidades. Para resolverlas fue indispensable tanto el intercambio con compañeros, como el aporte de los docentes que tuve a lo largo de la carrera.

Resulta entonces una muy buena herramienta en la etapa final de mi formación como profesional, reforzando conocimientos, incorporando nuevos y preparándome para el ejercicio de una profesión compleja como lo es la ingeniería.

11 BIBLIOGRAFIA

- Abdel-Shafy, H. I., Al-Sulaiman, A. M., & Mansour, M. S. M. (2015). Anaerobic/aerobic treatment of greywater via UASB and MBR for unrestricted reuse. *Water Science and Technology*, 71(4), 630–637. <https://doi.org/10.2166/wst.2014.504>
- Abu Ghunmi, L., Zeeman, G., Fayyad, M., & Lier, J. B. va. (2010). Grey water treatment in a series anaerobic - Aerobic system for irrigation. *Bioresource Technology*, 101(1), 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.056>
- Al-Jayyousi, O. R. (2003). Greywater reuse: Towards sustainable water management. *Desalination*, 156(1–3), 181–192. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(03\)00340-0](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(03)00340-0)
- Álvaro García, O. (1954). Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. *IAH 6, Juin 2012*, 27–36.
- Asociación Gaia*. (2017). <https://gaia.org.ar/>
- Atasoy, E., Murat, S., Baban, A., & Tiris, M. (2007). Membrane bioreactor (MBR) treatment of segregated household wastewater for reuse. *Clean - Soil, Air, Water*, 35(5), 465–472. <https://doi.org/10.1002/clen.200720006>
- Australian Bureau Statistics. (2007). Environmental issues: people's views and practices. *Main, March*.
- Aysa. (2010a). *Guías y criterios técnicos para el diseño y ejecución de redes externas de agua potable*. 1–26.
- Aysa. (2010b). *Guías y criterios técnicos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca*.
- Aysa. (2017). *Reporte de Sustentabilidad*.
- Benami, M., Gillor, O., & Gross, A. (2015). The question of pathogen quantification in disinfected graywater. *Science of the Total Environment*, 506–507, 496–504. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.11.051>
- Bernardita, P. M. (2019). Una salteña creó un sistema económico para filtrar aguas grises y usarlas para regar plantas y árboles. *El Tribuno Salta*. <https://www.tribuno.com/salta/nota/2019-2-26-1-11-0-creo-un-sistema-economico-para-filtrar-aguas-grises-y-usarlas-para-regar-plantas-y-arboles>
-

Bioplast Depuración. (n.d.). <http://bioplastdepuracion.com/index.php?s=biodiscos>

Birks, R., Colbourne, J., & Hobson, R. (2004). Microbiological water quality in a large in-building, water recycling facility. *Water Science and Technology*, 50(2), 165–172. <https://doi.org/10.2166/wst.2004.0115>

Birks, R., & Hills, S. (2007). Characterisation of indicator organisms and pathogens in domestic greywater for Recyclin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 129(1–3), 61–69. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9427-y>

Boddu, V. M., Paul, T., Page, M. A., Byl, C., Ward, L., & Ruan, J. (2016). Gray water recycle: Effect of pretreatment technologies on low pressure reverse osmosis treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(4), 4435–4443. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.09.031>

Bodnar, I., Szabolcsik, A., Baranyai, E., Uveges, A., & Boros, N. (2014). Qualitative characterization of household greywater in the northern great plain region of Hungary. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(11), 2717–2724.

Bratby, J. (2016). Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment. In (Third edit). IWA Publishing.

Carbello, L. (2018). Desarrollan un country ecológico en Canning. *Clarín*. https://www.clarin.com/arq/desarrollan-country-ecologico-canning_0_-R7rZFsZr.html

Cattaneo, M. (2010). Los ciudadanos y su relación con el agua. *Ciencia y Tecnología*, 1(10), 117–128. <https://doi.org/10.18682/cyt.v1i1.763>

Celi, A., Del Valle Silva Furlani, N., & Dibella, E. (2014). *Reutilización de aguas grises*. <https://inta.gob.ar/noticias/reutilizacion-de-aguas-grises>

CENTA. (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. *Centa, Secretariado de Alianza Por El Agua, Ecología y Desarrollo.*, 264. <https://doi.org/Z-2802/08>

Chung, K., & White, M. P. (2010). Greywater Reuse: Understanding Greywater Reuse Systems in the Current and Future Urban Contexts and How Individuals can Promote Greywater Reuse. *CRP 3840: Green Cities*, 1–20. [https://courses.cit.cornell.edu/crp384/2009reports/White&Chung_Gray Water Reuse.pdf](https://courses.cit.cornell.edu/crp384/2009reports/White&Chung_Gray%20Water%20Reuse.pdf)

Conesa Fdez. Vitorra, V. (2010). *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4° edición).

Crites, R. W., Middlebrooks, E. J., & Bastian, R. K. (2006). *Natural Wastewater Treatment Systems, Second Edition*.

Crites, R. W., & Tchobanoglous, G. (1998). *Small and decentralized wastewater management systems*. McGraw-Hill.

Dallas, S., Scheffe, B., & Ho, G. (2004). Reedbeds for greywater treatment - Case study in Santa Elena-Monteverde, Costa Rica, Central America. *Ecological Engineering*, 23(1), 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.07.002>

Daud, M. K., Rizvi, H., Akram, M. F., Ali, S., Rizwan, M., Nafees, M., & Jin, Z. S. (2018). Review of upflow anaerobic sludge blanket reactor technology: Effect of different parameters and developments for domestic wastewater treatment. *Journal of Chemistry*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1596319>

De Lemos Chernicharo, C. A. (2007). *Anaerobic Reactors: Biological Wastewater Treatment Volume 4*. IWA Publishing.

Delgadillo, O., Camacho, A., & Serie, M. A. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/depuracion_de_aguas_residuales_por_medio_de_humedales_artificiales.pdf%5Cnhttp://www.aguasresiduales.info/revista/libros/depuracion-de-aguas-residuales-por-medio-de-humedales-artificiales

DINAMA. (2004). *Guía para medición de caudales de efluentes industriales*. 1–29.

Elmitwalli, T., & Otterpohl, R. (2011). Grey water treatment in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor at different temperatures. *Water Science and Technology*, 64(3), 610–617. <https://doi.org/10.2166/wst.2011.616>

Eriksson, E., & Donner, E. (2009). Metals in greywater: Sources, presence and removal efficiencies. *Desalination*, 248(1–3), 271–278. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.05.065>

Eriksson, Eva, Auffarth, K., Henze, M., & Ledin, A. (2002). Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*, 4(1), 85–104. [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(01\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00064-4)

Falkenmark, M., Lundqvist, J., & Widstrand, C. (2009). Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches. *Natural Resources Forum*, 13(4), 258–267.

<https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.1989.tb00348.x>

Fernández de Aviles, A. (2018). *El mercado del Agua en Argentina*. 58.

Fernandez, L., Herrero, A. C., & Martin, I. (2010). La impronta del urbanismo privado. Ecología de las urbanizaciones cerradas en la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-61.htm>

Friedler, E. (2004). Quality of individual domestic greywater streams and its implication for on-site treatment and reuse possibilities. *Environmental Technology*, 25(9), 997–1008. <https://doi.org/10.1080/09593330.2004.9619393>

Friedler, E., Kovalio, R., & Ben-Zvi, A. (2006). Comparative study of the microbial quality of greywater treated by three on-site treatment systems. *Environmental Technology*, 27(6), 653–663. <https://doi.org/10.1080/09593332708618674>

Friedler, Eran, Kovalio, R., & Galil, N. I. (2005). On-site greywater treatment and reuse in multi-storey buildings. *Water Science and Technology*, 51(10), 187–194. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0366>

García, I., & Dorronsoro, C. (2005). *Contaminación por metales pesados*. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola.

García Orozco, J. H. (1982). EL reuso y sus implicaciones. *Transferencia*. <http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/Transferencia52/eli4-52.html>

Garganta, L., Murace, P., & Gomez, E. (2016). Energy and environmental audit of a “box-type” family house located in the city of La Plata, Buenos Aires. *Acta Del I Encuentro Nacional Sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable*, 291–302.

Gedar - Empresa de tratamineto de aguas. (n.d.). <https://www.gedar.com/wp-content/uploads/MBR.png>

Gervasi, M. (2010). *Friburgo. Alemania. Ecobarrio de Vauban*. 1–12. http://www.uclg-cisdp.org/sites/default/files/Friburgo_2010_es_FINAL_0.pdf

Ghaitidak, D. M., & Yadav, K. D. (2015). Reuse of greywater: effect of coagulant. *Desalination and Water Treatment*, 54(9), 2410–2421. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.902335>

- Ghodeif, K. (2017). *Baseline Assessment Study for Wastewater Treatment Plant for Al Gozayyera. October 2013*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34897.63844>
- Gonzalez-Meneses, A. G. M. (1998). Programa de formación continuada en pediatría extrahospitalaria: Editorial. *Pediatría Integral*, 3(3).
- Gross, A., Azulai, N., Oron, G., Arnold, M., Nejdat, A., & Ronen, Z. (2005). Environmental impact and health risks associated with greywater irrigation: A case study. *Water Science and Technology*, 52(8), 161–169. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0251>
- Gross, A., Shmueli, O., Ronen, Z., & Raveh, E. (2007). Recycled vertical flow constructed wetland (RVFCW)-a novel method of recycling greywater for irrigation in small communities and households. *Chemosphere*, 66(5), 916–923. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.06.006>
- Gross, A., Wiel-Shafran, A., Bondarenko, N., & Ronen, Z. (2008). Reliability of small scale greywater treatment systems and the impact of its effluent on soil properties. *International Journal of Environmental Studies*, 65(1), 41–50. <https://doi.org/10.1080/00207230701832762>
- Guilbaud, J., Massé, A., Andrs, Y., Combe, F., & Jaouen, P. (2010). Laundry water recycling in ship by direct nanofiltration with tubular membranes. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(2), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.09.001>
- Hernández Leal, L., Temmink, H., Zeeman, G., & Buisman, C. J. N. (2011). Characterization and anaerobic biodegradability of grey water. *Desalination*, 270(1–3), 111–115. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.11.029>
- Hernández Leal, Lucia, Zeeman, G., Temmink, H., & Buisman, C. (2007). Characterisation and biological treatment of greywater. *Water Science and Technology*, 56(5), 193–200. <https://doi.org/10.2166/wst.2007.572>
- Hocaoglu, S. Murat, Atasoy, E., Baban, A., & Orhon, D. (2013). Modeling biodegradation characteristics of grey water in membrane bioreactor. *Journal of Membrane Science*, 429, 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2012.11.012>
- Hocaoglu, Selda Murat, Insel, G., Cokgor, E. U., Baban, A., & Orhon, D. (2010). COD fractionation and biodegradation kinetics of segregated domestic wastewater: Black and grey water fractions. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 85(9), 1241–

1249. <https://doi.org/10.1002/jctb.2423>

Hoffmann, S. J. (2009). *Planet water : investing in the world's most valuable resource* (Issue c). John Wiley & Sons, Inc.

Hofste, Rutger Willem, Paul Reig, L. S. (2019). *World Resources Institute*. 17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress. <https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress>

Holtzhausen, L. (2005, July). *waterb_v4_n4_a2.pdf*. *Water Wheel - From Grey to Green : Reusing Wastewater for Food : Greywater Recycling*, 10–12.

Howard, G., & Bartram, J. (2003). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. World Health Organization.

Huelgas, A., & Funamizu, N. (2010). Flat-plate submerged membrane bioreactor for the treatment of higher-load graywater. *Desalination*, 250(1), 162–166. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.05.007>

Hunter Industrias Inc. (2020). *Sistema de Riego Residencial* (p. 32).

I.N.T.I. (2016). Eficiencia energética en uso residencial. *La Revista de ACYEDE*, 28–33.

Imbellone, P. A., Gimenez, J. E., & Panigatti, J. L. (2015). SUELOS DE LA REGION PAMPEANA Procesos de formación. *Inta*, 18288, 1, 33. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

INAA. (n.d.). *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*.

Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC. (2013). Estimaciones y proyecciones de población 2010-2040 Total del país. In <Http://Www.Indec.Gov.Ar>. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Jamrah, A., Al-Futaisi, A., Ahmed, M., Prathapar, S., Al-Harrasi, A., & Al-Abri, A. (2008). Biological treatment of greywater using sequencing batch reactor technology. *International Journal of Environmental Studies*.

Jefferson, B., Palmer, A., Jeffrey, P., Stuetz, R., & Judd, S. (2004). Grey water characterisation and its impact on the selection and operation of technologies for urban

reuse. *Water Science and Technology*, 50(2), 157–164.
<https://doi.org/10.2166/wst.2004.0113>

JPU Desarrollos. (2018). *Refugio de Lobos*. <http://www.jpu.com.ar/refugio-de-lobos/>

Kadlec, R. H., & Knight, R. L. (1996). *Treatment wetlands*. Boca Raton CRC Press.

Kadlec, R. H., & Wallace, S. D. (2009). Treatment Wetlands. In *Water Intelligence Online* (Second Edi).

Kaduvinal Varghese, J. (2007). *Effects of the Implementation of Grey Water Reuse Systems on Construction Cost and Project Schedule Effects of the Implementation of Grey Water Reuse Systems on Construction Cost and Project*. August.

Karpiscak, M. M., Foster, K. E., & Schmidt, N. (1990). Residential Water Conservation: Casa Del Agua. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 26(6), 939–948. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1990.tb01428.x>

Kloster, K. B. (2015). Conflictos por el agua y regímenes políticos: Argentina y México. *Revista Espaço Acadêmico*, 14(167), 31–43.

Leal, L. H., Temmink, H., Zeeman, G., & Cees, C. J. (2010). Comparison of three systems for biological greywater treatment. *Water (Switzerland)*, 2(2), 155–169. <https://doi.org/10.3390/w2020155>

Lentini, E. J., Garcia Larumbe, J., Zorilla, S., Ferro, G., Palacios, A., Biondini, S., Ghiglione, F., & Luciani, F. (2017). *Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento*.

Li, F., Wichmann, K., & Otterpohl, R. (2009). Evaluation of appropriate technologies for grey water treatments and reuses. *Water Science and Technology*, 59(2), 249–260. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.854>

Li, Z., Gulyas, H., Jahn, M., Gajurel, D. R., & Otterpohl, R. (2004). Greywater treatment by constructed wetlands in combination with TiO₂-based photocatalytic oxidation for suburban and rural areas without sewer system. *Water Science and Technology*, 48(11–12), 101–106. <https://doi.org/10.2166/wst.2004.0815>

Mandal, D., Labhasetwar, P., Dhone, S., Dubey, A. S., Shinde, G., & Wate, S. (2011). Water conservation due to greywater treatment and reuse in urban setting with specific context to developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 356–361.

- Martin, C. (2005). *Ecological Sanitation greywater demonstration project at Hui Sing garden, Kuching, Sarawak, Malaysia, Urban Environmental Management System (UEMS) Project Natural Resources and Environment Board (NREB), Sarawak.*
- Masi, F., & Martinuzzi, N. (2007). Constructed wetlands for the Mediterranean countries: hybrid systems for water reuse and sustainable sanitation. *Desalination*, 215(1–3), 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.11.014>
- Meinzinger, F., & Oldenburg, M. (2009). *Characteristics of source-separated household wastewater flows: a statistical assessment.* 1785–1792. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.185>
- Merz, C., Scheumann, R., El Hamouri, B., & Kraume, M. (2007). Membrane bioreactor technology for the treatment of greywater from a sports and leisure club. *Desalination*, 215(1–3), 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.10.026>
- Metcalf and Eddy. (1996). *Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización.*
- Metcalf and Eddy, I. (1991). *Wastewater Engineering – Treatment, Disposal and Reuse* (F. L. Tchobanoglous, G. and Burton (Ed.)). McGraw-Hill.
- Ministerio de agua ambiente y servicios publicos. (2016). *Decreto 847/19. Reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial* (p. 98). [http://web2.cba.gov.ar/Web/Leyes.nsf/0/37756ff5e7ed18be032580910054765a/\\$FILE/847-16 ANEXO UNICO.pdf](http://web2.cba.gov.ar/Web/Leyes.nsf/0/37756ff5e7ed18be032580910054765a/$FILE/847-16 ANEXO UNICO.pdf)
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio Colombia. (2000). RAS 2000, Título E - Tratamiento de aguas residuales. In *Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico* (p. 150). http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_e_.pdf
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio Colombia. (2017). *NUEVA RESOLUCIÓN 0330 DE 2017 – REGLAMENTO TÉCNICO – RAS.*
- Mohamed, R. M. S. R., Al-Gheethi, A. A., Miao, J. A., & Mohd Kassim, A. H. (2016). Multi-Component filters for domestic graywater treatment in Village houses. *Journal -*

American Water Works Association, 108(7), E405–E415.
<https://doi.org/10.5942/jawwa.2016.108.0103>

Morel, A., & Diener, S. (2006). *Greywater Management in Low and Middle-Income Countries*.

Noutsopoulos, C., Andreadakis, A., Kouris, N., Charchousi, D., Mendrinou, P., Galani, A., Mantziaras, I., & Koumaki, E. (2018). Greywater characterization and loadings – Physicochemical treatment to promote onsite reuse. *Journal of Environmental Management*, 216, 337–346. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.094>

Nsw Health. (2000). *Greywater Reuse in Sewered Single Domestic Premises*. April, 19.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2012). Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction. In *Outlook*.
<https://doi.org/10.1787/9789264122246-en>

ONU. (n.d.). *No Title*. <https://www.un.org/es/climatechange/cities-pollution.shtml>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (n.d.). *Total renewable water resources*. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *Extracciones de agua por sector*.
http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/ARG/indexesp.stm

Oron, G., Adel, M., Agmon, V., Friedler, E., Halperin, R., Leshem, E., & Weinberg, D. (2014). Greywater use in Israel and worldwide: Standards and prospects. *Water Research*, 58(0), 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.03.032>

Oteng-Peprah, M., Acheampong, M. A., & deVries, N. K. (2018). Greywater Characteristics, Treatment Systems, Reuse Strategies and User Perception—a Review. *Water, Air, and Soil Pollution*, 229(8). <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3909-8>

Ottoson Jakob, & Thor Axel Stenström. (2003). Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research*.

Ottosson, J. (2003). *Hygiene Aspects of Greywater and Greywater Reuse*.

Paiva, V., Gómez, J., Kaplanski, M., & Sánchez Espiñeira, A. (2000). Countries y barrios cerrados . Algunas sugerencias relativas a la gestión sustentable de estos emprendimientos. El caso de Manzanares, Pilar, Provincia de Buenos Aires. *Theomai*.

- Palmquist, H., & Hanæus, J. (2005). Hazardous substances in separately collected grey- and blackwater from ordinary Swedish households. *Science of the Total Environment*, 348(1–3), 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.12.052>
- Paris, S., & Schlapp, C. (2010). Greywater recycling in Vietnam - Application of the HUBER MBR process. *Desalination*, 250(3), 1027–1030. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.09.099>
- Pathan, A. A., Mahar, R. B. U. X., & Ansari, K. (2011). Preliminary Study of Greywater Treatment through Rotating Biological Contactor. *Mehran University Research Journal of Engineering & Technology*, 30(3), 531–538.
- Paulo, P. L., Begosso, L., Pansonato, N., Shrestha, R. R., & Boncz, M. A. (2009). Design and configuration criteria for wetland systems treating greywater. *Water Science and Technology*, 60(8), 2001–2007. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.542>
- Perlman, H., & Evans, J. (n.d.). *La Ciencia del Agua para Escuelas*. U.S. Geological Survey. <https://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>
- Pomeraniec, H. (2006). El agua debe ser siempre propiedad del Estado. *Clarín*.
- Qasim, S. R., & Zhu, G. (2011). Wastewater Treatment and Reuse, Theory and design Examples. In *Taylor and Franis group* (Vol. 1). <http://tylorandfrancis.com>
- Quieren construir un country en Toay. (2016). *La Arena*. http://archivo.laarena.com.ar/la_ciudad-quieren-construir-un-country-en-toay-1051138-115.html
- Rodriguez, R. A. (2015). *Modulo II. Operaciones fisicas*.
- Rodriguez, R. A. (2016). *Modulo III. Procesos fisicoquímicos: Coagulación. Floculación. Desifención* (pp. 1–12). <http://procesosindustrialesfisicoquimicos.blogspot.com/>
- Rudlin, D., & Falk, N. (1999). *Building the 21st Century Home: The Sustainable Urban Neighbourhood*. (Architectural Press (Ed.)).
- Salas, J. (2017). *Humedales artificiales: diseño y construcción*.
- Sánchez del Castillo, M. (2016). Elimina la turbidez del agua. *Fragmentación de Impactos Megaurbanos y Umbrales Hídricos*, 19–23.
- Santasmasas, C. (2018). *Aguas Grises: Origen , Composición y tecnologías para su*

reciclaje.

Sarafian, A. R., Nielsen, S. G., Marschall, H. R., McCubbin, F. M., & Monteleone, B. D. (2014). Early accretion of water in the inner solar system from a carbonaceous chondrite-like source. *Science*, 346(6209), 623–626. <https://doi.org/10.1126/science.1256717>

Serrano, J. G., & Corzo Hernández, A. (2008). Depuración con Humedales Construidos. Guía Práctica de Diseño, Construcción y Explotación de Sistemas de Humedales de Flujo Subsuperficial. *Universidad Politecnica de Cataluña*, 108.

Sharvelle, S., & Roesner, L. (2012). *Long-term study on landscape irrigation using household graywater.*

Shrestha, R. R., Haberl, R., Laber, J., Manandhar, R., & Mader, J. (2001). Application of constructed wetlands for wastewater treatment in Nepal. *Water Science and Technology*, 44(11–12), 381–386. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(97\)00087-5](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(97)00087-5)

Tanner, C. C., Clayton, J. S., & Upsdell, M. P. (1995). Effect of loading rates and planting on treatment of dairy farm wastewaters in constructed wetlands - II. Removal of nitrogen and phosphorus. *Water Research*, 29(1), 27–34.

Tzatchkov, V. G., & Alcocer-Yamanaka, V. H. (2016). Modelación de la variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(3), 115–133.

U.S. EPA. (1993). Subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment. A technology assessment. *Ecological Engineering*, 2(4), 382. [https://doi.org/10.1016/0925-8574\(93\)90009-5](https://doi.org/10.1016/0925-8574(93)90009-5)

U.S. EPA. (2000). Manual Treatment of Municipal Wastewaters. *United States Environmental Protection Agency, September*, 165. <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL>

United Nations. (2019). [World population prospects 2019]. In *United Nations. Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2019*. (Issue 141). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12283219>

Urban Network. (n.d.). *Hudson Park*. <http://www.urbannetwork.com.ar/hudson/index.php>

Vymazal, J. (2001). *Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands*. Backhuys.

- Vymazal, J. (2005). Removal of enteric bacteria in constructed treatment wetlands with emergent macrophytes: A review. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 40(6–7), 1355–1367. <https://doi.org/10.1081/ESE-200055851>
- Vymazal, J. (2007). Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Science of the Total Environment*, 380(1–3), 48–65. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.09.014>
- Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P. F., Green, M. B., & Haberl, R. (1998). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment in Europe* (p. 366). Backhuys.
- Vymazal, J., & Kröpfelová, L. (2008). Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow. In U. K. rian J. Alloway, Department of Soil Science, The University of Reading & O. Jack T. Trevors, Department of Environmental Biology, University of Guelph (Eds.), □□ □ □□□. Springer Science + Business Media B.V.
- WHO. (2006). Overview of greywater management Health considerations. *Wastewater Use in Agriculture, II*, 119–131. <https://doi.org/10.1680/ensu2007.160.3.11>
- Winward, G. P., Avery, L. M., Frazer-Williams, R., Pidou, M., Jeffrey, P., Stephenson, T., & Jefferson, B. (2008). A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment technologies for reuse. *Ecological Engineering*, 32(2), 187–197. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.11.001>
- World Health Organization. (2017). WATER QUALITY AND HEALTH - REVIEW OF TURBIDITY: Information for regulators and water suppliers. *Who/Fwc/Wsh/17.01*, 10. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/turbidity-information-200217.pdf%0Ahttp://www.who.int/water_sanitation_health/publications/turbidity-information-200217.pdf
- World Resources Institute. (2015). *Aqueduct Projected Water Stress Country Rankings*. World Resources Institute. <https://www.wri.org/resources/data-sets/aqueduct-projected-water-stress-country-rankings>
- Wu, B. (2019). Membrane-based technology in greywater reclamation: A review. *Science of the Total Environment*, 656, 184–200. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.347>

Alumno: Mariano Abel Toto

Legajo: CYT-5427



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

3iA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL

12 ANEXOS

Código Tramo	Caudal Acumul. (l/s)	Espesor (mm)	Material	Energ. Terr. (Adop.)	Intrados Tapada			Energ. (l/s)	Velocidad (m/s)	Q/Qlleno		Real (m)				
					(mIGM)	(m)	(mIGM)			(mm)	(m²)					
0,032	0,032	160	PVC	0,0031	0,003	24,75	1,20	24,53	1,20	14,312	0,71	0,002	0,05	8,72	0,0005	0,006
0,112	0,145	160	PVC	0,0012	0,003	24,53	1,20	24,14	1,44	14,31	0,71	0,010	0,0711	1,23	0,001	0,008
0,059	0,204	160	PVC	0,0032	0,003	24,14	1,44	23,86	1,42	14,31	0,71	0,014	0,0812	1,56	0,001	0,009
0,059	0,263	160	PVC	0,0015	0,003	23,86	1,42	23,58	1,56	14,31	0,71	0,018	0,0913	1,89	0,001	0,010
0,133	0,396	160	PVC	0,0022	0,003	23,58	1,56	23,29	1,64	14,31	0,71	0,028	0,1116	1,86	0,001	0,011
0,079	0,476	160	PVC	0,0070	0,003	23,29	1,64	23,13	1,43	14,31	0,71	0,033	0,1218	1,63	0,001	0,012
0,112	0,112	160	PVC	0,0028	0,003	23,52	1,40	23,13	1,43	14,31	0,71	0,008	0,0710	1,51	0,001	0,008
0,034	0,622	160	PVC	0,0049	0,003	23,13	1,43	22,86	1,26	14,31	0,71	0,043	0,1421	1,91	0,002	0,014
0,232	0,232	160	PVC	0,0029	0,003	24,96	1,20	24,65	1,21	14,31	0,71	0,016	0,0813	1,18	0,001	0,009
0,205	0,437	160	PVC	0,0029	0,003	24,65	1,21	24,39	1,22	14,31	0,71	0,031	0,1117	1,77	0,001	0,012
0,257	0,694	160	PVC	0,0025	0,003	24,39	1,22	24,05	1,28	14,31	0,71	0,049	0,1523	1,53	0,002	0,015
0,280	0,280	160	PVC	0,0019	0,003	24,44	1,20	24,15	1,30	14,31	0,71	0,020	0,0914	1,26	0,001	0,010
0,231	0,511	160	PVC	0,0039	0,003	24,15	1,30	23,86	1,21	14,31	0,71	0,036	0,1219	1,43	0,001	0,013
0,254	0,254	160	PVC	0,0022	0,003	24,14	1,41	23,88	1,48	14,31	0,71	0,018	0,0913	1,69	0,001	0,009
0,257	0,511	160	PVC	0,0056	0,003	23,88	1,48	23,55	1,20	14,31	0,71	0,036	0,1219	1,43	0,001	0,013
0,254	0,254	160	PVC	0,0057	0,003	23,51	1,44	23,25	1,20	14,31	0,71	0,018	0,0913	1,69	0,001	0,009
0,010	0,704	160	PVC	0,0029	0,003	24,05	1,28	23,78	1,29	14,31	0,71	0,049	0,1523	1,75	0,002	0,015
0,010	1,226	160	PVC	0,0034	0,003	23,78	1,29	23,49	1,26	14,31	0,71	0,086	0,2031	1,99	0,003	0,020
0,010	1,748	160	PVC	0,0032	0,003	23,49	1,26	23,21	1,24	14,31	0,71	0,122	0,2438	1,74	0,004	0,023
0,106	2,108	160	PVC	0,0035	0,003	23,21	1,24	23,01	1,20	14,31	0,71	0,147	0,2742	1,76	0,004	0,025
0,006	2,113	160	PVC	0,0018	0,003	23,01	1,20	22,86	1,26	14,31	0,71	0,148	0,2742	1,82	0,004	0,025
0,016	2,751	160	PVC	0,0002	0,003	22,86	1,26	22,42	1,67	14,31	0,71	0,192	0,3047	1,93	0,005	0,028
0,016	2,767	160	PVC	0,0030	0,003	22,42	1,67	21,99	1,66	14,31	0,71	0,193	0,3048	1,05	0,005	0,028
Fuente: Elaboración propia.																

Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Cover (Average) (m)	Length (Scaled) (m)	(System Sanitary) (L/s)	Infiltration (Local) (L/s)	Flow (L/s)	Diameter (mm)	Material	Slope (Calculated) (m/m)	Velocity (m/s)	(Full Flow) (L/s)	Flow Capacity (Design)	Depth/Rise
BR-1	24,59	BR-2	24,37	1,2	71,8	0,024	0,008	0,032	160	PVC	0,003	0,1	14,464	0,002	0,053
BR-2	24,37	BR-3	23,993	1,313	130	0,122	0,014	0,145	160	PVC	0,003	0,2	14,071	0,01	0,078
BR-3	23,993	BR-4	23,718	1,414	94,8	0,171	0,01	0,204	160	PVC	0,003	0,23	14,071	0,014	0,089
BR-4	23,718	BR-5	23,446	1,468	93,8	0,22	0,01	0,263	160	PVC	0,003	0,24	14,071	0,018	0,105
BR-5	23,446	BR-7	23,164	1,57	95,4	0,343	0,01	0,396	160	PVC	0,003	0,29	14,206	0,027	0,119
BR-7	23,164	BR-8	22,994	1,506	53,1	0,416	0,006	0,476	160	PVC	0,003	0,31	14,781	0,031	0,131
BR-6	23,408	BR-8	22,994	1,379	129,5	0,098	0,014	0,112	160	PVC	0,003	0,14	14,781	0,007	0,101
BR-8	22,994	BR-9	22,704	1,331	90,7	0,539	0,01	0,622	160	PVC	0,003	0,24	14,781	0,041	0,22
BR-10	24,8	BR-	24,5	1,2	103,3	0,22	0,011	0,232	160	PVC	0,003	0,21	14,082	0,016	0,105
BR-11	24,5	BR-	24,25	1,2	85,9	0,416	0,009	0,437	160	PVC	0,003	0,27	14,099	0,03	0,136
BR-12	24,25	BR-	23,923	1,224	112,8	0,661	0,012	0,694	160	PVC	0,003	0,36	14,071	0,048	0,152
BR-18	24,28	BR-	23,971	1,259	97,7	0,269	0,011	0,28	160	PVC	0,003	0,24	14,686	0,019	0,111
BR-19	23,971	BR-	23,662	1,283	96,6	0,49	0,011	0,511	160	PVC	0,003	0,26	14,781	0,034	0,162
BR-20	23,998	BR-	23,722	1,435	86,1	0,245	0,009	0,254	160	PVC	0,003	0,22	14,781	0,017	0,109
BR-21	23,722	BR-	23,371	1,349	109,9	0,49	0,012	0,511	160	PVC	0,003	0,24	14,781	0,034	0,18
BR-22	23,35	BR-	23,071	1,33	87	0,245	0,01	0,254	160	PVC	0,003	0,17	14,781	0,017	0,173
BR-13	23,923	BR-	23,662	1,247	89,8	0,661	0,01	0,704	160	PVC	0,003	0,31	14,071	0,049	0,175
BR-14	23,662	BR-	23,371	1,234	95,4	1,151	0,01	1,226	160	PVC	0,003	0,39	14,45	0,082	0,215
BR-15	23,371	BR-	23,071	1,219	93,5	1,641	0,01	1,748	160	PVC	0,003	0,46	14,781	0,115	0,244
BR-16	23,071	BR-	22,85	1,209	69,2	1,984	0,008	2,108	160	PVC	0,003	0,51	14,781	0,138	0,259
BR-17	22,85	BR-9	22,704	1,228	50,4	1,984	0,006	2,113	160	PVC	0,003	0,46	14,071	0,146	0,281
BR-9	22,704	BR-	22,284	1,452	144,8	2,522	0,016	2,751	160	PVC	0,003	0,54	14,071	0,19	0,3
BR-23	22,284	O-1	21,864	1,838	144,9	2,522	0,016	2,767	160	PVC	0,003	0,56	14,071	0,191	0,295
Fuente: Elaboración propia.															

12.3 Perfiles hidraulicos obtenidos en Sewercad



Figura N° 68. Referencias para los perfiles hidráulicos.
Fuente. Elaboración propia.

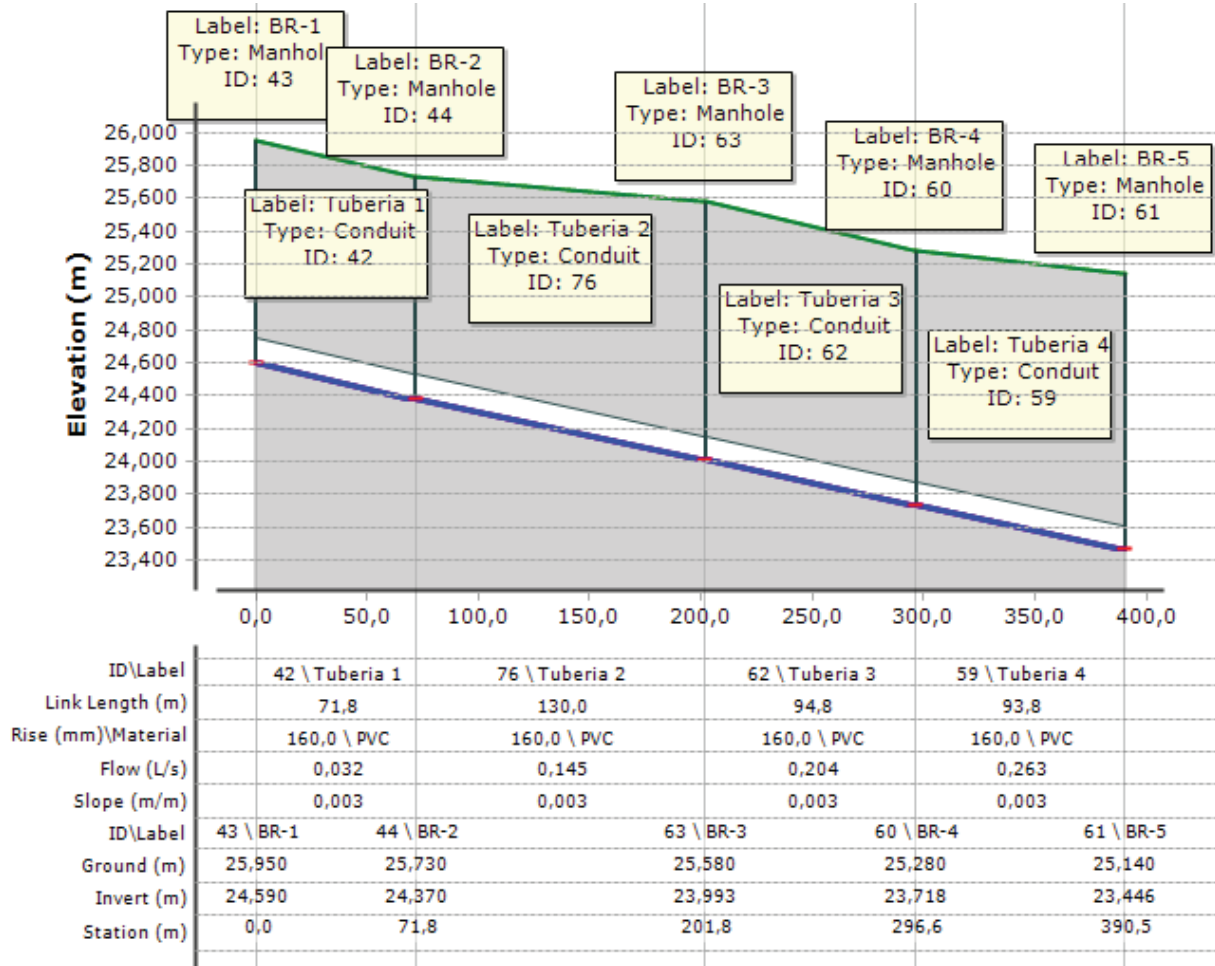


Figura N° 69. Perfil hidráulico tramo BR-1 a BR-5
Fuente. Elaboración propia.

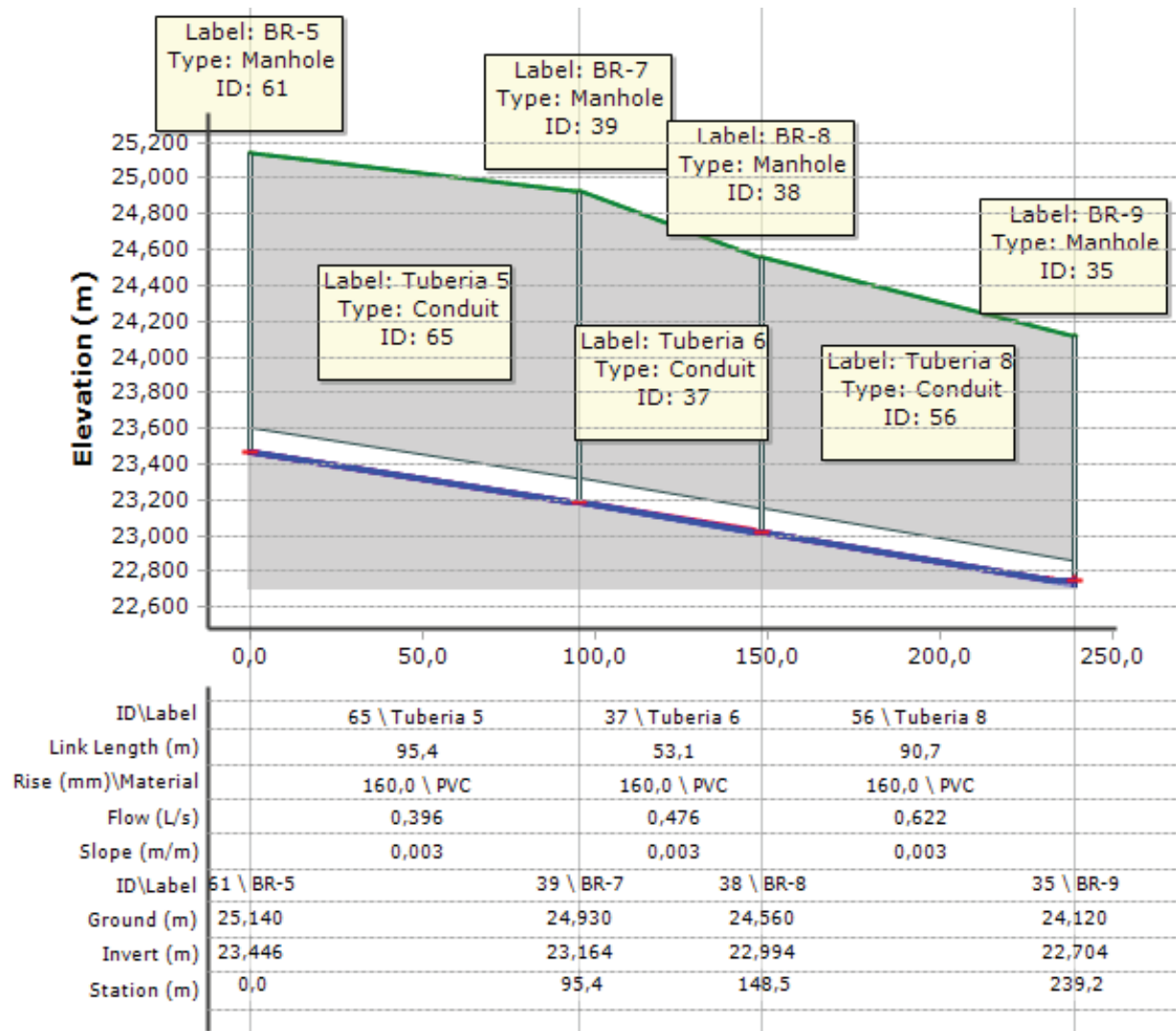


Figura N° 70. Perfil hidráulico tramo BR-5 a BR-9
 Fuente. Elaboración propia.

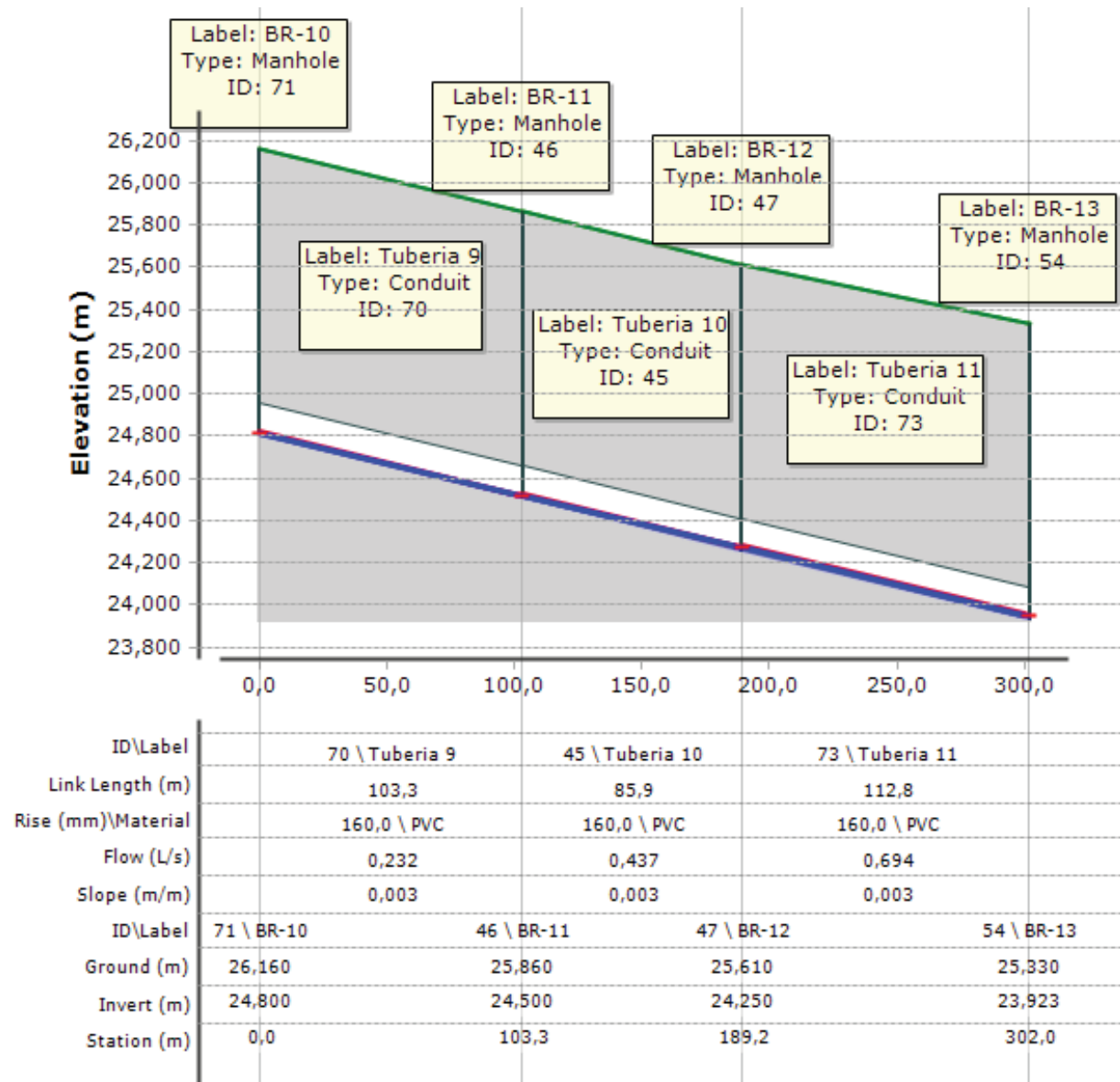


Figura N° 71. Perfil hidráulico tramo BR-10 a BR-13
Fuente. Elaboración propia.

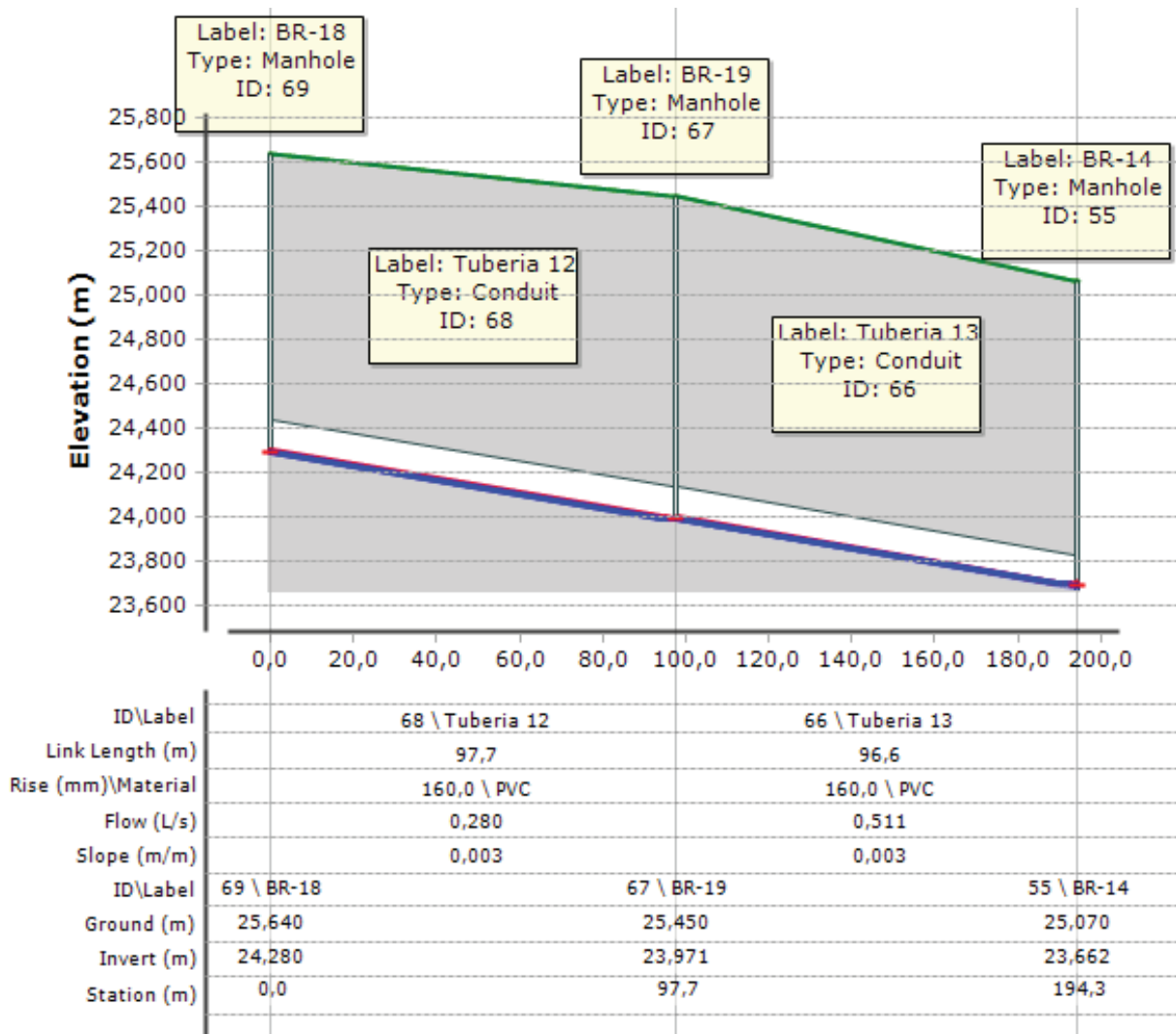


Figura N° 72. Perfil hidráulico tramo BR-18 a BR-14
Fuente. Elaboración propia.

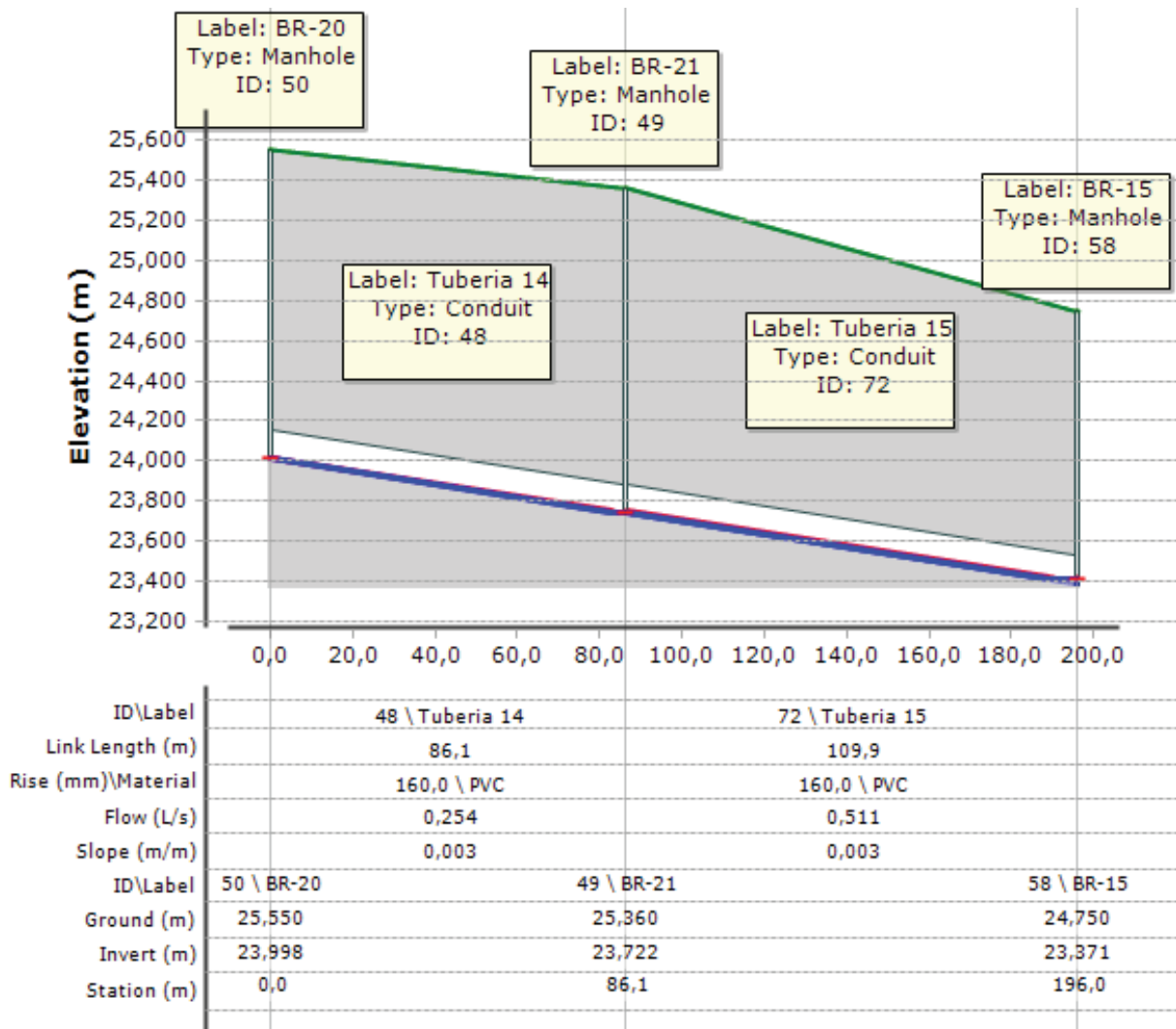


Figura N° 73. Perfil hidráulico tramo BR-20 a BR-15
 Fuente. Elaboración propia.

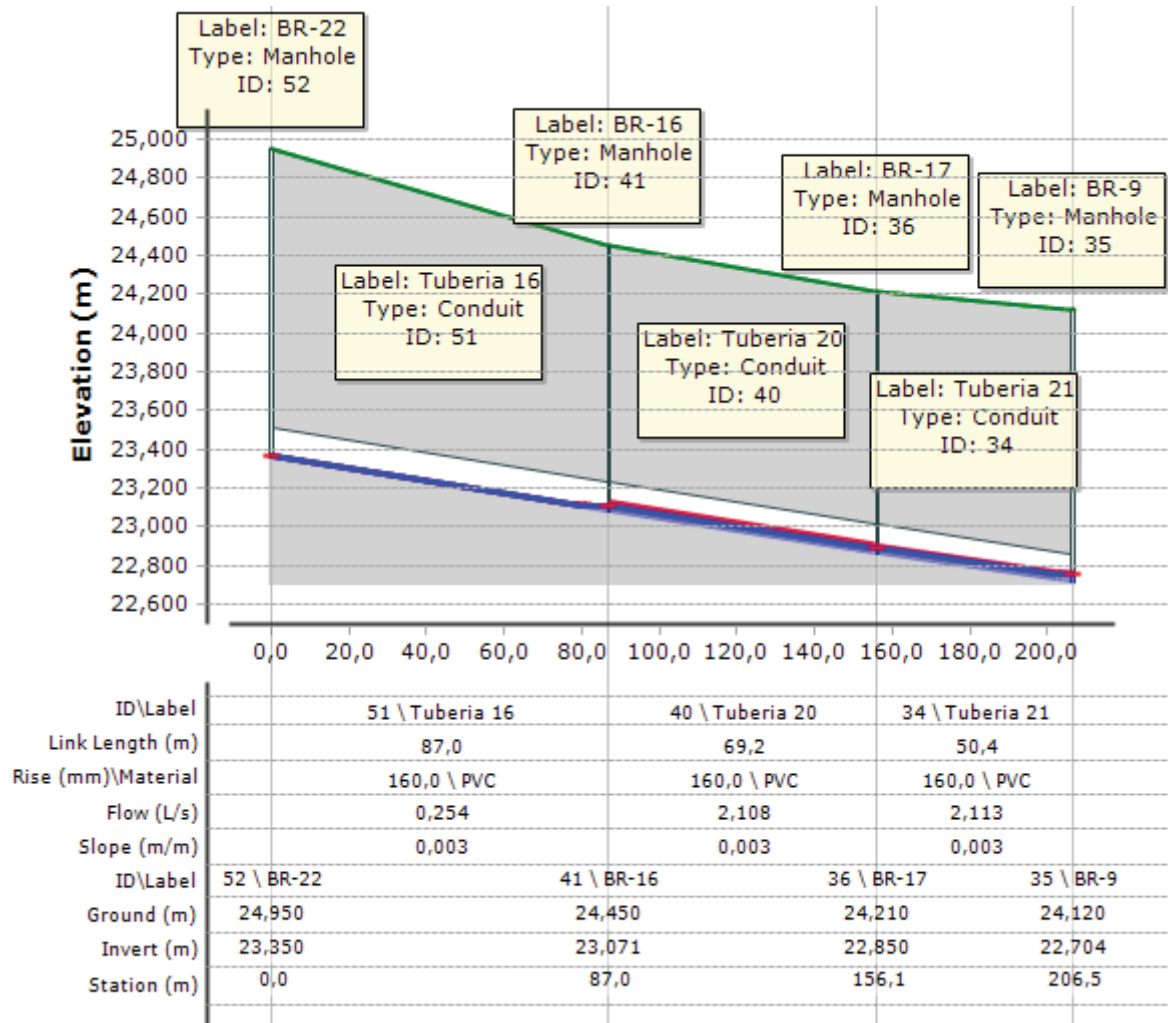


Figura N° 74. Perfil hidráulico tramo BR-22 a BR-9
 Fuente. Elaboración propia.

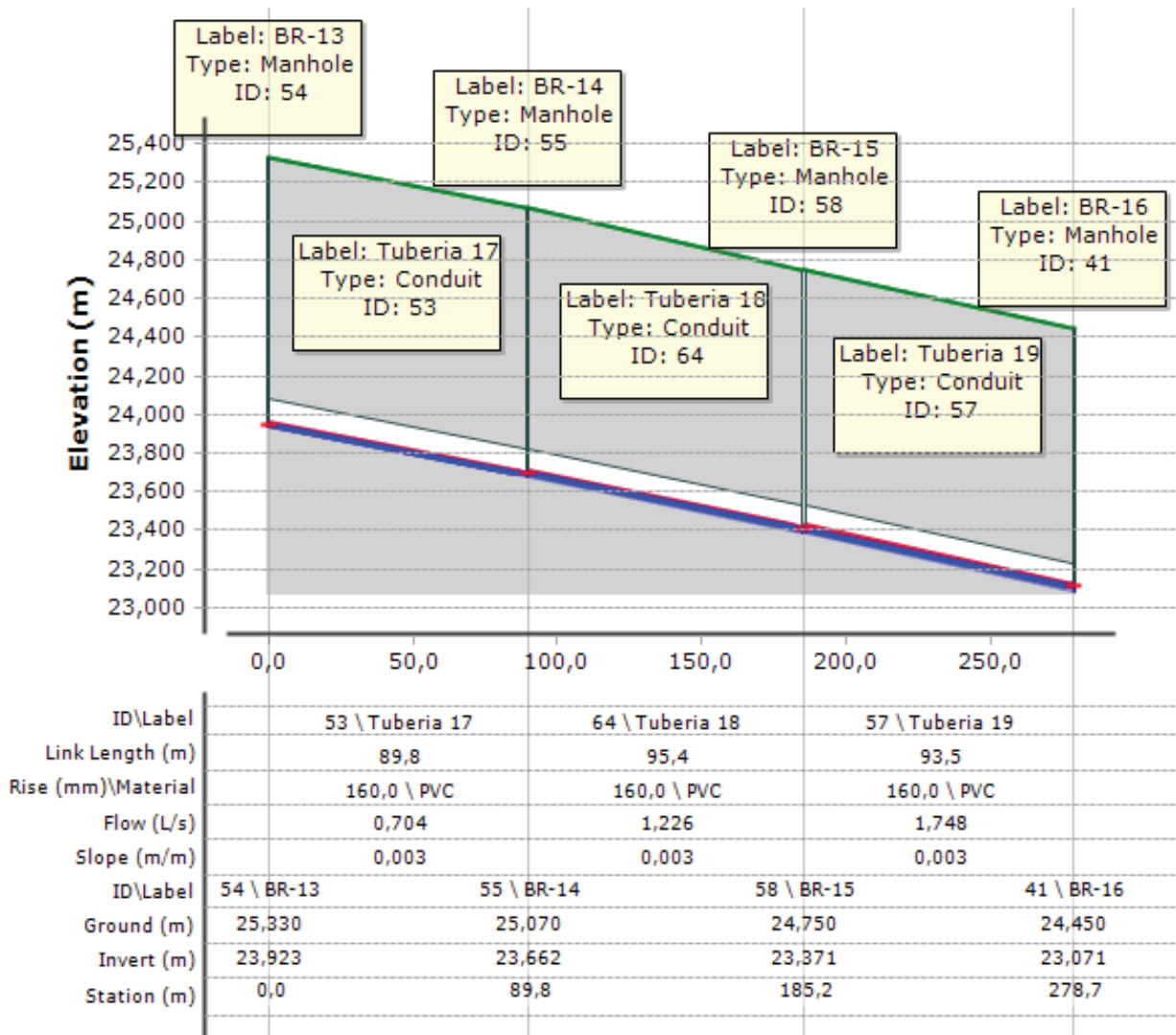


Figura N° 75. Perfil hidráulico tramo BR-13 a BR-16
 Fuente. Elaboración propia.

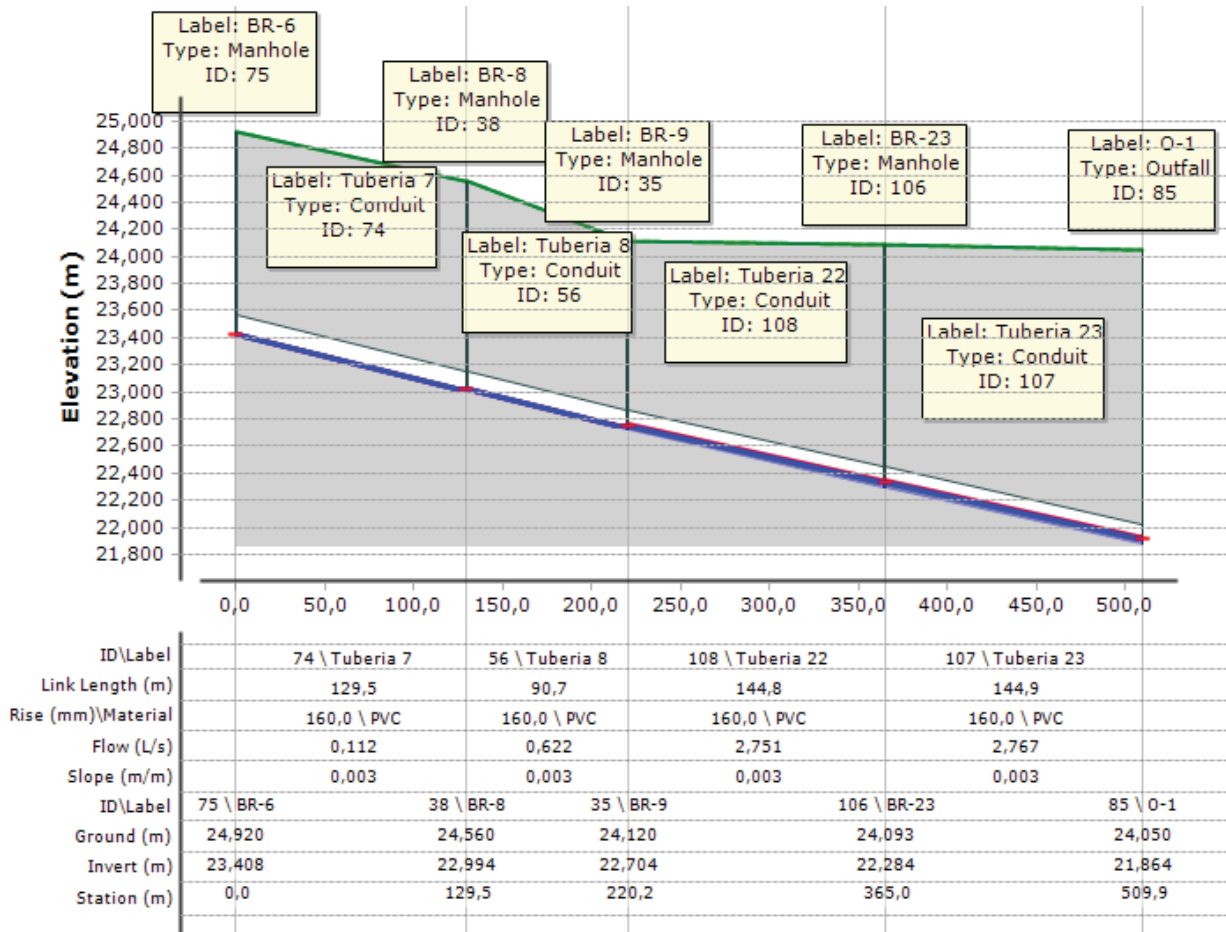







Figura N° 76. Perfil hidráulico tramo BR-6 a O-1
Fuente. Elaboración propia.

12.4 Especificaciones técnicas de equipos

Qty.	Description
1	<p>SLV.65.65 .09.2.50B</p>  <p>Note! Product picture may differ from actual product.</p> <p>Product No.: 96115123</p> <p>Non-self-priming, single-stage, centrifugal pump designed for handling wastewater, process water and unscreened raw sewage.</p> <p>The pump is designed for intermittent and continuous operations in submerged installation. The efficient SuperVortex impeller provides passage of long fibres and solids up to 2 9/16 in and is suitable for wastewater with a dry matter content of up to 5 %. A unique stainless-steel clamp assembling system enables quick and easy disassembly of the pump from the motor unit for service and inspection. No special tools are required. Pipework connection is via a DIN flange.</p> <p>Controls:</p> <p>Moisture sensor: without moisture sensors Water-in-oil sensor: without water-in-oil sensor AUTOADAPT: NO</p> <p>Liquid:</p> <p>Liquid temperature range: 32 .. 104 °F Density: 62.29 lb/ft³</p> <p>Technical:</p> <p>Maximum flow: 108 US GPM Type of impeller: SUPER VORTEX Maximum particle size: 2 9/16 in Primary shaft seal: SIC/SIC Approvals: LGA Curve tolerance: ISO9906:2012 3B2 Rated speed: 2870 rpm</p> <p>Materials:</p> <p>Pump housing: Cast iron EN-GJL-250 Impeller: Cast iron EN-GJS-400-15 Motor: EN-GJL-200</p> <p>Installation:</p> <p>Range of ambient temperature: 32 .. 104 °F Maximum operating pressure: 87.02 psi Flange standard: DIN Type of outlet connection: DIN Size of outlet connection: DN 65 Pressure rating: PN 10 Maximum installation depth: 23 ft Auto-coupling: 96090992</p> <p>Electrical data:</p>

		Company name:
		Created by:
		Phone:
		Date: 17/09/2023
Qty.	Description	
1	Power input - P1: 1.4 kW Rated power - P2: 1.21 HP Mains frequency: 50 Hz Rated voltage: 3 x 400-415 V Voltage tolerance: +6/-10 % Max starts per hour: 30 Rated current: 2.8 A Rated current at 3/4 load: 2.5 A Rated current at 1/2 load: 2.1 A Starting current: 21 A Rated current at no load: 1.9 A Cos phi - power factor: 0.76 Cos phi - p.f. at 3/4 load: 0.68 Cos phi - p.f. at 1/2 load: 0.58 Rated speed: 2870 rpm Motor efficiency at full load: 65 % Motor efficiency at 3/4 load: 61 % Motor efficiency at 1/2 load: 58 % Start. method: direct-on-line Enclosure class (IEC 34-5): IP68 Insulation class (IEC 85): F Explosion proof: no Cable type: H07RN-F Length of power cable: 32.8 ft Others: Net weight: 106 lb Danish VVS No.: 391297113	

		Company name: Created by: Phone:
		Date: 17/09/2023
Qty.	Description	
1	<p>Hydro MPC-S 2 CRI 5-5</p>  <p style="text-align: center;">Note! Product picture may differ from actual product</p> <p>Product No.: 96575950</p> <p>Pressure booster system supplied as compact assembly according to DIN standard 1988/T5.</p> <p>The pumps are all mains-operated CR(I) pumps.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Hydro MPC-S maintains the pressure through cutting in/out the CR(I) pumps. * The system performance is adapted to the demand through cutting in/out the required number of CR(I) pumps and through parallel control of the pumps in operation. * Pump changeover is automatic and depends on load, time and fault. <p>The system consists of these parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> * vertical multistage centrifugal pumps, type CRI 5-5. * The pumps are mains-operated (start/stop). * Pump parts in contact with the pumped liquid are made of stainless steel EN DIN 1.4301. * Pump bases and heads are of either cast iron/stainless steel (CRI) or cast iron EN-GJS-500-7 (CR), depending on pump type; other vital parts are made of stainless steel EN DIN 1.4301. * The pumps are equipped with the service-friendly cartridge shaft seal HQQE (SiC/SiC/EPDM). * Two manifolds of stainless steel EN DIN 1.4571. * Base frame of stainless steel EN DIN 1.4301 up to CR 64. Above CR 64 the pumps are placed on a galvanized C-profile frame. * One non-return valve (POM) and two isolating valves for each pump. * Non-return valves are certified according to DVGW, isolating valves according to DIN and DVGW. * Adapter with isolating valve for connection of diaphragm tank. * Pressure gauge and pressure transmitter (analog output 4-20 mA). * Control MPC in a steel cabinet, IP 54, including main switch, all required fuses, motor protection, switching equipment and microprocessor-controlled CU 352. <p>Dry-running protection and diaphragm tank are available according to the list of accessories.</p> <p>Pump operation is controlled by Control MPC with the following functions:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Mains-operated pumps(start/stop). * Constant Pressure – the system is able to maintain an almost constant pressure through cutting in/out the required number of pumps. * System overview – Nice system overview via pump animation and icons on color screen. * Dry-running protection – increase your system reliability and decrease maintenance costs. * Alarm & Warnings – real time alarms and warnings on the color display reduces downtime. * Alarm & Warnings logger – storage of up to 24 alarms and warnings makes fault analyzing easier. * Monitoring – the CU 352 holds several monitoring possibilities such as pressure level, pump outside duty range, this gives you great system insights. * Logged data – valuable insights available on the big color screen or exported to a PC for further analysis. * Protective functions – Several functions ensure reliable and safe operation and the result is longer lifetime. * Clock program – setpoint automatically reduced to the required value at any given time which means money saved on energy. * Redundancy – it is possible to assign one or more standby pumps, these will take over in case of failure. * Pump test run – prevents pumps from seizing up and liquid from decaying in the pumps and removes trapped air. 	

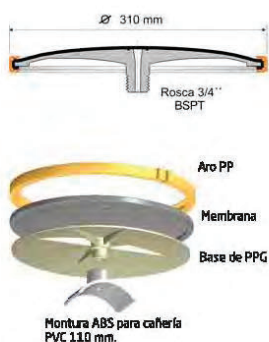
	Company name: Created by: Phone: Date: 17/09/2023														
Qty.	Description														
1	<ul style="list-style-type: none"> * Emergency run – pumps keep running regardless of warnings and alarms. * Forced pump changeover – setting of pump changeover so the pumps run for the same number of operation hours. * Fall back sensor - If the Primary sensor fails, the system will automatically be regulating on the fallback sensor at a predefined setpoint, thereby you avoiding downtime in case of primary sensor fault. * Communication – Ethernet, PLC via IO 351, Modbus-Profibus-LON-GSM-GPRS via CIU modules. * Multi language - wide range of operating languages. <p>Pumps, piping, cabling complete as well as Control MPC are mounted on the base frame. The booster system has been preset and tested.</p> <p>There are options to upgrade the pressure boosting system.</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Flow media:</td> <td>Water</td> </tr> <tr> <td>Allowed liquid temp.:</td> <td>5 °C .. 60 °C</td> </tr> <tr> <td>System pressure max.:</td> <td>16 bar</td> </tr> <tr> <td>Flow (Plant):</td> <td>20.4 m³/h</td> </tr> <tr> <td>Nom. current of plant:</td> <td>6.5 A</td> </tr> <tr> <td>Nominal power:</td> <td>1.5 kW</td> </tr> <tr> <td>Net weight:</td> <td>127 kg</td> </tr> </table>	Flow media:	Water	Allowed liquid temp.:	5 °C .. 60 °C	System pressure max.:	16 bar	Flow (Plant):	20.4 m³/h	Nom. current of plant:	6.5 A	Nominal power:	1.5 kW	Net weight:	127 kg
Flow media:	Water														
Allowed liquid temp.:	5 °C .. 60 °C														
System pressure max.:	16 bar														
Flow (Plant):	20.4 m³/h														
Nom. current of plant:	6.5 A														
Nominal power:	1.5 kW														
Net weight:	127 kg														



Información Técnica

Los difusores de membrana Repicky se fabrican en dos versiones, de burbuja fina y de burbuja gruesa.

Los primeros, modelo RG-300 con miles de microperforaciones, permiten obtener valores muy altos de transferencia de O₂ siendo ideales para su instalación en los reactores aeróbicos de las plantas de tratamiento de efluentes, tanto industriales como cloacales.

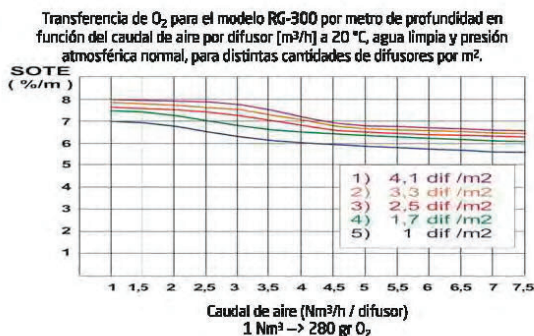


Para otros diámetros o materiales de cañerías consultar el tipo de adaptador.

Por otra parte los difusores de burbuja gruesa modelo CB-300, se utilizan en tanques de equalización, digestores aeróbicos y también en cámaras de aireación de efluentes con muy baja demanda de O₂ (DBO).

Consulte por nuevos materiales disponibles para su efluente Industrial.

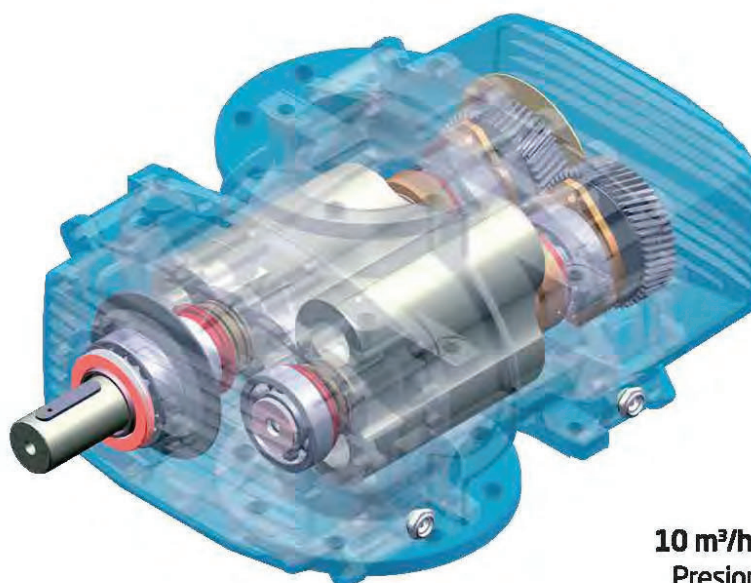
Difusor de burbuja fina RG-300	
Rango de caudal:	2 a 8 Nm ³ /hora
Caudal de diseño:	5 Nm ³ /hora
Pérdida de carga:	20 mbar para 2 Nm ³ /hora 40 mbar para 5 Nm ³ /hora 70 mbar para 8 Nm ³ /hora
Densidad:	1 a 6 difusores/m ²
SOTE:	15,4 gr. (5,5%) a 22,4 gr. (8%) por m ³ /h de aire y por m de profundidad.
Eficiencia de transferencia de O ₂ :	2,5 – 6 Kg. O ₂ /KWh



La membrana de EPDM o Acrilo nitrilo de ambos modelos, permite operar en forma intermitente, sin que ingrese líquido a las cañerías sumergidas facilitando el arranque de los sopladores de aire.

Difusor de burbuja gruesa CB-300	
Rango de caudal:	3 a 25 Nm ³ /hora
Caudal de diseño:	10 Nm ³ /hora
Pérdida de carga:	20 mbar para 3 Nm ³ /hora 40 mbar para 10 Nm ³ /hora 70 mbar para 25 Nm ³ /hora
Densidad:	0,5 a 3 difusores/m ²
SOTE:	5,1 gr. (1,8%) a 7,4 gr. (2,6%) por m ³ /h de aire y por m de profundidad.
Eficiencia de transferencia de O ₂ :	0,8 – 2 Kg. O ₂ /KWh

Sopladores de Aire y Bombas de Vacío de Lóbulos Rotativos



Serie RA

Equipos desde
10 m³/h a 12800 m³/h.
Presiones hasta 1 bar.
Vacío hasta 0,5 bar.

Los que saben
eligen **confiabilidad.**

Los que saben eligen

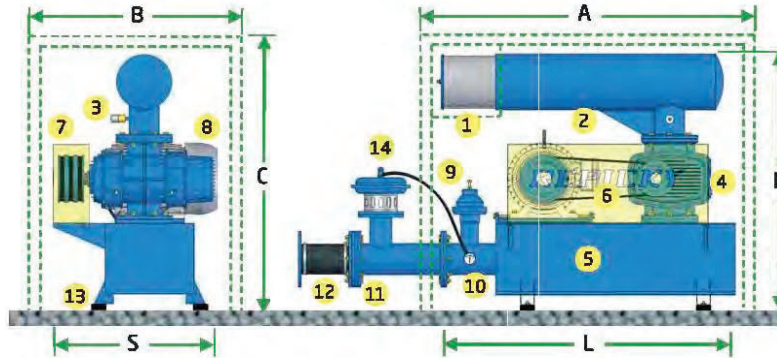
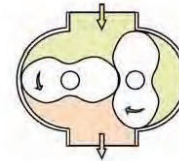


REPICKY

Desde 1965, el aire confiable en sus proyectos.

Sopladores y Bombas de Vacío de Lóbulos Rotativos

Equipo con accesorios



Referencias:

- 1- Filtro de aire
- 2- Silenciador de admisión (para equipos de vacío lleva brida ANSI para conexión a proceso)
- 3- Indicador de filtro obstruido (IFO)
- 4- Soplador o Cabezal
- 5- Base compacta con silenciador de impulsión incluido
- 6- Transmisión por correas y poleas o acople elástico.
- 7- Cubretransmisión
- 8- Motor normalizado (puede ser provisto por el cliente)
- 9- Válvula de alivio por presión o vacío.

- 10- Manómetro en baño de glicerina
- 11- Válvula de retención a clapeta
- 12- Amortiguador de vibraciones de caucho
- 13- Tacos antivibratorios (pueden ser provistos por el cliente)

Opcionales:

- 14- Válvula automática para arranque sin carga y pieza Tee.
- Cabina acústica panelizada con reducción entre 15 y 20 db (A) dependiendo condiciones operativas.
- Termómetro con o sin contacto de máxima
- Presostato y/o vacuostato
- Amortiguador de vibraciones de acero inoxidable
- Motores especiales.

Medidas generales en mm

Modelo	A	B	C	L	S	H	Conexión Salida	Peso sin motor ni cabina [kg]
R100	1039	400	550	890	224	465	1,25" BSP	43
R200	850	500	590	950	432	572	2" BSP	93
R300	1125	864	1000	985	547	752	3" Brida ANSI	218
R500	1125	864	1000	965	674	799	3" Brida ANSI	261
R600	1448	1076	1234	1130	714	886	4" Brida ANSI	366
R1000	1448	1076	1234	1130	755	986	4" Brida ANSI	416
R1200	1448	1076	1234	1130	742	986	4" Brida ANSI	431
R1.5	2152	1372	1562	1460	838	1273	6" Brida ANSI	755
R2.0	2152	1372	1562	1823	990	1400	6" Brida ANSI	827
R2.5	2152	1372	1562	1823	1083	1400	6" Brida ANSI	1125
R3.0	2152	1372	1562	1823	1067	1400	6" Brida ANSI	1199
R3.5	2855	1950	2080	2020	1133	1580	8" Brida ANSI	1579
R3.8	2855	1950	2080	2020	1313	1580	8" Brida ANSI	1679
R4.0	2855	1794	2080	2020	1149	1710	8" Brida ANSI	1780
R4.5	3240	2145	2080	2565	1272	1877	10" Brida ANSI	2232
R5.0	3240	2145	2424	2565	1272	1957	10" Brida ANSI	2728
R5.5	2774	2528	2589	2970	1588	1780	12" Brida ANSI	3304
R6.0	2774	2528	2589	2970	1682	2070	12" Brida ANSI	3721
R6.5	3400	2700	2800	3428	2000	2340	14" Brida ANSI	4848

Tabla de Selección de Sopladores trabajando como Compresor

Los valores indicados con una tolerancia de +/- 5 %, tanto de caudal de aspiración como de potencia del cabezal sin accesorios, corresponden a presión atmosférica normal P= 1013 mbar y temperatura de admisión del aire T = 20°C. Para otros gases y/o condiciones operativas, consultar.



Modelo	RPM	100		200		300		400		500		600		700		800		900		1000		
		Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	
R100	1450	29.6	0.4	23.1	0.5	1.8	0.7	13.7	0.9													
	2250	54	0.6	47.5	0.8	42.2	1.1	38.1	1.4	34.3	1.6	30.8	1.8									
	2900	74	0.7	67.3	1.1	62.2	1.4	57.9	1.6	54.1	2.0	50.6	2.3	47.4	2.7							
	4500	123	1.5	116	1.6	111	2.1	107	2.6	103	3.1	99	3.7									
R200	1450	63	0.6	52	0.9	43.3	1.3	35.9	1.6													
	2250	112	0.9	101	1.4	92.1	1.9	84.6	2.4	78.1	2.9	72.1	3.4	106	5.1							
	2900	152	1.2	140	1.8	132	2.4	124	3.1	118	3.8	112	4.5	106	5.1	101	5.7					
	4500	249	1.7	238	2.8	229	3.8	222	4.9	215	5.8	209	6.9	204	7.9							
R300	1450	89	0.6	80	1.1	65	1.5	56	1.9	48	2.4											
	2250	158	0.9	142	1.6	131	2.3	122	3.0	114	3.7	107	4.4	100	5.0							
	2900	210	1.2	195	2.0	185	3.0	176	3.6	168	4.6	161	5.6	154	6.5	148	7.5					
	4500	342	1.8	328	3.2	318	4.7	309	6.0	301	7.4	293	8.7	286	10.2	280	11.5					
R500	1450	142	1.0	132	1.6	112	2.3	101	3.0	91	3.6	82	4.3	74	4.9							
	2250	241	1.5	225	2.5	211	3.6	200	4.6	190	5.6	181	6.7	173	7.8							
	2900	322	1.9	306	3.3	292	4.6	281	5.9	271	7.3	262	8.6	254	10.0	245	11.3					
	4500	521	3.0	504	5.0	491	7.1	480	9.2	470	11.3	461	13.4	452	15.4	444	17.6	437	19.6			
R600	1450	185	1.2	158	2.1	138	3.0	120	3.9	105	4.9											
	2250	319	1.8	293	3.3	272	4.7	255	6.1	239	7.5	225	8.9	212	10.3							
	2900	429	2.4	402	4.2	382	6.0	364	7.9	349	9.7	335	11.4	321	13.3	309	15.1					
	4500	698	3.7	692	6.5	651	9.3	634	12.1	618	14.9	604	17.8	591	20.7							
R1000	1450	297	2.0	275	3.3	259	4.6	245	5.8	232	7.2	221	8.4	210	9.7							
	2250	487	3.1	466	5.1	448	7.1	435	9.1	422	11.1	411	13.1	400	15.0	390	17.1	381	19.0			
	2900	641	4.0	620	6.6	603	9.1	589	11.7	577	14.3	565	16.8	555	19.4	545	21.9	535	24.5	527	27.1	
	4300	974	5.9	953	9.8	936	13.6	922	17.4	910	21.1	898	24.9	888	28.7	878	32.6	868	36.4			
R1200	1450	433	2.5	407	4.4	387	6.2	370	8.1	355	9.8	341	11.8	329	13.5	317	15.3					
	2250	703	4.0	677	6.8	657	9.6	640	12.4	625	15.2	612	18.0	599	21.0	587	23.8					
	2900	922	5.0	897	8.7	877	12.4	860	16.0	845	19.7	831	23.3	819	27.0	807	30.6					
	4300	1395	7.6	1370	13.0	1350	18.3	1333	23.8	1318	29.2	1304	34.5	1292	40.0							
R1.5	1450	605	4.0	570	6.5	543	9.0	520	11.6	499	14.2	481	16.7	464	19.2	448	21.7	448	21.7			
	2250	981	6.2	947	10.1	920	14.1	897	18.0	877	21.9	859	25.9	840	29.9	825	33.8	809	37.7	795	41.7	
	2900	1288	8.0	1253	13.1	1226	18.1	1203	23.2	1183	28.3	1164	33.4	1147	38.4	1131	43.6	1115	48.6	1101	53.7	
	3400	1523	9.5	1489	15.3	1461	21.2	1438	27.3	1371	31.2	1352	37.9	1335	43.7	1319	49.6	1304	55.3	1290	61.1	
R2.0	1450	892	5.1	850	8.8	816	12.5	788	16.2	763	19.8	740	23.5	719	27.2	699	30.8					
	2250	1437	8.0	1395	13.7	1362	19.4	1333	25.0	1308	30.7	1285	36.5	1264	42.2	1244	47.8					
	2900	1881	10.3	1838	17.6	1805	24.9	1776	32.3	1751	39.7	1728	46.9	1707	54.3	1688	61.7					
	3400	2222	12.0	2178	20.7	2146	28.3	2117	37.8	2126	47.1	2069	55.1	2048	63.7							
R2.5	1450	1269	7.5	1213	13.3	1170	19.2	1133	25.1	1100	31.0	1070	36.8									
	2250	2039	11.6	1983	20.7	1940	29.8	1903	38.9	1870	48.0	1840	57.1									
	2900	2665	15.0	2609	26.7	2566	38.4	2528	50.2	2495	61.9	2465	73.7									
	3400	3147	17.5	3090	31.3	3046	45.2	3009	58.9	2976	72.5											
R3.0	1450	1268	7.4	1212	12.5	1168	17.8	1131	22.9	1098	28.1	1068	33.3	1041	38.5	1015	43.7	990	48.8			
	1750	1556	8.9	1500	15.1	1457	21.4	1420	27.6	1387	34.0	1357	40.2	1329	46.4	1303	52.7	1279	59.0	1255	65.2	
	2250	2037	11.4	1981	19.5	1937	27.5	1900	35.5	1867	43.6	1837	51.6	1810	59.7	1784	67.7	1759	75.8	1736	83.8	
	2750	2517	14.0	2462	23.8	2418	33.7	2381	43.5	2348	53.3	2318	63.1	2290	72.9	2264	82.7	2240	92.6			
R3.5	1450	1707	9.2	1626	16.2	1562	23.3	1508	30.3	1461	37.2	1418	44.3	1377	51.3	1340	58.4					
	1750	2097	11.1	2016	19.6	1953	28.0	1899	36.6	1851	45.0	1808	53.4	1768	62.0	1731	70.4					
	2250	2748	14.3	2667	25.1	2605	38.1	2551	48.9	2503	57.9	2460	68.2	2420	79.6	2382	90.6					
	2750	3400	17.5	3319	30.7	3256	44.1	3202	57.4	3144	70.7	3111	84.1	3071	97.4	3033	111					
R3.8	1450	2408	12.2	2280	22.2	2180	32.2	2098	42.3	2020	52.3	1952	62.4									
	1750	2967	14.7	2838	26.9	2738	38.9	2654	51.2	2578	63.1	2510	75.3									
	2250	3897	18.9	3768	34.5	3668	50.1	3583	65.6	3508	81.2	3440	98.7									
	2750	4827	23.2	4698	42.2	4598	61.2	4513	80.2	4438	99.2	4370	118									
R4.0	1000	1676	9.4	1600	16.3	1539	23.2	1488	30.1	1442	36.9	1400	43.7	1363	50.6	1326	57.5	1293	64.4	1259	77.3	
	1450	2510	13.6	2432	23.6	2372	33.6	2320	43.6	2274	53.4	2233	63.4	2196	73.5	2160	83.4	2126	93.4	2094	103	
	1750	3065	16.4	2987	28.4	2927	40.5	2876	52.6	2830	64.6	2788	76.6	2750	88.7	2714	101	2681	113	2648	125	
	2150	3804	20.2	3728	34.9	3667	49.8	3616	64.5	3570	79.3	3528	94.1	3490	109	3454	124	3421	139			
R4.5	1000	2262	11.7	2160	21.0	2090	30.3	2014	39.6	1953	48.8	1900	58.1	1848	67.3	1800	77					
	1450	3392	17.1	3281	30.5	3202	43.9	3134	57.3	3074	70.8	3020	84.2	2970	97.7	2923	111					
	1750	4131	20.6	4028	36.8	3950	55.7	3882	69.3	3822	85.5	3768	102	3718	118	3670	134					
	2150	5128	25.3	5025	45.2	4947	65.2	4878														

Tabla de Selección de Sopladores trabajando como Bomba de Vacío

Los valores indicados con una tolerancia de +/- 5 %, tanto de caudal de succión como de potencia del cabezal sin accesorios, corresponden a descarga a presión atmosférica normal P= 1013 mbar y temperatura de admisión del aire T = 20°C. Para otros gases y/o condiciones operativas, incluyendo necesidades simultáneas de presión y vacío, consultar.

Modelo	RPM	100		200		300		400		500	
		Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP	Q m³/h	P HP
R100	1450	29	0,4	20	0,5	12	0,7				
	2250	53	0,6	45	0,8	37	1,1				
	2900	73	0,7	64	1,1	57	1,4				
	4500	122	1,1	113	1,7	105	2,1	97	2,6		
R200	1450	62	0,6	47	0,9	34	1,3				
	2250	110	0,9	96	1,4	82	1,9				
	2900	150	1,2	136	1,9	122	2,4	108	3,104		
	4500	248	1,7	233	2,9	219	3,8	205	5		
R300	1450	87	0,6	70	1,1	53	1,5				
	2250	154	0,9	136	1,7	119	2,3	101	3,0		
	2900	207	1,2	190	2,1	173	3,0	155	3,9		
	4500	340	1,8	322	3,3	306	4,7	288	6,0		
R500	1450	140	1,0	118	1,7	104	2,3				
	2250	240	1,5	210	2,6	197	3,7	169,75	4,7		
	2900	319	1,9	298	3,4	277	4,6	256	5,9		
	4500	518	3,0	496	5,2	476	7,1	454	9,2		
R600	1450	181	1,2	147	2,2	115	3,0				
	2250	315	1,8	281	3,4	249	4,7	215	6,1		
	2900	425	2,4	391	4,3	359	6,0	325	7,9		
	4500	686	3,7	660	6,7	628	9,3	594	12,1		
R1000	1450	294	2,0	266	3,4	240	4,6	212	5,8		
	2250	484	3,1	456	5,3	430	7,1	403	9,1		
	2900	638	4,0	611	6,8	585	9,1	557	11,7		
	4300	972	6,0	944	9,8	919	13,6	892	17,4	858	21,1
R1200	1450	429	2,5	396	4,5	365	6,2	322	8,1		
	2250	669	4,0	666	7	635	9,6	602	12,4		
	2900	919	5,0	896	9	854	12,4	822	16,0	784	19,7
	4300	1459	7,9	1426	14	1395	19,2	1362	24,8		
R1.5	1450	599	4,0	578	7	513	9,1	468	11,6		
	2250	976	6,2	932	10,4	889	14,1	844	18,0		
	2900	1283	8,0	1238	13,5	1197	18,7	1152	23,2	1103	28,3
	3400	1518	9,3	1474	15,8	1431	21,2	1386	27,3	1338	33,2
R2.0	1450	896	5,1	831	9,1	799	12,5	724	16,102		
	2250	1431	8,0	1376	14,1	1324	19,4	1269	25,0	1206	30,7
	2900	1874	10,3	1819	18,1	1767	24,9	1712	32,3	1648	39,7
	3400	2215	12,0	2160	21,3	2108	29,3	2053	37,8		
R2.5	1450	1261	6,6	1189	12,2	1121	17,0	1049	22,2		
	2250	2031	10,3	1959	18,9	1891	26,4	1819	34,4		
	2900	2657	13,3	2585	24,4	2516	34,0	2444	44,4		
	3400	3138	15,5	3066	28,6	2998	39,9	2925	52,1		
R3.0	1450	1260	7,4	1188	12,9	1120	17,8	854	19,7		
	1750	1548	8,9	1477	15,1	1408	22	1295,9	28,5	1214,4	34,9
	2250	2029	11,4	1957	19,5	1889	27,5	1816	35,5	1733	43,6
	2750	2509	14,0	2437	24,5	2369	33,7	2250	43,5	2214	53,3
R3.5	1450	1694	9,2	1591	16,7	1492	23,3	1382	30,3		
	1750	2085	11,1	1981	20,2	1882	28,0	1778	36,6		
	2250	2737	14,3	2632	25,9	25,34	36,1	2448	46,9	2308	57,8
	2750	3389	17,5	3284	31,7	3185	44,0	3080	57,4		
R3.8	1450	2390	12,2	2225	22,9	2070	32,3	1903	42,3		
	1750	2948	14,7	2784	27,7	2627	38,9	2462	51,0		
	2250	3878	18,9	3713	35,6	3558	50,1	3391	65,6	3202	81,2
	2750	4808	23,2	4643	43,5	4487	61,2	4329	80,2		
R4.0	1000	1685	9,4	1565	16,8	1472	23,2	1371	30,0		
	1450	2498	13,6	2399	24,3	2304	33,6	2204	43,6	2089	53,5
	1750	3053	16,4	2953	29,3	2859	39,9	2759	52,6	2644	64,6
	2150	3794	20,2	3693	36	3600	49,8	3499	64,5	3384	79,3
R4.5	1000	2247	11,7	2115	21,7	1992	30,3	1861	39,6		
	1450	3367	17,1	3237	31,4	3113	43,9	2980	57,3	2831	70,8
	1750	4115	20,6	3984	37,9	3860	53,0	3729	69,3	3577	85
	2150	5112	25,3	4980	46,6	4856	65,1	4725	85,1		
R5.0	900	3059	18,8	2888	32,4	2724	43,9	2552	56,6		
	1150	4000	24,2	3827	41,4	3665	56,3	3492	72,3		
	1450	5125	30,4	4952	52,2	4791	70,9	4620	91,2	4422	111
	1700	6066	35,6	5893	61,2	5729	83,1	5556	107	5360	131
R5.5	900	4616	25,0	4388	45,1	4173	62,5	3943	81		
	1150	6017	32,0	5788	57,7	5573	79,8	5343	104	5080	128
	1450	7691	40,4	7466	72,7	7252	101	7025	131	6760	161
	1700	9091	47,2	8866	85,2	8648	118	8423	153		
R6.0	800	5854	34,5	5585	60	5327	82	5049	106		
	1000	7450	43,2	7175	75	6919	102	6645	132	6328	162
	1200	9040	51,8	8764	90	8511	123	8234	158	7919	194
	1350	10233	58,3	9961	101	9888	138	10225	191	9109	218
R6.5	800	7892	42,6	7548	76,6	7230	106	6881	138		
	1000	10025	53,3	9689	95,8	9365	133	9017	172	8622	212
	1200	12158	63,9	11816	115	11493	159	11154	207	10760	254
	1350	13768	71,9	13425	129	13099	179	12749	233	12361	286



Recomendamos verificar con Repicky o su representante, el motor adecuado para las condiciones de operación solicitadas, ya sean de presión o vacío.



Conversión de Unidades

Caudal

Nm³/h (aire) x 1,0728 = m³/h std
Pie³/min (SCFM) x 1,69 = m³/h std
l/h x 0,001 = m³/h standard
L/min x 0,06 = m³/h std.

Presión

PSIG (lb/plg²) x 68,9 = mbar
At(Kg/cm²) x 980,06 = mbar
m H₂O a 4°C x 98 = mbar
mmHg a 0°C x 1,332 = mbar
Torr x 1,333 = mbar

Potencia

HP x 0,746 = Kw
Kw x 1,341 = HP



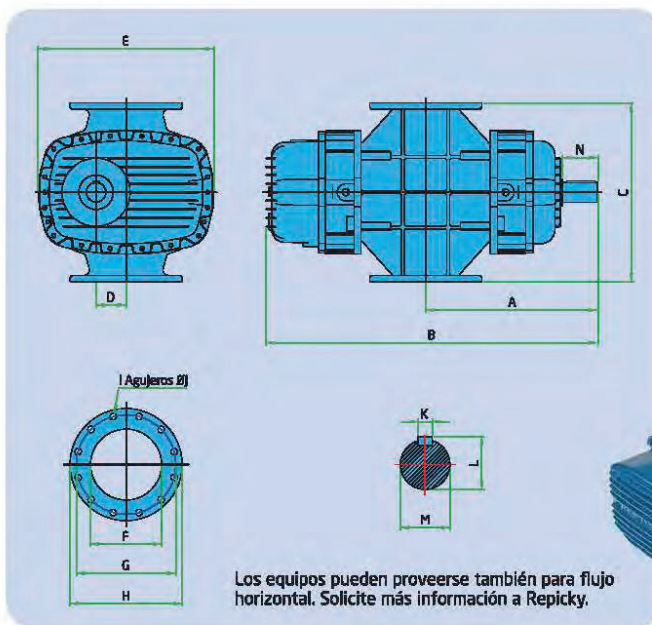
Soplador R300 con accesorios



Soplador MR-100, acople directo con accesorios



Soplador R 2.0 con accesorios



Rotores sincronizados



Cabezal R2.5AV

Modelo	Dimensiones Generales					Detalle Bridas					Eje				Peso Kg
	A	B	C	D	E	ØF	ØG	ØH	I	ØJ	K	L	ØM	N	
R100	Solicite folleto para este modelo														21
R200	200	382	193	34	215	50	125	150	4	11	8	33	30	66	38
R300	221	427	214	34	215	80	160	200	4	18	8	32	30	70	41
R500	258	516	260	43	260	80	160	200	4	18	12	42	40	85	64
R600	286	572	260	43	260	100	180	220	8	18	12	42	40	85	69
R1000	319	636	360	53,3	332	100	180	220	8	18	14	47,5	45	97	110
R1200	361	718	360	53,3	326	100	180	220	8	18	14	47,5	45	96	120
R1.5	376	741	400	67,5	430	150	240	285	8	22	16	57,5	55	99	193
R2.0	428	846	400	67,5	435	150	240	285	8	22	16	57,5	55	99	222
R2.5	498	986	400	67,5	430	150	240	285	8	22	16	57,5	55	99	234
R3.0	475	917	500	84	487	150	240	285	8	22	18	63	60	125	302
R3.5	529	1018	500	83,8	487	200	295	340	8	22	18	63	60	120	393
R3.8	620	1198	500	84	487	200	295	340	8	22	18	63	60	125	470
R4.0	542	1039	630	106	615	200	295	340	8	22	20	74	70	125	571
R4.5	607	1170	630	106	615	250	350	395	12	22	20	74	70	125	814
R5.0	605	1162	710	135	842	250	350	395	12	22	25	94	90	135	1250
R5.5	720	1392	710	135	842	300	400	440	12	22	25	94	90	135	1360
R6.0	837,5	1578	1000	167,5	960	300	400	445	12	22	28	106	100	210	1780
R6.5	947,5	1798	1000	167,5	975	350	460	505	16	22	28	106	100	210	2020

Más productos en
REPICKY.com.ar

**Sopladores y Bombas de Vacío
para prestaciones de máxima eficiencia**

Desde 1965 somos en Argentina la Empresa Líder en la fabricación de Sopladores y Bombas de Vacío tipo Roots libres de aceite, para aire y gases en general. Nuestros equipos, reconocidos por su robustez y confiabilidad, están presentes en las más importantes y exigentes instalaciones tanto en nuestro país como en el exterior. La línea RA de este catálogo comprende equipos que operan con presiones relativas de hasta 1 bar y vacío relativo de 0,5 bar. Disponemos de la línea de Vacío Medio RVM con valores hasta menos 0,9 bar relativos. Completan la línea nuestros boosters para alto vacío.

Los equipos Repicky son utilizados en:

- Transporte neumático por presión o vacío.
- Aireación de efluentes líquidos industriales y cloacales.
- Agitación neumática.
- Secado por vacío.
- Camiones succionadores y desobstructores.
- Como sobrealimentadores en presión y vacío.
- En envasadoras, metalizadoras por vacío o alto vacío.

Somos Proveedores de:
Industrias Alimenticias, Químicas, Textiles,
Curtiembre, Metalúrgicas, Petroquímicas,
Cementeras, Farmacéuticas, Gráficas,
Constructoras, Pesqueras, Piscicultura,
Industria del Vidrio y Mineras, entre otras.



Uso en transporte neumático por presión positiva



Uso en aireación de efluentes líquidos con difusores a membrana

Nuestros Ingenieros están capacitados para orientarlo en la selección del equipo más eficiente para su proceso, ya sea actual o futuro, permitiendo optimizar su inversión en cada etapa. Como concepto Integral brindamos servicios de puesta en marcha y mantenimiento acorde con las necesidades de nuestros clientes.



REPICKY

Gral. Smith 76 - (B1883FKB) Bernal Oeste - Bs. As. - Argentina
E-mail: info@repicky.com.ar - Web: www.repicky.com.ar
Tel/Fax: (54 11) 5354-5100 / 4259-2636



Seguinos en



Repicky se reserva el derecho de modificar parcial o totalmente la información contenida en este catálogo. Sugerimos solicitar medidas actualizadas al hacer su pedido.



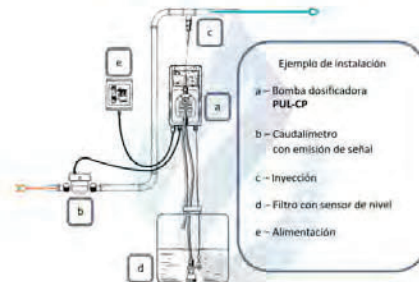
Dosificador Automático de Cloro modelo Pul-CP: Proporcionalidad Exacta

Usos

Recomendado para aplicaciones residenciales, comerciales e industriales.
 Dosifica cloro en la cantidad exacta de forma proporcional a la medición de caudal, para eliminar la contaminación biológica (Hongos, bacterias y virus) en toda la instalación de agua y mantiene su efecto durante el almacenado del agua en el tanque.
 Indicado para agua de pozo, no tratada o insegura.

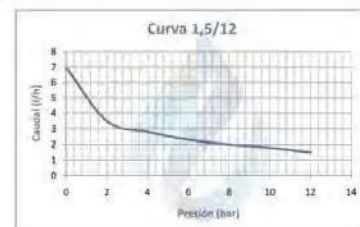
Incluye

- ❖ Bomba dosificadora electrónica a Diafragma (Teflón) con display digital.
- ❖ Reservorio de cloro de 20 litros en polietileno rotomoldeado con tapa.
- ❖ Kit reactivo de cloro cualitativo.
- ❖ 2 m de manguera de aspiración.
- ❖ 2 m de manguera de expulsión.
- ❖ 2 m de manguera de purga.
- ❖ 1 válvula de pie con filtro.
- ❖ 1 válvula de inyección.
- ❖ 1 Sensor de nivel.
- ❖ 1 manual de instalación y mantenimiento.
- ❖ Caudalímetro con emisión de Pulsos (Opcional, seleccionar medida de 1/2" a 6").
- ❖ **2 Años de Garantía Escrita.**



Características:

- ❖ Dosificación proporcional a: Caudal de Agua sentido por el caudalímetro.
- ❖ Caudal máximo de dosificación: 7 lts/hr de cloro (hasta 385.000 lts/hr de agua).
- ❖ Presión máxima de dosificación: hasta 12 bar.
- ❖ Medidas: 170 mm x 160 mm x 100 mm
- ❖ Peso total: 3 kg



Alumno: Mariano Abel Toto

Legajo: CYT-5427



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

3iA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL

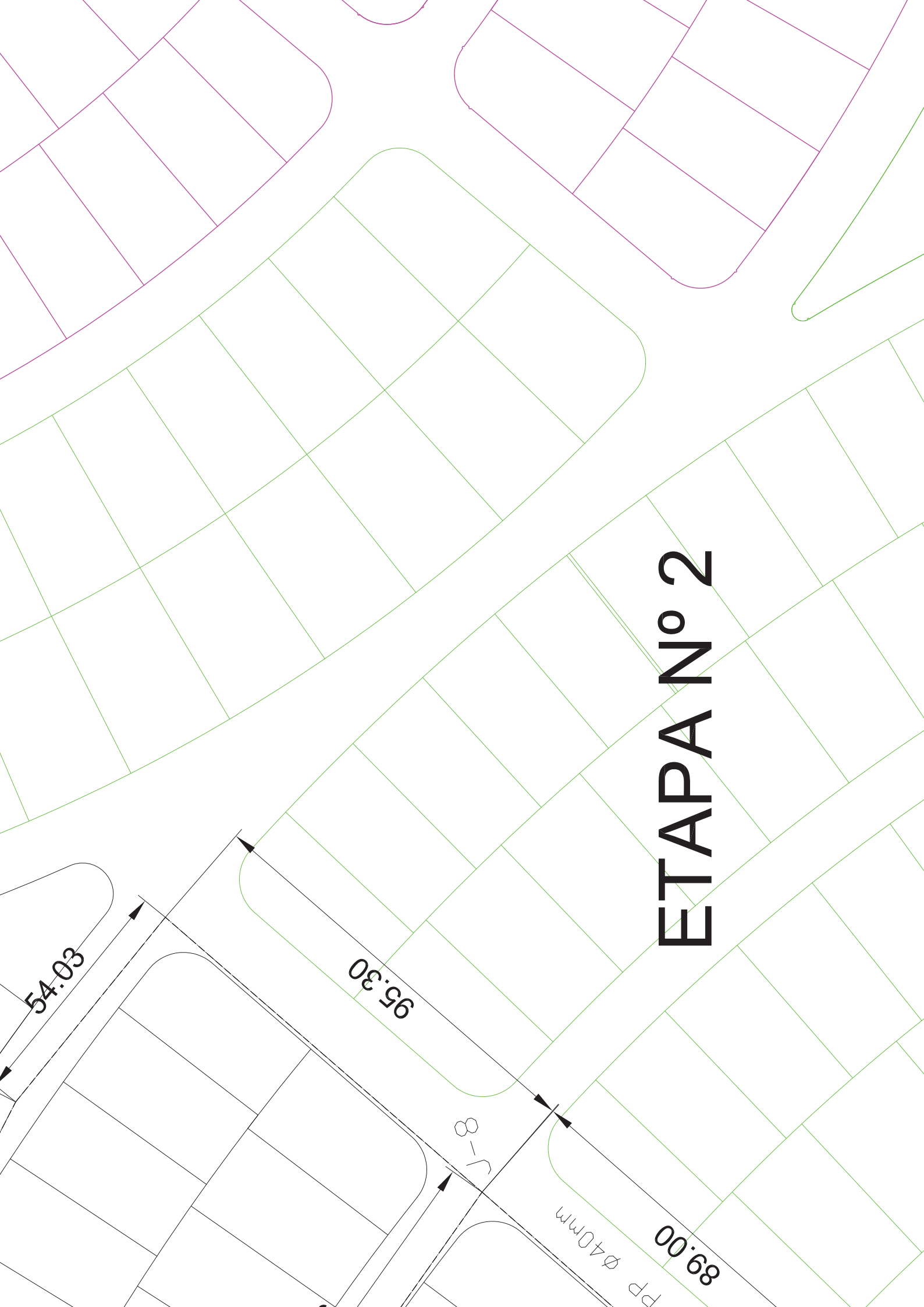
12.5 Planos



ETAPA Nº 2

ETAPA N°





54.03

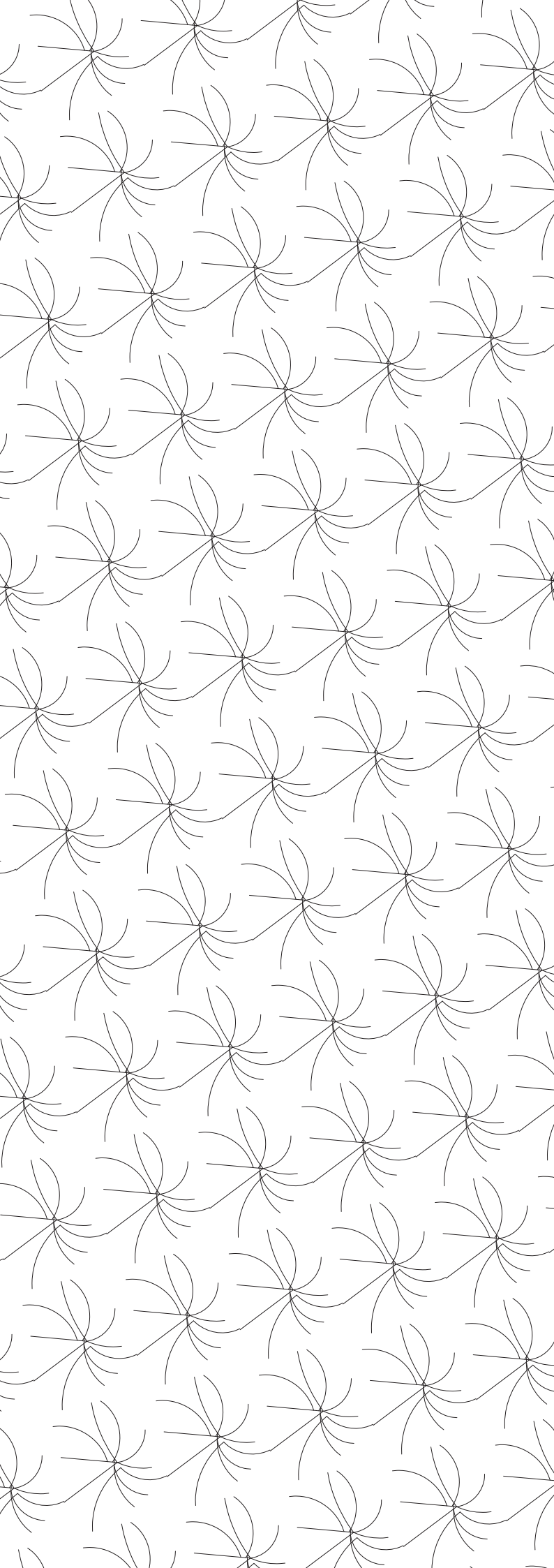
95.30

8.7

PP Ø40mm

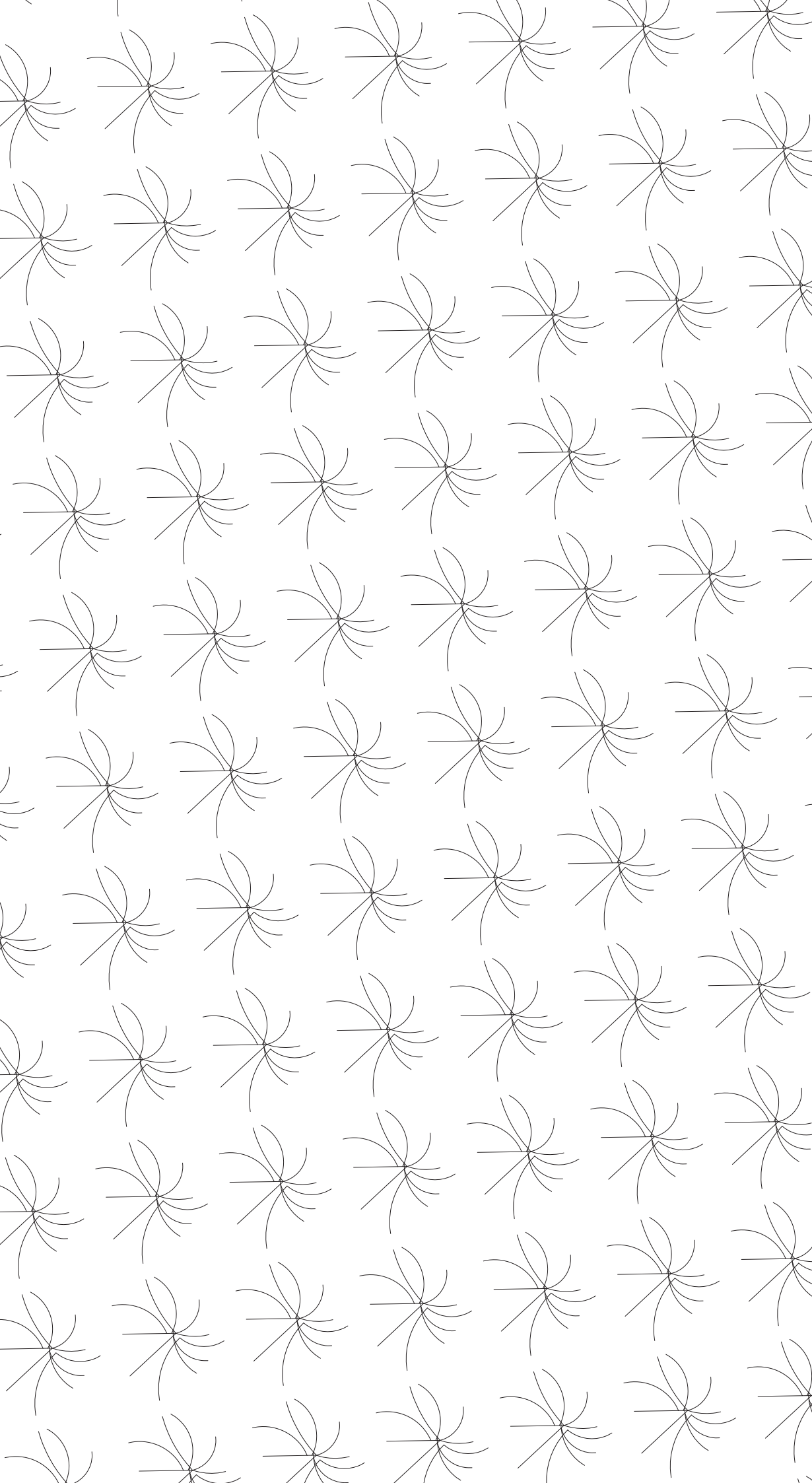
89.00

ETAPA Nº 2

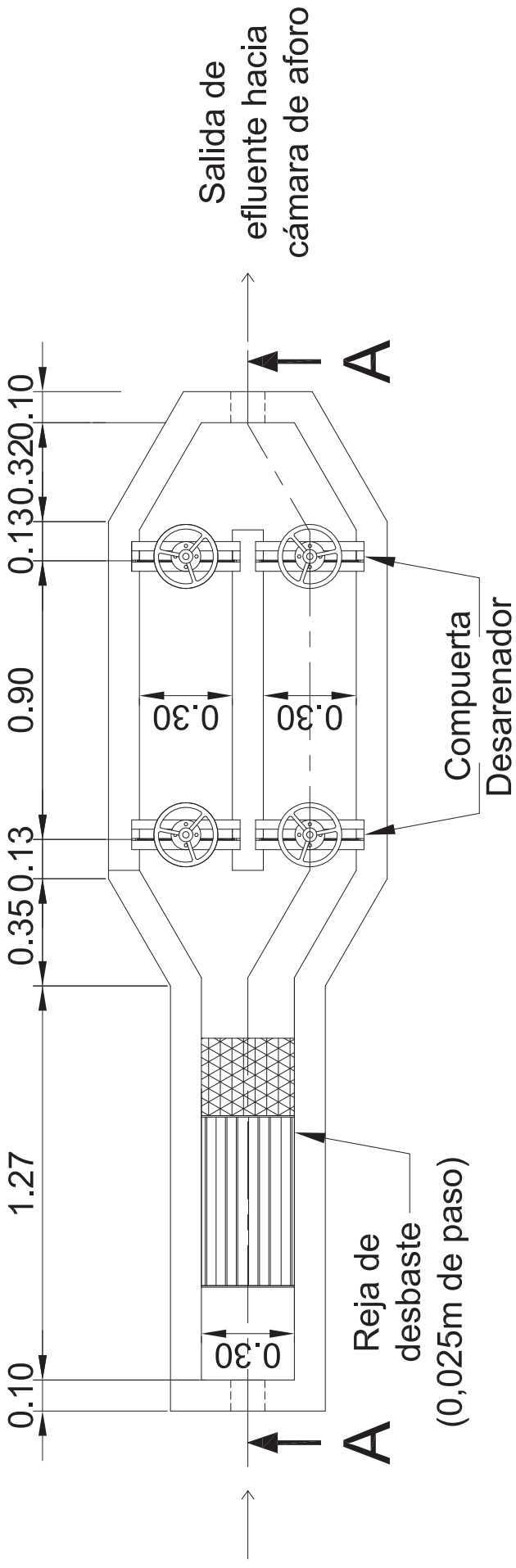


60.30

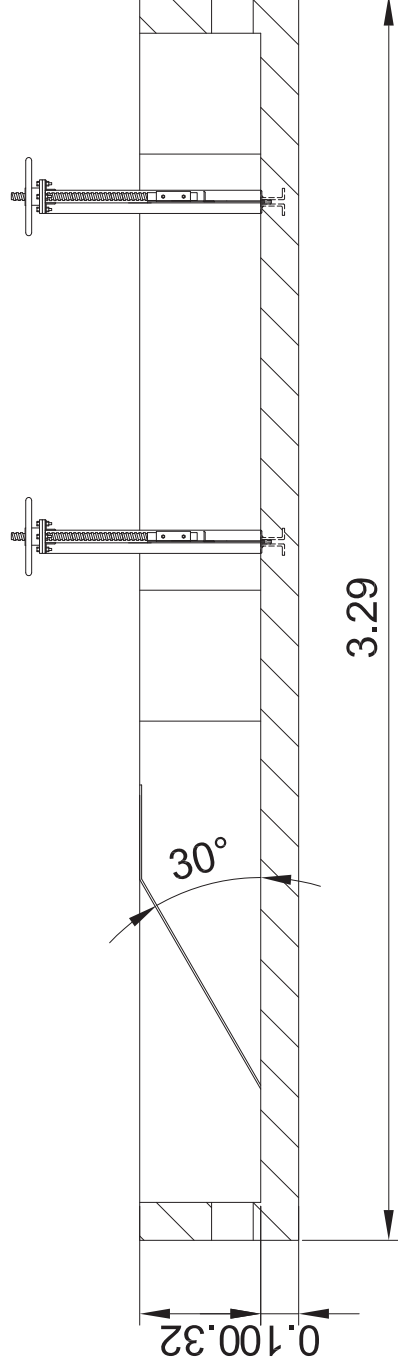
CAMARA DE AFORO
Y TOMAS DE MUESTRAS



Salida de efluente
veniente de la
colectora de
aguas grises



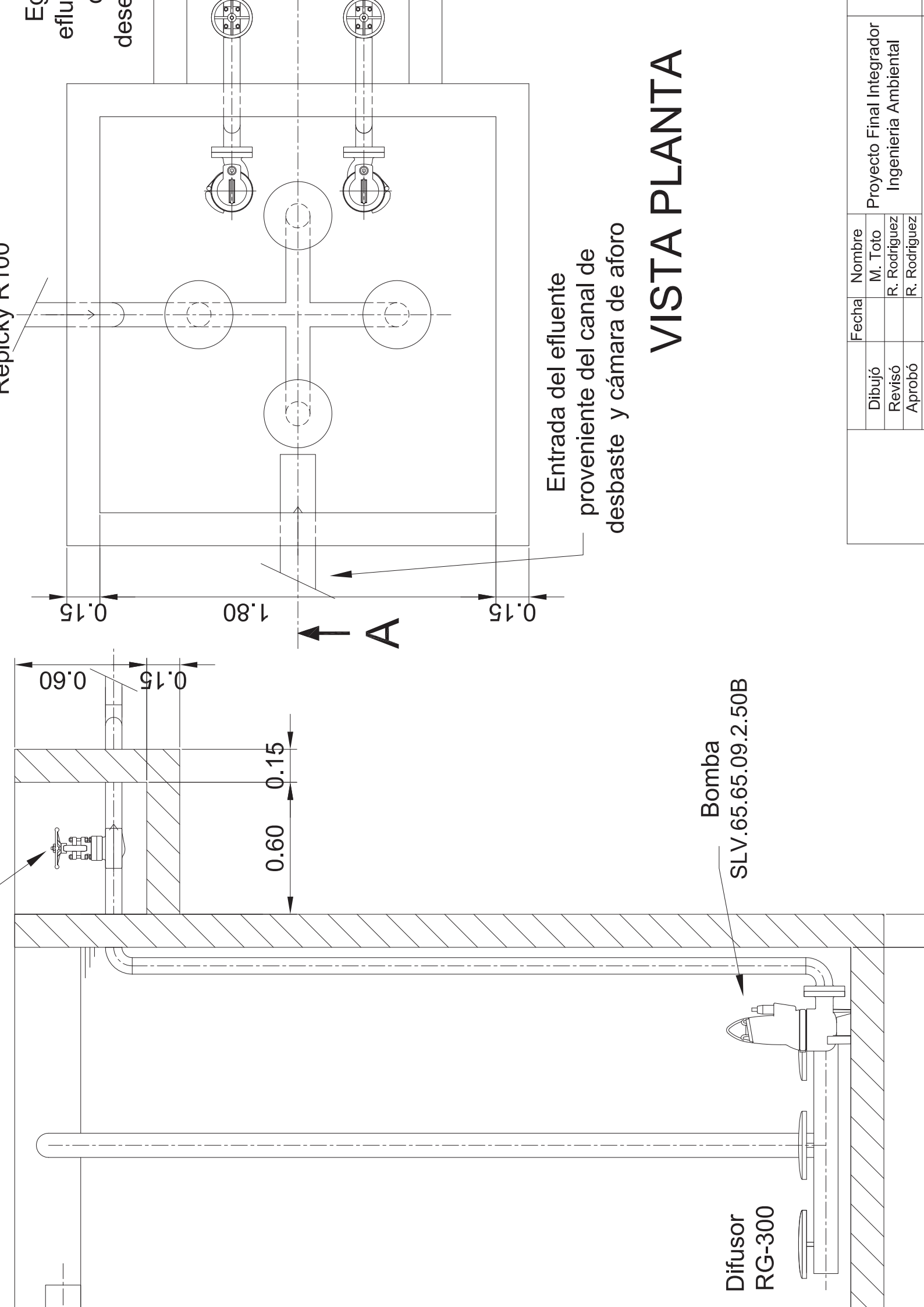
VISTA PLANTA



CORTE A-A

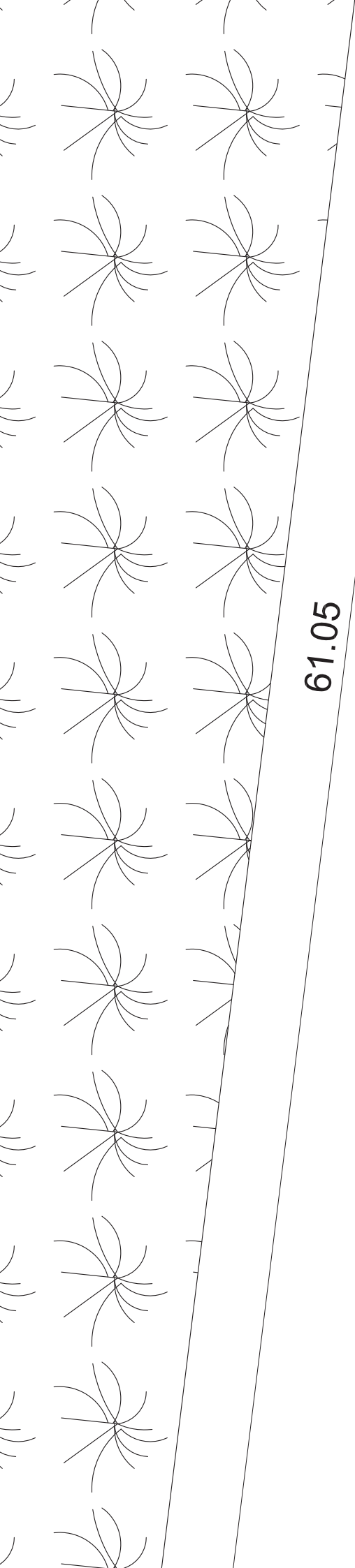
Fecha	Nombre
	M. Toto
	R. Rodriguez
	R. Rodriguez

Proyecto Final Integrador
Ingeniería Ambiental

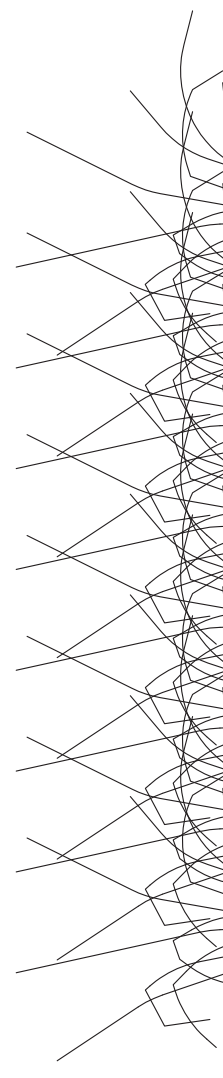


Fecha		Nombre	
Dibujó		M. Toto	
Revisó		R. Rodriguez	
Aprobó		R. Rodriguez	

Proyecto Final Integrador
 Ingeniería Ambiental



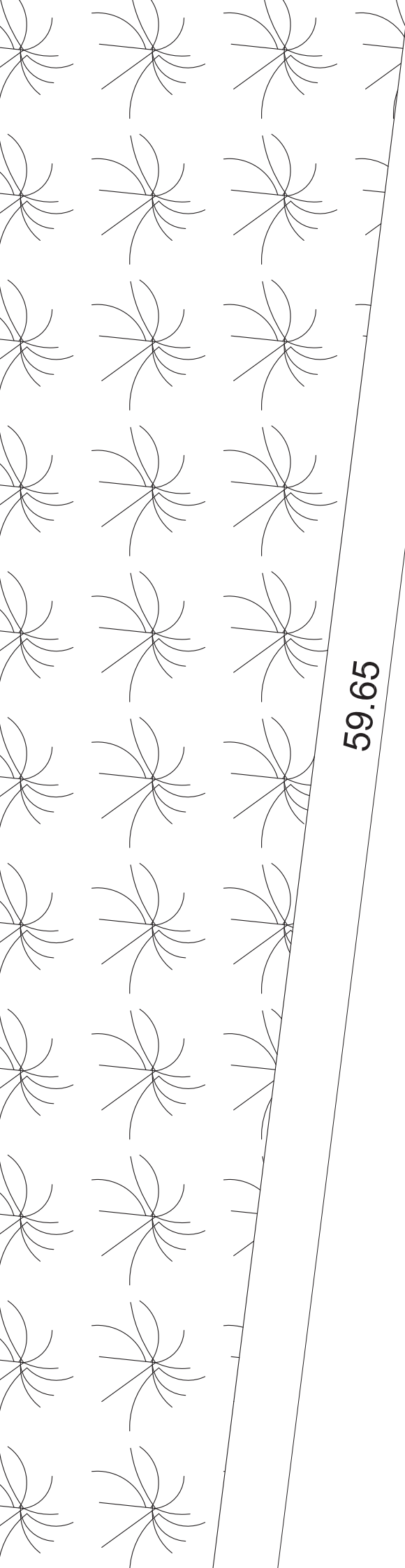
VISTA PLANTA
ESC 1:100



Gaviones

Escor

Granulomet



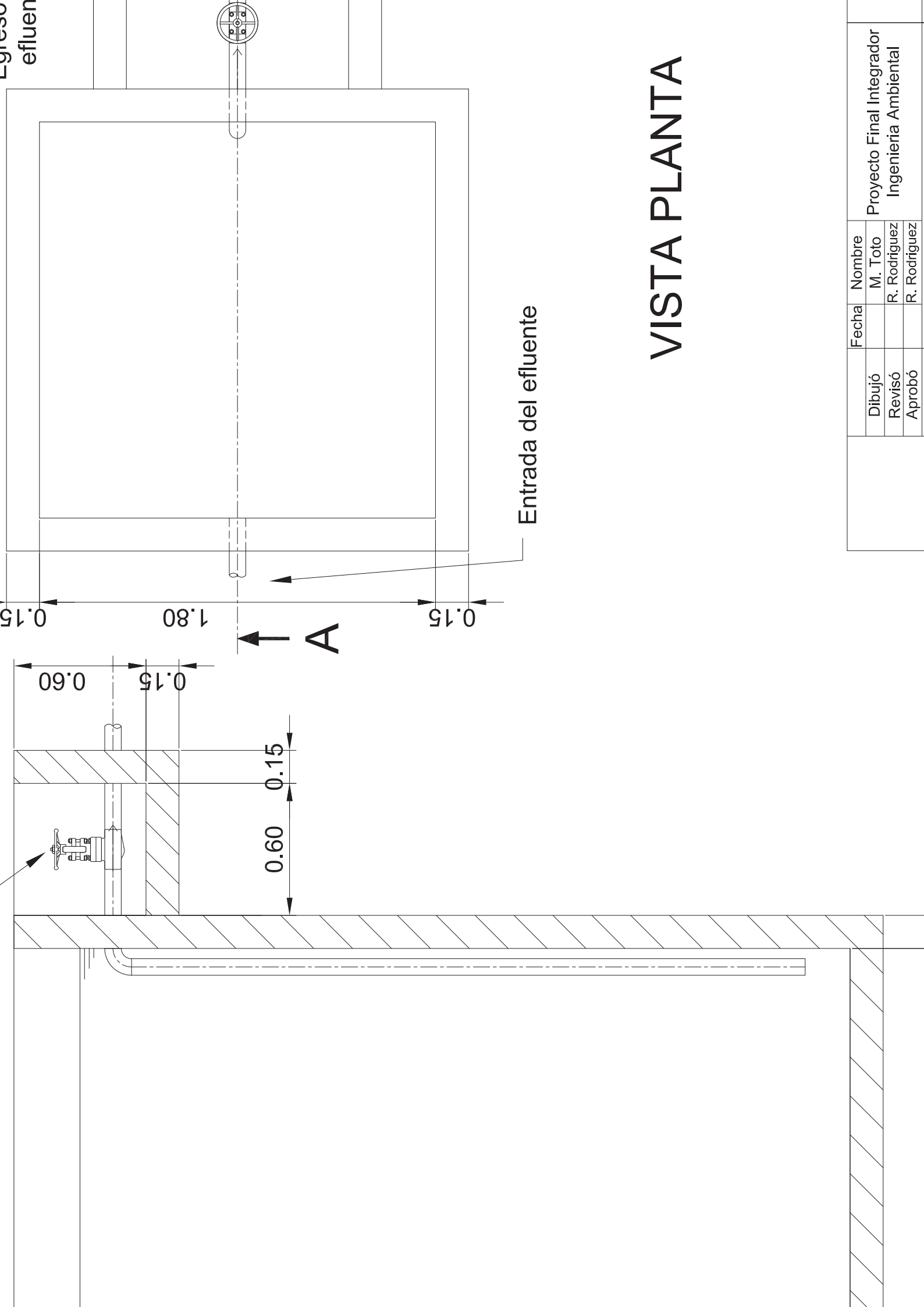
VISTA PLANTA
ESC 1:100



Gaviones

Escor

Granulomet



VISTA PLANTA

Fecha	Nombre	Proyecto Final Integrador
Dibujó	M. Toto	Ingeniería Ambiental
Revisó	R. Rodriguez	
Aprobó	R. Rodriguez	