



Facultad de Ingeniería

Escuela de Construcción Civil

“Evaluación técnica y económica de un sistema de reutilización de aguas grises para riego de área verde en Mirador de Agua Santa II”

Por

Yovanny Abraham Salvo Menares

Trabajo de Título para optar al Título de Ingeniero Constructor

Profesor guía: Javier Hernández H.

Noviembre, 2023

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer a mi padre Segundo Salvo por su apoyo incondicional junto a su sacrificio y siempre transmitirme su perseverancia junto a todo su conocimiento de construcción siempre con la mejor voluntad a pesar de mis errores demostrándome que hay solución para todo siempre y cuando acompañado con la fe en Dios.

Agradezco infinitamente a mi madre Marcela Menares por su apoyo a lo largo de toda mi vida junto a todo su sacrificio, además de siempre estar contagiándome su alegría, el cual es muy característico de ella y que gracias a ella soy una mejor persona.

También me gustaría agradecer a mi compañero y amigo Juan Vivar con quien nos hemos apoyado desde el comienzo de la carrera codo a codo, transmitiéndonos conocimiento mutuamente junto a una competencia sana que nos a llevado a ser mucho mejor estudiantes, demostrando que siempre que nos lo proponíamos teníamos excelentes resultados.

Agradezco a mi profesor guía Javier Hernández porque siempre tuvo la mejor disposición a resolver mis dudas o resolver en conjunto problemas que se presentaban a lo largo del camino y por ser un excelente profesor con vocación.

Por último no menos importante quería agradecer a Dios por todas las oportunidades brindadas a lo largo de mi vida y demostrarme cual es el verdadero camino frente a la adversidad, muchas gracias.

Índice

Agradecimientos.....	2
Glosario	6
Abreviaturas	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	9
Resumen	10
1. ANTECEDENTES GENERALES	11
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.2. ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE	13
1.2.1. Escuela municipal ciudad de Lyon, el Bosque, Santiago	13
1.2.2. Liceo Politécnico de Ovalle.....	14
1.2.3. Choapa, Coquimbo	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. Objetivo General	15
1.3.2. Objetivos Específicos.....	15
1.3.3. ALCANCES	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Zona de estudio	16
2.1.1. Viña del Mar, Región de Valparaíso	16
2.1.2. Mirador Agua Santa II (MAS II).....	17
2.2. AGUA	19
2.2.1 Agua potable.....	20
2.2.2. Aguas grises.....	21
2.2.2.1 Composición de las aguas grises	21
2.2.2.2. Tratamientos de aguas grises	22
2.2.2.3. Tipos de tratamientos.....	22
2.2.2.4. Lodos activados.....	24
2.2.2.5 Desinfección por filtro UV	25
2.2.2.6. Lugar de emplazamiento	26
2.2.2.7. Dimensionamiento del sistema.....	27
2.3. ÁREA VERDE	27
2.4.1. FORMAS DE RIEGO.....	27
2.4.2. Aspersión	28
2.4.3. Por goteo.....	28
2.4.4. Exudación.....	28
2.5. NORMATIVA CHILENA	29
2.5.1 Ley 21.075 - Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises	29
2.5.2. Nch 3580 – Reutilización de aguas – Selección de sistemas de reutilización aguas lluvias y aguas grises	29

2.5.3. Decreto supremo de vivienda y urbanismo de 1992	29
2.5.4. Reglamento de sobre condiciones básicas para reutilización de aguas grises.....	30
3. MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Recopilación de información.....	31
3.2. Determinar la oferta y demanda de aguas grises	31
3.2.2 Determinar demanda para riego	33
3.3. Selección del tipo de sistema.....	35
3.4. Diseño del sistema de reutilización	36
3.4.1. Diseño del sistema de reutilización	38
3.4.2. Diseño del sistema de riego.....	38
3.5. Analizar la recuperación de la inversión del sistema de reutilización de aguas grises implementado	39
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	39
4.1. Levantamiento del conjunto habitacional.....	39
4.2.1 Oferta de aguas grises.....	40
4.2.2. Demanda de riego para área verde	41
4.3.1. Selección del tipo de sistema.....	43
4.4.1. Diseño del sistema de reutilización	44
4.4.2. Diseño de la red de aguas grises.....	46
4.4.3 Diseño del sistema de riego	47
4.5. Recomendaciones de operación y mantenimiento	49
4.6. Presupuesto del sistema de reutilización de aguas grises.....	50
4.7 Analizar la recuperación de la inversión del sistema de reutilización de aguas grises implementado	52
5.1 Conclusiones	56
6.1. BIBLIOGRAFÍA.....	57
Anexos A	60
Anexo B.....	61
Anexo C.....	62
Anexo D	63
Anexo E.....	64
Anexo F	65
Anexo G	66
Anexo H	67
Anexo I.....	68
Anexo J.....	69
Anexo K	70
Anexo L.....	71
Anexo M.....	72
Anexo N	73
Anexo Ñ	74

Anexo O	75
Anexo P	76
Anexo Q	77
Anexo R.....	78
Anexo S	79
Anexo T	80
Anexo U	81
Anexo V.....	82
Anexo W.....	83
Anexo X	84
Anexo Y.....	85
Anexo Z.....	86
Anexo AA.....	87
Anexo AB.....	88
Anexo AC	89
Anexo AD.....	91

Glosario

1. **Aguas negras:** aguas residuales provenientes de la población compuestas de excretas humanas.
2. **Aguas residuales:** aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso, o producidas por éste, y que no tienen ningún valor inmediato para ese proceso.
3. **Aguas grises:** aguas residuales provenientes de las tinas y duchas, lavatorios y lavaplatos, excluyendo las aguas negras.
4. **Aguas grises tratadas:** Aguas que han sido sometidos a procesos según su uso final.
5. **Agua potable:** agua que cumple con los requisitos microbiológicos, de turbiedad, químicos, radiactivos, organolépticos y de desinfección descritos en NCh409/1, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano.
6. **Sistema de reutilización de aguas grises:** Conjuntos de instalaciones para la recolección, tratamiento, almacenamiento y distribución según su uso previsto.
7. **Planta de tratamiento de aguas grises:** Instalación destinada para el tratamiento de aguas grises para asegurar la calidad según el uso previsto.
8. **Sistema I:** Sistema con tubería de descarga única con ramales de tuberías de descarga parcialmente llenas.
9. **Sistema II:** Sistema con tubería de descargas separadas en tubería de aguas negras y tuberías de aguas grises.

Abreviaturas

1. **AG:** Agua potable.
2. **CF:** Coliformes fecales.
3. **SST:** Sólidos suspendidos totales.
4. **NTU:** Unidad nefelométrica de turbidez.
5. **AP:** Agua potable.
6. **APU:** Análisis de precios unitarios.
7. **PTAG:** Planta de tratamiento de aguas grises.
8. **UEH:** Unidad de equivalencia hidráulica.
9. **NCH:** Norma chilena.
10. **RIDAA:** Reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado.
11. **CI:** Cámara de inspección.

Índice de tablas

Tabla 1.1: Precipitaciones medias para la Línea Base (período 1980-2010) y Proyecciones medias al 2050 por región (mm).	11
Tabla 1.2: Resumen Demanda Hídrica - V Región de Valparaíso.	12
Tabla 2.1.2.1: Características generales del proyecto inmobiliario MAS II.	17
Tabla 2.1.2.3: Resumen de superficies.....	18
Tabla 2.1.2.3: Arborización de MAS II.	18
Tabla 2.2.2: Cantidad aproximada de aguas grises generadas.	21
Tabla 2.2.2.1: Composición característica de aguas grises.	21
Tabla 2.2.2.3: Tipos de sistemas.	22
Tabla 2.2.2.4: Recomendaciones para el tratamiento.....	23
Tabla 3.2.2: Consumos máximos diarios en instalaciones domiciliarias de agua potable.....	33
Tabla 3.4.2: Límites y/o rangos de la calidad del agua regenerada para uso en áreas verdes.	37
Tabla 4.1: Configuración de los departamentos según cantidad de dormitorios.	39
Tabla 4.2.2: Consumo máximo diarios en instalaciones domiciliarias de agua potable.....	41
Tabla 4.3.1: elección del tipo de sistema a utilizar.....	43
Tabla 4.4.1.1: Resultados del estudio de aguas crudas versus el marco normativo. vigente.	44
Tabla 4.4.2: Verificación de redes de alcantarillado.	46
Tabla 4.4.3.3: presión en distintos puntos de la red (mca).....	48
Tabla 4.6: Presupuesto detallado.....	51

Índice de ilustraciones

Ilustración 2.1.1: Tasa de Pobreza por ingresos, personas (%) - V Región de Valparaíso.....	16
Ilustración 2.1.2.2: Ubicación del conjunto habitacional-Viña del mar.....	17
Ilustración 2.2.1: Balance post temporal.....	20
Ilustración 2.2.2.4.1: Instalación de reactor biológico.....	25
Ilustración 2.2.2.4.2: Equipo de desinfección agua filtro UV.	26
Ilustración 3.3: Evaluación del tipo de sistema.	35
Ilustración 3.4.1: Pasos para la selección de un sistema de recolección, almacenamiento y reutilización de agua.	36
Ilustración 4.4.1.2: Planta de tratamiento de aguas grises.	45
Ilustración 4.4.1.3: Planta de tratamiento de aguas grises (planta).....	45
Ilustración 4.4.1.3: Planta de tratamiento de aguas grises (planta).....	45
Ilustración 4.4.3.1: Requerimientos de aspersor.	47
Ilustración 4.4.3.2: Curva de funcionamiento de motobomba.....	47
Ilustración 4.7.1: Proyección de la recuperación de la PTAG c/n sistema de cloración-decloración.....	53
Ilustración 4.7.2: Proyección de la recuperación de la implementación de la PTAG c/n sistema de filtros UV.	54

Resumen

Chile se ha visto enfrentado a un déficit de precipitaciones como es en el caso entre los años del 2007 al 2020 se presentó un déficit de estas precipitaciones del 26% y desafortunadamente se proyecta que estas mediciones no mejoraran ya que al escenario del 2050 en la región de Valparaíso se verá enfrentado a un déficit del 15,3%. Sumándose a todo lo anterior también nos vemos enfrentados al aumento de la demanda del agua potable ya que en la región de Valparaíso entre los años 2015 a 2030 se presentará un aumento del agua potable en el sector urbano de 9,9% y las proyecciones indican que no mejoraran ya que el escenario hacia el 2050 se presenta un aumento del agua potable de 15,4%.

Por lo tanto es de vital importancia utilizar eficientemente el agua potable como es en el caso del área verde, el cual actualmente está siendo regado con agua potable es decir no estamos utilizando debidamente este recurso y esto lleva al objetivo principal de este trabajo, el cual es evaluar técnica y económicamente un sistema de reutilización de aguas grises para el conjunto habitacional Mirador de Agua Santa II, donde se recolectara el agua proveniente de los lavatorios siendo llevadas a la planta de tratamiento para así ser procesadas por diferentes métodos según la normativa vigente y distribuir el agua tratada hacia el área verde mediante un sistema de riego automático mediante aspersores y red por goteo.

Posterior a la evaluación técnica y económica, se concluye que todas las aguas provenientes de lavatorios dan abasto al área verde total de 857,46 m² y con respecto al diseño de la red de recolección de aguas grises, planta de tratamiento y sistema de riego, resulta un costo total de 1001,7 UF.

1. Antecedentes generales

1.1. Planteamiento del problema

Hoy en día nos vemos enfrentados tanto a la sequía como a la escasez hídrica, pero ¿cuál es la diferencia entre estos dos conceptos? La sequía se define como el déficit de precipitaciones (sequía meteorológica) y/o caudal de los ríos (sequía hidrológica); por otro lado, la escasez hídrica involucra no solo procesos hidrológicos y meteorológicos, sino también los usos que se le da al agua. Este último factor, relativo al uso del agua, está ligado a la toma de decisiones y a la gestión del recurso por parte de sus administradores, lo que lleva a que el ser humano tenga un rol preponderante. (Morales, 2021)

Este déficit de precipitaciones es debido a los efectos del cambio climático, estas han ido disminuyendo a través del tiempo ya que desde el año 2007 al 2020 se ha presentado un déficit del 26% en promedio (Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile., 2021). Desafortunadamente estas mediciones se proyecta que no mejoraran a través de los años, ya que se espera que se mantenga dicho déficit, se proyecta en catorce de quince regiones variaciones negativas en las precipitaciones según la siguiente tabla:

Tabla 1.1: Precipitaciones medias para la Línea Base (período 1980-2010) y Proyecciones medias al 2050 por región (mm).

Región	Línea Base (1980-2010)			Escenario 2050			Var (%)
	Precipitación Anual Normal	Precipitación Anual Mínima	Precipitación Anual Máxima	Precipitación Anual Normal	Precipitación Anual Mínima	Precipitación Anual Máxima	Precipitación Anual Normal
Arica y Parinacota	88,1	37,9	196,5	83,6	35	187,7	-5,1
Tarapaca	39,6	12,3	110,3	38,5	11,7	108	-2,8
Antofagasta	22,7	9,3	71,3	21,7	8,7	69,5	-4,4
Atacama	40,3	17,8	67,8	36,8	16,4	61,9	-8,7
Coquimbo	161,4	135,7	191,6	138,9	115,9	165,7	-13,9
Valparaíso	388,2	351,5	452,8	328,7	297,5	385,7	-15,3
Metropolitana	437,1	399,7	488,9	373,9	345,1	423,1	-14,5
O'Higgins	665,7	609,3	741,6	566,6	515,8	630,2	-14,9
Maule	1098,4	935,2	1321,4	930,2	789,3	1124,5	-15,3
Biobío	1601,1	1388,1	1892,1	1362,4	1179,7	1606,4	-14,9
Araucanía	2000	1718,3	2370,7	1717	1474,7	2037,7	-14,2
Los Ríos	2068,4	1737,2	2508,8	1802	1516,6	2185	-12,9
Los Lagos	2222,8	1925,4	2702	1980	1709,5	2435,3	-10,9
Aysén	2017,8	1488,8	2531,2	1898,3	1392,5	2418,1	-5,9
Magallanes	1932,9	1103,2	3321	1995,2	1132,8	3438	3,2

Fuente: Ministerio del medio ambiente (2016).

Para el caso de la región de Valparaíso como muestra la tabla en el escenario del 2050 presenta una variación negativa con respecto a las precipitaciones de los años anteriores, ya que presenta un 15% menos respecto a años anteriores.

Sumándose a la disminución de precipitaciones en la región de Valparaíso, se presenta el aumento de la demanda del agua a través del tiempo ya que se proyecta un aumento del 9,9% desde el año 2015 al 2030 y un 15,4% entre los años 2015 y 2040 en la demanda de agua potable en el sector urbano.

Tabla 1.2: Resumen Demanda Hídrica - V Región de Valparaíso.

Cuadro 4.6-1 Resumen Demanda Hídrica - V Región de Valparaíso

	Demanda (Mm ³ /año)		
	2015	2030	2040
Agua Potable Urbano	102.003	112.158	117.727
Agua Potable Rural	10.766	12.207	12.495
Agrícola	672.337	736.452	779.568
Pecuario	3.378	5.320	6.521
Minero	47.571	48.169	42.604
Industrial	16.554	19.302	20.911
Generación Eléctrica	221.370	169.880	174.115
TOTAL CONSUNTIVO	1.073.979	1.103.489	1.153.939
Acuícola	189	853	248
Generación Eléctrica	1.473.620	1.166.331	878.372
TOTAL NO CONSUNTIVO	1.473.809	1.167.184	878.620
Secano	2.391.439	1.995.507	2.056.135
Forestal (Productivo)	216.288	225.433	231.639
Forestal (No Productivo)	1.234.678	1.226.185	1.226.226
TOTAL EVAPOTRANSPIRATIVO	3.842.405	3.447.126	3.514.000

Fuente: Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile (2017).

Junto a todo lo anteriormente mencionado como falta de precipitaciones, aumento de demanda de agua, se incluye desafortunadamente la débil y/o nula presencia de sistema de reutilización de aguas grises, ni sistemas de captación de aguas lluvias en los proyectos de hoy en día.

Para los conjuntos habitacionales sociales se establece que las áreas verdes publicas mayor a 5000 m² deberán estar a una distancia peatonalmente no mayor a 1000 metros medidos del punto más cercano del terreno (Decreto 19, 2016). Estos actualmente en nuestro país está siendo regados mediante agua potable, es decir, este recurso no está siendo utilizado adecuadamente, como es el caso del conjunto Mirador Agua Santa II, el cual cuenta con una superficie total construida 16.131,87 m² de y una superficie destinada para área verde de 857,46 m², la cual será mantenida mediante agua potable y perfectamente podría ser mantenida mediante una implementación de un sistema de reutilización de aguas grises.

1.2. Estudio del estado del arte

En Chile no se encuentra una gran variedad de casos donde se hayan implementado sistemas de reutilización de aguas grises porque dentro de estos últimos años se han ido publicando leyes y normas junto a modificaciones de decretos que permitan el avance dentro de esta materia como es el caso de la Ley 21.075 que se publicó en febrero del año 2018 del Ministerio de Obras Públicas, la cual regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises (BCN,2018), también diciembre del 2020 se modificó el decreto supremo de vivienda y urbanismo de 1992, el cual ahora permite edificaciones con sistemas de reutilización de aguas grises (Diario oficial de la República de Chile, 2020), por otro lado se encuentra el reglamento de sobre condiciones básicas para reutilización de aguas grises, el cual está a cargo del Ministerio de Salud, donde su primera versión fue presentada el 2018 pero luego fue devuelto a observaciones por la contraloría general y actualmente se encuentra en trámite (Claudia M, 2021).

Esta idea cada día está siendo más viable por el hecho que hemos ido mencionando de la disminución de las precipitaciones, aumento del consumo de agua y el crecimiento zonas urbanas con mayor descarga de aguas servidas que requieren tratamiento, es por esto por lo que dentro de Chile destacan los siguientes casos:

1.2.1. Escuela municipal ciudad de Lyon, el Bosque, Santiago

Esta escuela ya se encontraba certificada ambientalmente ya que promueve proyectos de reciclajes y cuidado del medioambiente, es por esto por lo que en el año 2019 nació la idea de la reutilización de aguas grises, pero se logró a principios del año 2022 (Infanta, 2022).

Este sistema permite recuperar alrededor de 4 mil litros de agua al mes de los cuales son destinados para riego. Esta agua es proveniente de los lavatorios de los baños, la cual es filtrada en un equipo recolector de agua que se conecta a la tubería de descarga de aguas grises y que recibe una inyección de ozono para su purificación, posteriormente pasa por un filtro, el cual limpia los residuos y luego un equipo almacena el agua filtrada, la cual mediante una bomba se propulsa el agua hacia el sistema de riego. (Gobierno de Santiago, 2022)

1.2.2. Liceo Politécnico de Ovalle

Debido a la disminución de precipitaciones en la región de Ovalle, se decidió construir un sistema innovador de reutilización de aguas grises en conjunto de los mismos estudiantes del liceo apoyados por el Académico Eduardo Leiva de la Universidad Católica y junto a la fundación Un Alto en el Desierto. Este sistema consta de conducir el agua proveniente de los lavatorios mediante tuberías y por el peso gravitacional, además mediante una electrobomba conducir dicha agua hasta un filtro para así proceder a llevarlas al estanque de almacenamiento para que mediante otra electrobomba llegue al sistema de riego (Corvalán, 2022).

La fundación entrega estos sistemas de forma gratuita, pero en si el valor de estos sistemas varía según el tipo de escuela, el cual va desde los 33 UF siendo actualmente un millón doscientos mil pesos (\$1.200.000) hasta las 96 UF equivalentes a tres millones trescientos cincuenta mil pesos (\$3.500.000) y para el caso de la vivienda varía según los habitantes y según de los artefactos ya que según lo anterior se utiliza un estanque de 500 o 1000 litros de los cuales para la vivienda bordea las 26,1 UF equivalentes a novecientos cincuenta mil pesos (\$950.000) sin considerar mano de obra (Corvalán, 2022).

1.2.3. Choapa, Coquimbo

En el año 2020 para realizar frente a la escasez de agua el abogado Ismael Villalon junto a un técnico agrícola instalaron un sistema de reutilización de aguas grises provenientes de lavaplatos, lavatorios, la ducha y lavadora con la finalidad de regar el área verde y rellenar el estanque del inodoro en su vivienda particular (Llompat, 2022).

La implementación de este sistema implicó un costo de aproximadamente de 55 UF equivalentes a dos millones de pesos (\$2.000.000) ya que este constaba de sistemas con filtros, válvulas, tuberías y bombas, donde este sistema de filtración este compuesto por un biofiltro a base de plantas y piedras que

absorben los metales pesados del agua. Con todo lo anterior se logró disminuir el gasto del agua a la mitad gracias a este sistema ya que para el riego de área verde en si no se continuó realizando con agua potable (Llompat, 2022).

Estos casos evidencian el poco avance que nuestro país ha tenido dentro de esta materia además se presentan de forma de referencia para diseñar un sistema propio de reutilización para Mirador de Agua Santa II.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar técnica y económicamente un sistema de reutilización de aguas grises para el conjunto habitacional Mirador de Agua Santa II para riego de áreas verdes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la oferta de aguas grises y la demanda de agua de riego en el conjunto habitacional.
- Proponer un sistema de reutilización de aguas grises para utilizar en riego de áreas verdes del conjunto habitacional.
- Analizar la recuperación de la inversión del sistema de reutilización de aguas grises implementado.

1.3.3. Alcances

- El estudio se basará en el conjunto habitacional Mirador Agua Santa II, Avenida Sonap 1385, Viña del Mar, Región de Valparaíso, este se encuentra construcción, actualmente en la fase de terminaciones.
- La reutilización de aguas grises será exclusivamente para riego de área verde.
- Conjunto habitacional DS 19.
- La construcción de la red de recolección de aguas grises hacia la PTAG se considera realizar en paralelo a la construcción del conjunto habitacional.

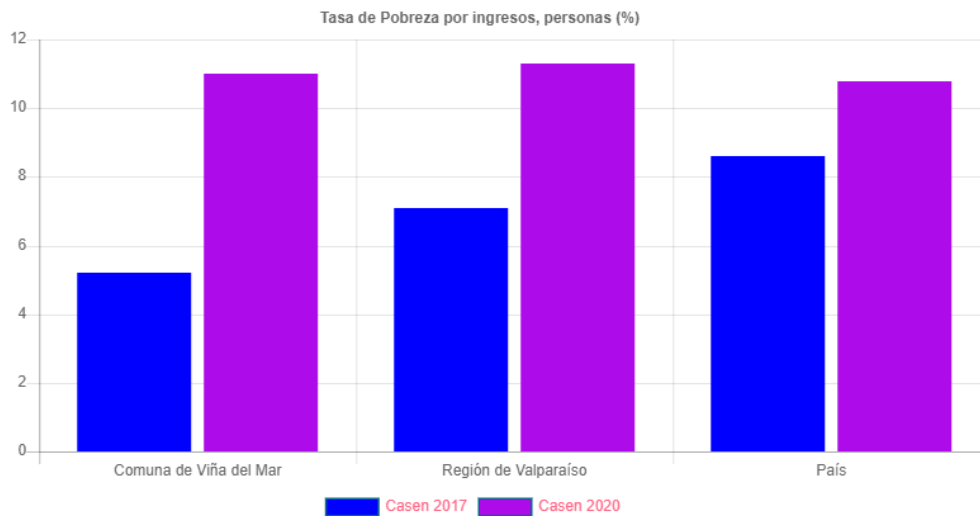
2. Marco Teórico

2.1. Zona de estudio

2.1.1. Viña del Mar, Región de Valparaíso

Viña del Mar cuenta con una superficie de 121.6 km² (BCN, 2023), al 2017 con una población 334.248 personas y con una proyección al 2023 de 369.303 personas (Censo de Población y Vivienda 2017, Proyecciones de Población 2023, INE). En términos de pobreza dentro de la misma comuna ha ido en aumento en los últimos años, ya que según encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional aumento más del doble la tasa de pobreza por ingresos entre los años 2017 a 2020 (Encuesta CASEN 2017 y 2020, MDS).

Ilustración 2.1.1: Tasa de Pobreza por ingresos, personas (%) - V
Región de Valparaíso.



Fuente: Encuesta CASEN 2017 y 2020, MDS.

2.1.2. Mirador Agua Santa II (MAS II).

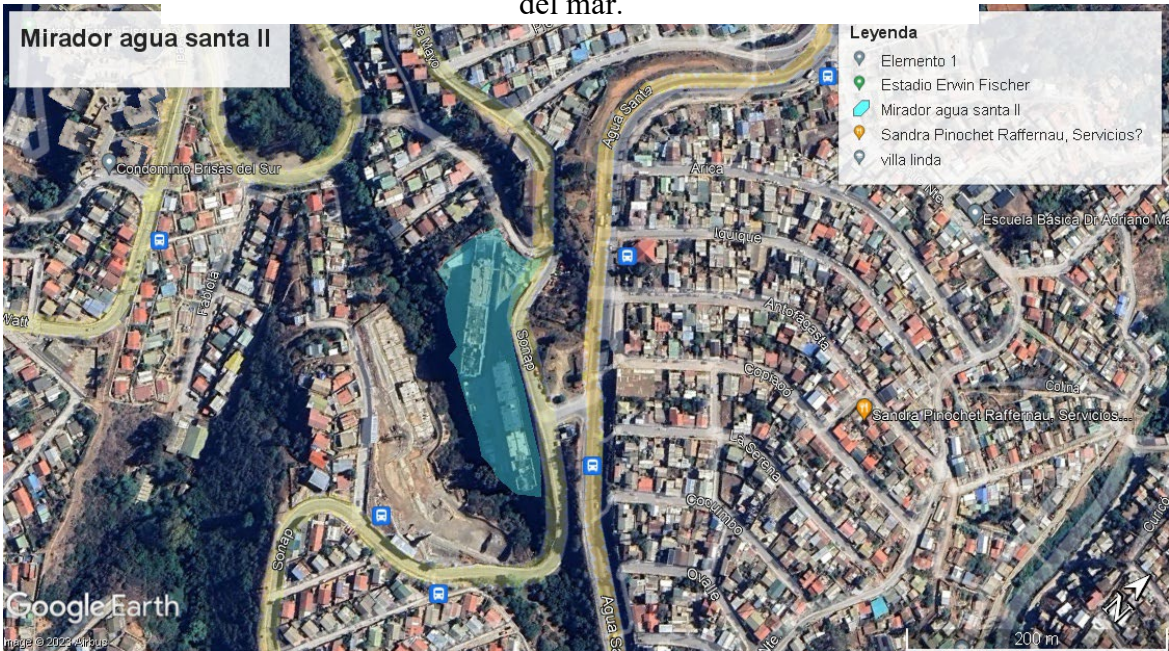
El proyecto se encuentra emplazado en la Avenida Sonap N° 1271 dentro del lote “P1B” que es resultado de la subdivisión del lote “13A”, el lote donde se construirá consta de una superficie de 12.349,27 m². MAS II consta de 4 edificios con destino habitacional, 2 de 8 pisos, 1 de 7 pisos y 1 de 5 pisos y un edificio de estacionamientos de 3 niveles con 249 espacios para estacionamientos de vehículos y 123 para bicicletas, además contempla un local comercial.

Tabla 2.1.2.1: Características generales del proyecto inmobiliario

Vivienda	N° Block	Pisos	N° Deptos.	Estacionamiento *	Nivel Estac.	N°Estac.	Otros espacios
4 block	1	8	64	1 block de 4 niveles	1	83	1 local Comercial
	2	7	60		-1	56	
	3	8	70		-2	56	
	4	5	50		-3	50	

Fuente: Propia.

Ilustración 2.1.2.2: Ubicación del conjunto habitacional-Viña del mar.



Fuente: Google Earth Pro, 2023.

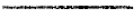
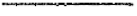
El conjunto habitacional tiene una superficie total destinada para departamentos de 12.780,42 m², para el local comercial tiene destinada una superficie de 36 m² y para el área común una superficie de 2.077,87 m², dentro del cual para área verde tiene destinado 857,46 m², donde se considera una arborización, la cual consta de 26 árboles Peumos, 16 árboles Pimientos y 19 árboles Quillay. Por otra parte, bajo el terreno natural se considera una superficie total construida para estacionamientos y bodegas de 680,6 m² y de área común 556,98 m² dando una superficie total construida considerando el sobre y bajo el terreno natural de 16.131,87 m².

Tabla 2.1.2.3: Resumen de superficies.

Resumen Superficies	
Sobre nivel de terreno natural	
Total construido útil departamentos	12.780,42 m ²
Total construido local comercial	36,00 m ²
Total construido área común	2.077,87 m ²
Total construido de área Verde	857,46 m ²
Superficie total construida sobre nivel de terreno natural	14.894,29 m²
Bajo nivel de terreno natural	
Total construido estacionamientos y bodegas	680,60 m ²
Total construido área común	556,98 m ²
Superficie total construida bajo nivel de terreno natural	1.237,58 m²
Total construido superficie útil	13.497,02 m ²
Total construido área común	2.634,85 m ²
Superficie total construida	16.131,87 m²

Fuente: Propia.

Tabla 2.1.2.3: Arborización de MAS II.

A	ARBORIZACION MIRADOR DE AGUA SANTA 2	
...		
	TIPO	LEYENDA CANTIDAD
MIRADOR DE AGUA SANTA 2		
ARBOL PEUMO		26
ARBOL PIMIENTO		16
ARBOL QUILLAY		19

Fuente: Propia.

2.2. Agua

El agua es una sustancia que está compuesta por dos moléculas de hidrogeno y una de oxígeno (H₂O), esta sustancia es incolora, inodoro e insípido. Esta sustancia se encuentra distribuida por todo el planeta donde el 70% está cubierta por agua líquida y alrededor del 97,5% del volumen total corresponde a agua salada de los océanos y solo el 2,5% corresponde a agua dulce (Iagua, 2023).

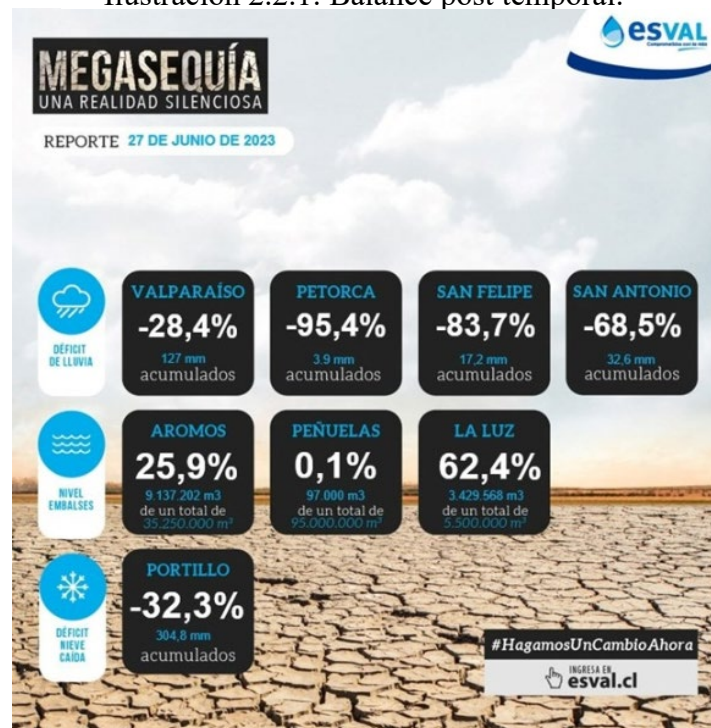
Esta sustancia se puede encontrar en diferentes estados ya sea sólido, líquido y gaseosos además se pueden encontrar diferentes tipos según sus características físicas, químicas o biológicas de los cuales más destacan:

- Agua potable: “agua que cumple con los requisitos microbiológicos, de turbiedad, químicos, radiactivos, organolépticos y de desinfección descritos en NCh409/1, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano” (NCh 409/1 of 2005).
- Agua salada: “agua que contiene una mayor concentración de sales que el agua salina, de las cuales la sal preponderante es el cloruro de sodio” nota - convencionalmente se ha definido un estándar de agua salada con 35 g de sales por litro (NCh 410 of 1996).
- Agua dulce: “agua de origen natural que contiene baja concentración de sales” (NCh 410 of 1996).
- Aguas servidas domesticas: “aguas residuales que contienen los desechos de una edificación, compuestas por aguas grises y aguas negras” (Ley 21075, 2018).
- Aguas residuales: “aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso, o producidas por éste, y que no tienen ningún valor inmediato para ese proceso” (NCh 410 of 1996).
- Aguas negras: “aguas residuales provenientes de la población compuestas de excretas humanas” (NCh 410 of 1996).
- Aguas grises: “aguas residuales provenientes de las tinas y duchas, lavatorios y lavaplatos, excluyendo las aguas negras” (NCh 410 of 1996).

2.2.1 Agua potable

Como se mencionó anteriormente, el agua cumple con los requisitos microbiológicos, de turbiedad, químicos, radiactivos, organolépticos y de desinfección descritos en NCh409/1, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano” (NCh 409/1 of 2005), la cual es proveniente de una combinación de aguas que se encuentra en la superficie, refiriéndose a lagos, ríos y embalses, junto con las aguas subterráneas como pozos profundos, punteras, drenes y norias (ESVAL, 2023). Por lo tanto, es de vital importancia las precipitaciones ya que nos ayuda a mejorar las condiciones de las fuentes subterráneas, pero cada vez estamos más lejos de superar el déficit en las precipitaciones, ya que según el reporte emitido por Esval, Valparaíso alcanzó 127 mm (-28,4% respecto de un año normal a la fecha); San Antonio registra 65,3 mm (-68,5%); San Felipe llegó a 17,4 mm (un 83,6% de déficit); y en Petorca, el agua caída alcanza apenas a 4,1 mm (-95,4%) y para el caso de los embalses, Los Aromos alcanza un 26% de su volumen, con 9,1 millones de m³, mientras que el tranque La Luz supera el 62% de acumulación. El embalse Peñuelas, si bien elevó su nivel hasta los 97.000 m³, apenas registra 0,1% de su capacidad total (Reporte post temporal de Esval sobre el balance hídrico en la V región, 2023).

Ilustración 2.2.1: Balance post temporal.



Fuente: Esval, 2023.

2.2.2. Aguas grises

Las aguas residuales se dividen en aguas grises y en aguas negras, únicamente se diferencian en que las aguas grises contemplan todo lo proveniente de ducha, lavamanos, lavaderos en cambio las aguas negras contemplan las que provienen del excusado. Esta agua representa más del 50% de las aguas servidas generadas en una vivienda, ya que una vivienda familiar de 4 personas con una dotación de 180 l/hab/día, donde el equivalente de las aguas grises es igual al 68%, pero este porcentaje disminuye al no considerar las aguas de la cocina y la lavadora, ya que disminuiría a un 38% (AIDIS, 2047).

Tabla 2.2.2: Cantidad aproximada de aguas grises

Tipo de agua residual	Total aguas residuales		Total aguas grises	
	%	(l/día)	%	(l/día)
Excusado	32	186	-	-
Lavamanos	5	28	7	28
Tina / Ducha	33	193	48	193
Cocina	7	44	11	44
Lavadero	23	135	34	135
Total	100	586	100	400

68% del total de aguas servidas corresponde a Aguas Grises, incluidas las aguas de la cocina y la lavadora y a un 38% sin considerarlas.

Fuente: OMS. (2006). Overview of greywater management. Health considerations. Jordan.

2.2.2.1 Composición de las aguas grises

Estas aguas están compuestas por materia orgánica e inorgánica y microorganismos, lo que la diferencia de las aguas residuales domésticas es que las aguas grises presentan una baja carga orgánica y una contaminación microbiológica sustancialmente menor, por este motivo son ideales para el reciclaje.

Tabla 2.2.2.1: Composición característica de aguas

Parámetro	Unidad	Rango en Aguas Grises
Sólidos Suspendidos	mg/l	45 - 330
Turbiedad	NTU	22 - 200
DBO ₅	mg/l	90 - 290
Nitrato	mg/l	<0.1 - 08
Amoniaco	mg/l	<0.1 - 25.4
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	2.1 - 31.5
Fósforo Total	mg/l	0.6 - 27.3
Sulfato	mg/l	7.9 - 110
pH	-	6.6 - 8.7
Conductividad	microS/cm	325 - 1140
Sodio	mg/l	29 - 230

Fuente: Jeppersen B. and Solley D. (1994). Model guidelines for domestic greywater reuse for Australia.

2.2.2.2. Tratamientos de aguas grises

Estas aguas al provenir de artefactos sanitarios contienen contaminantes microbiológicos y químicos, por lo cual previo a su utilización es de vital importancia su tratamiento. Este proceso de tratamiento consiste en procesos fisicoquímicos, tratamientos biológicos o una combinación de ambos, siendo complementados con filtros y sistemas de desinfección con la finalidad de asegurar la calidad de estas aguas (AQUA ESPAÑA, 2018).

2.2.2.3. Tipos de tratamientos

Las aguas grises para reutilizar como se ha ido mencionando serán destinadas para riego de áreas verdes del conjunto habitacional, la elección de los tipos de tratamientos será conforme a NCh 3580 Reutilización de aguas - Selección de sistemas de reutilización de aguas lluvias y aguas grises, donde esta detalla que para la elección de este sistema se deberá tener como criterio las limitaciones físicas, fuentes de agua y usos finales, balance entre la oferta y demanda (Nch 3580: 2019) y junto a esto detalla los tipos de tratamiento junto a las recomendaciones para este mismo.

Tabla 2.2.2.3: Tipos de sistemas.

Tipo de Sistema	Almacenamiento	Tratamiento	Complejidad	Ejemplo
Sistema 1 - Interno	Interno - Dentro de la edificación	Interno - Dentro de la edificación	Baja a media	Sistemas de almacenamiento individuales o comunitarios de aguas lluvias o de aguas grises que sirven a usuarios individuales o múltiples usuarios en la misma edificación (por ejemplo, bloque de edificios, oficinas)
Sistema 2 - Externo dentro de emplazamiento	Externo a la edificación pero dentro de las dependencias de la propiedad	Externo a la edificación pero dentro de las dependencias de la propiedad	Baja a media	Sistemas de almacenamiento individuales o comunitarios de aguas lluvias o de aguas grises que sirven a una única edificación o a múltiples edificaciones (por ejemplo, una sola casa, departamentos, oficinas, campus)
Sistema 3 - Externo fuera de emplazamiento	Externo a la edificación y fuera de las dependencias de la propiedad	Externo a la edificación y fuera de las dependencias de la propiedad	Alta	Sistemas comunitarios a gran escala que sirven a múltiples edificaciones en que el sistema es propiedad de un tercero y es operado por un tercero (por ejemplo, sistemas a escala municipal o sub-municipal)
A) Ver anexo A para más detalles sobre cómo se clasifican los sistemas en complejidad baja, media y alta.				

Fuente: NCh 3580, 2019.

Tabla 2.2.2.4: Recomendaciones para el tratamiento.

	Aguas Lluvias	Aguas Grises A)	Escorrentía de Aguas Lluvias B)
Cribado de gruesos	Recomendado	Recomendado	Recomendado
Tamizado fino		Aceptable	Recomendado
Flotación de aire disuelto		Recomendado	Recomendado
Filtración	Recomendado	Recomendado	Recomendado
Tratamiento biológico		Recomendado	Recomendado
Tratamiento químico	c)	Recomendado	Recomendado
Desinfección	c)	c)	c)
A) El tratamiento de aguas grises debe cumplir con lo que establece la Ley N° 21.075 y el reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises.			
B) La calidad de las aguas a ser tratadas se debe monitorear antes de la etapa de diseño del sistema			
C) Esta etapa se debería incluir si los usos finales presentan un potencial peligro para la salud.			

Fuente: NCh 3580, 2019.

Dentro de la planta de tratamiento el agua residual es sometido a diferentes etapas donde son tratadas de diferente manera con la finalidad de asegurar los requisitos establecidos mediante el marco normativo según su uso (BCN, 2018).

Pretratamiento: en esta etapa se eliminan materiales mayores tales como ramas, piedras, arena, aceites y grasas que puedan provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de la planta (BCN, 2018).

Tratamiento Primario: Mediante procesos físicos y químicos se remueven productos orgánicos e inorgánicos (BCN, 2018).

Tratamiento Secundario: Mediante procesos biológicos elimina materia orgánica (BCN, 2018).

Tratamiento terciario: En esta etapa se elimina materia inorgánica y recalcitrantes (BCN, 2018).

Desinfección: En esta última etapa se eliminan microorganismos que queden presentes mediante procesos físicos y químicos (BCN, 2018).

2.2.2.4. Lodos activados

Es tipo de tratamiento consta de que microorganismos son mezclados con la materia orgánica del agua y estas son su alimento, lo cual lleva a que depuren el agua contaminada para volver a su estado natural. Para realizar dicha actividad necesitan oxígeno el cual es proporcionado por equipo de aireación prolongada logrando eliminar compuestos como el amonio y otros compuestos nitrogenados, generando agua clarificada y a la vez van generando sedimentos.

Este proceso de lodos activados sucede en un reactor biológico, donde se divide en 3 compartimientos de los cuales suceden 3 etapas respectivamente decantación, aireación y sedimentación para así pasar al siguiente estanque donde sucede el proceso de desinfección.

Etapas de decantación: En esta etapa se decantan los sólidos de las aguas crudas, ubicándose en el fondo del estanque formando un manto de lodo.

Etapas de aireación: Aquí se generan los lodos activados por la actividad bacteriana gracias a un sistema de aireación ubicado en la zona inferior, el cual proporciona oxígeno para la fauna bacteriana la que depura el agua contaminada.

Etapas de sedimentación: En esta etapa al no contar con un sistema de aireación ya que se debe tener el líquido sin movimiento con la finalidad de que los sólidos en suspensión se sedimenten y mediante la gravedad quedan ubicados al inferior del estanque y se recirculan por una parte a la segunda etapa, los otros acumulándose hasta su extracción. El líquido cristalino e inodoro pasa a una última etapa denominada desinfección.

Etapas de desinfección: Esta última etapa consta de un primer proceso de cloración para continuar con un proceso de de-cloración. El primero de cloración consta de un estanque, el cual recibe el agua ya tratada por los procesos de decantación, aireación y sedimentación a la cual en este estanque se le aplica una pastilla de Hipoclorito de Calcio que tiene como función eliminar bacterias, algas, hongos, moho y microorganismos para posteriormente pasar al proceso de de-cloración compuesto por un estanque donde se le aplica pastillas de Bisulfito de Sodio con la finalidad de eliminar cloro residual que se encuentra en aguas para así finalmente llevar el agua tratada a un estanque de acumulación.

Por lo tanto este método involucra procesos recomendados en “Nch 3580,2019” como es el caso de flotación por aire disuelto que correspondería a la etapa de aireación, el tratamiento biológico que corresponde a la etapa donde los microorganismos depuran el agua y el tratamiento de desinfección que corresponde a las etapas de cloración y de cloración.

Ilustración 2.2.2.4.1: Instalación de reactor biológico.



Fuente: Infraplast, 2023.

2.2.2.5 Desinfección por filtro UV

Este proceso complementario de desinfección se produce dentro de reactores de acero inoxidable, donde mediante a lámparas potentes emiten rayos UV de los cuales no cambian las propiedades del agua ni del aire es decir no altera químicamente la estructura del fluido (Blanco, 2017).

Estos microorganismos que vienen en las aguas al ser expuestos a una dosis adecuada de luces ultravioleta, el ADN de las células absorbe los fotones UV provocando una reacción fotoquímica irreversible, la cual inactiva y destruye las células logrando su inactivación por lo tanto elimina sus propiedades para producir enfermedades y el crecimiento microbiológico (Blanco, 2017).

Ilustración 2.2.2.4.2: Equipo de desinfección agua filtro UV.



Fuente: HIDRO UV, 2023.

2.2.2.6. Lugar de emplazamiento

Es de vital importancia las limitaciones de la edificación y la complejidad del sistema ya que puede afectar los costos de instalación y/o mantenciones futuras, por lo tanto, es una variable para considerar en la elección del tipo de sistema de reutilización de aguas grises.

Por otra parte, es debidamente importante la topografía y geología del área deben ser evaluadas ya que estas interfieren en el costo de excavación para instalar tuberías, estanques y otras infraestructuras relacionadas además también afecta el costo del bombear el agua regenerada tratada y el costo de retiro del suelo excavado (NCh 3580: 2019), por ende es de vital importancia realizar un análisis del sitio refiriéndose a esto de forma ideal sondajes, pozos y calicatas.

2.2.2.7. Dimensionamiento del sistema

El dimensionamiento del almacenamiento del sistema de aguas grises se realiza según la Nch 3580, donde indica que se debe realizar en base según a la oferta-demanda y según el tipo de sistema se deben tener en consideración la tasa máxima de tratamiento y los patrones de demanda, refiriéndose a esto como el uso y comportamiento (NCh 3580: 2019).

2.3. Área verde

Las áreas verdes es un espacio común que este compuesto por pasto, árboles, arbustos y plantas. Es de vital importancia para salud física y mental de las personas además proporciona habitat para diversas especies de los cuales mantienen la fertilidad de la tierra y la salud de las plantas, junto a esto, ayudan a regular el ciclo del agua y a capturar el dióxido de carbono (Rizzardini, 2022).

El pasto necesita alrededor entre 6 y 9 litros de agua por metro cuadrado al día, el cual varía según la estación del año ya que, a mayor temperatura, mayor será la evaporación del agua por ende se necesita más agua.

2.4.1. Formas de riego

El riego consiste en procedimientos para distribuir eficientemente el agua ya sea para cultivos, plantas o árboles o áreas verdes. El principal problema del riego es el tiempo que se le dedica ya que si no se cuenta con un sistema automático de riego, se riega de forma manual, el consiste en dejar la manguera con un aspersor y cambiarlo de lugar cada cierto tiempo, pero si se deja más del tiempo debido se estaría desaprovechando dicha agua es por eso por lo que mediante el avance de la tecnología, han aparecido nuevas opciones, dentro de las cuales destacan:

2.4.2. Aspersión

Esta forma de riego es simulando la lluvia, la cual se logra mediante el agua que fluye a presión por dentro de las tuberías y es expulsadas por las boquillas de un aspersor, esta presión es obtenida normalmente por bombas hidráulicas (AQUAE ODS, 2022).

Como ventaja este tipo de sistema se puede ajustar la potencia y la orientación, por lo cual permite una mayor precisión y abarca una mayor área de riego, pero en esta forma de riego es debidamente importante su ubicación ya que una ubicación incorrecta puede generar exceso o defecto de riego en algunas zonas (AQUAE ODS, 2022).

2.4.3. Por goteo

Este sistema es utilizado en zonas donde escasea el agua y se debe optimizar este recurso, consta de distribuir el agua a través de goteros, que humedecerán la zona de las raíces de cada una de las plantas.

Se encuentran dos formas de instalar este sistema, una de ellas es distribuir toda tubería a lo largo de toda la zona a regar, donde a dicha tubería se le pincha un gotero, el cual es encargado de suministrar agua a dicha zona. El segundo sistema, la tubería ya viene integrado perfectamente el gotero por cual no hay que realizarle ninguna manipulación a la tubería (AQUAE ODS, 2022).

Este sistema al ser automatizado permite un mayor control y mayor libertad, además presenta un menor consumo de agua a diferencia de los otros sistemas de riego, pero este sistema implica una mayor inversión inicial, aunque a largo plazo resulta ser más económico y ecológico, cabe destacar que en este sistema pueden producirse obstrucciones en los canales de riego y en los orificios de salida, además requiere una mayor preparación técnica (AQUAE ODS, 2022).

2.4.4. Exudación

Esta forma de riego consta de una manguera porosa que sale constantemente una pequeña cantidad de agua y se reparte uniformemente. Esta manguera va usualmente a unos 10 centímetros bajo el suelo, lo cual es ideal porque humedece la zona de las raíces de las plantas. Este sistema tiene mayor eficiencia y facilidad de instalación, pero al igual que el sistema por goteo implica una alta inversión inicial.

2.5. Normativa Chilena

Durante este último periodo de tiempo Chile a estado avanzado en la materia de reutilización de aguas grises, ya que para poder llevar acabo estos avances se han tenido que promulgar normas, leyes, hasta incluso modificaciones de decretos para poder conceder permisos para proyectos con sistemas de reutilización de aguas grises.

2.5.1 Ley 21.075 - Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises

Este marco normativo consta de una sola versión, la cual fue publicada el 15 de febrero del año 2018. Esta tiene objeto regular la recolección y disposición de las aguas servidas domésticas, en las áreas urbanas y rurales, con el propósito de ahorrar y reutilizar el vital elemento. Además, establece la recolección y tratamiento de aguas grises, en las áreas urbanas y rurales, para fines de interés público en el riego de áreas verdes, parques o centros deportivos públicos (BCN, 2018).

2.5.2. Nch 3580 – Reutilización de aguas – Selección de sistemas de reutilización aguas lluvias y aguas grises

Este presente documento fue publicado el 26 de noviembre del año 2019. La cual busca entregar recomendaciones a todo planificador, diseñador urbano, arquitectos, ingenieros, y en general a quienes deseen contar con un sistema de reutilización de aguas, tomando en cuenta los recursos del agua, la gestión de aguas superficiales y subterráneas, la infraestructura de suministro de agua y saneamiento.

2.5.3. Decreto supremo de vivienda y urbanismo de 1992

Posterior a la publicación de la ley 21.075 y por efectos de sus objetivos junto a sus aplicaciones se hace necesario modificar Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, cuyo texto fue fijado por el DS N° 47 (V. y U.), del 1992, presente modificación al decreto fue publicado el jueves 17 de diciembre de 2020 en el Diario Oficial, donde se incorpora disposiciones aplicables a los permisos de las obras de urbanización y a los permisos de edificación, considerando sus trámites y sus recepciones, tratándose de proyectos de loteo y de edificación que incorporen o deban incorporar sistemas de reutilización de aguas grises (DIARIO OFICIAL, 2020)

2.5.4. Reglamento de sobre condiciones básicas para reutilización de aguas grises

Bajo el cargo del ministerio de Salud la primera versión de este documento, la cual fue presentada en enero del año 2018, el cual fue devuelto con observaciones de forma y de fondo por la Contraloría General y actualmente se encuentra en trámite (Claudia M, 2021).

3. Marco Metodológico

La metodología de esta investigación está conformada por la recopilación de información, determinar la oferta y demanda de aguas grises, seleccionar el sistema de reutilización, diseñar el sistema de reutilización y analizar la recuperación de la inversión de la propuesta con la finalidad de lograr los objetivos previamente planteados.

3.1. Recopilación de información

En primer lugar, se recopilará toda la información del proyecto de Mirador de Agua Santa II, refiriéndose a esto como planta de arquitectura, curvas de nivel, planimetría sanitaria con la finalidad de identificar la ubicación, cantidad de los artefactos sanitarios y identificar el espacio arquitectónico con el que cuenta, refiriéndose a esto la superficie de área verde con sus respectivos detalles, además se recopilará la información económica del proyecto sanitario.

3.2. Determinar la oferta y demanda de aguas grises

En esta segunda etapa se determinará la oferta de aguas grises y según el tipo de área verde se determinará la demanda para dicha zona para así realizar un balance, el cual permitirá diseñar la planta de tratamiento de aguas grises y el estanque de acumulación de agua tratada.

Para la determinación aproximada de la oferta se realizará mediante la cantidad aproximada que genera cada artefacto por la cantidad de artefactos, según la revista de Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

En la determinación de la demanda se realizará mediante la demanda promedio por la superficie total destinada para el área verde, refiriéndose al promedio porque según la estación varía la demanda de agua.

3.2.1. Determinar oferta de aguas grises

En esta etapa se determinará la oferta de las aguas grises con la que se cuenta, lo cual permitirá diseñar el tipo de sistema de reutilización en base a este cálculo se realizará por medio de lo que genera aproximado cada artefacto al día en una familia conformada por 4 personas por la cantidad de departamentos de 3 dormitorios por efecto de que se proyectara que habitaran una familia de 4 personas y para el caso de los departamentos que cuente con 2 dormitorios se multiplicara la cantidad generada de aguas grises del artefacto por el número de departamentos, donde al resultado se le disminuirá un 25% por motivo que se proyecta una familia conformada por 3 personas para dicho tipo.

El valor de que genera cada artefacto se realizara mediante la “Tabla 2.2.2: Cantidad aproximada de aguas grises generadas” del Capitulo Chileno de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Resultando la siguiente fórmula para departamentos de 3 dormitorios:

$$AG \left[\frac{m^3}{día} \right] = \frac{(N^{\circ} \text{ Dptos} \times AG_{Lo})}{1000}$$

Donde: AG_T : Total de aguas grises generadas ($m^3/día$).

$N^{\circ} \text{ Dptos}$: Numero de departamentos.

AG_{Lo} : Aguas grises generadas por el lavatorio (Lt/día).

Departamentos de 2 dormitorios:

$$AG \left[\frac{m^3}{día} \right] = \left[\frac{(N^{\circ} \text{ Dptos} \times AG_{Lo})}{1000} \right] \times 0,75$$

Donde: AG_T : Total de aguas grises generadas ($m^3/día$).

$N^{\circ} \text{ Dptos}$: Numero de departamentos.

AG_{Lo} : Aguas grises generadas por el lavatorio (Lt/día).

3.2.2 Determinar demanda para riego

Para cuantificar cuanto es la demanda de riego necesaria para el área verde con el que se cuenta dentro de la propiedad del conjunto habitacional se realizara mediante el anexo del RIIDA donde establece que el consumo máximo diario para jardines y prados es 10 lt/m²/día.

Tabla 3.2.2: Consumos máximos diarios en instalaciones domiciliarias de agua potable.

Casa Habitación	80 - 450 L/hab/día
Vivienda Social	70 L/hab/día
Edificio de departamentos con arranque único, comprendidos usos domésticos, lavado, riego, calefacción.	450 L/hab/día
Edificio de departamentos. Con arranque independiente o remarcador e incluyendo sólo uso doméstico.	80 -300 L/hab/día
Establecimientos educacionales	50 L/alumno ext./día 100 L/alumno mp./día 200 L/alumno int./día
Establecimientos hospitalarios	1.300 -2.000 L/cama/día
Locales industriales por operarios por turno	150 L/día
Locales comerciales y oficinas	150 L/empleado/día 10 L/m2/día como mínimo
Bares, restaurantes, fuentes de soda y similares	40 L/m2/día
Salas de espectáculos, sin considerar acondicionamientos de aire	25 L/butaca/día
Jardines y prados	10 L/m2/día
Dispensarios, policlínicas y otros establecimientos similares	100 L/m2/día
Regimientos y cuarteles (a lo cual hay que agregar otros consumos)	200 L/hombre/día
Hoteles y residenciales	200 L/cama/día
Piscinas residenciales con equipos de recirculación	1 cambio al mes
Piscinas residenciales sin equipos de recirculación	1 cambio total cada 10 días

Fuente: Anexos RIIDA, 2009.

Al ser un valor máximo diario se debe dividir en un factor de 1,5 para obtener el valor medio diario y proceder a multiplicar la superficie a regar por el resultado mencionado, quedando así de la siguiente forma:

$$AG_T = \frac{C_{max}}{1,5} \times Sup$$

Donde: AG_T : Demanda de aguas grises tratadas (lt/día).

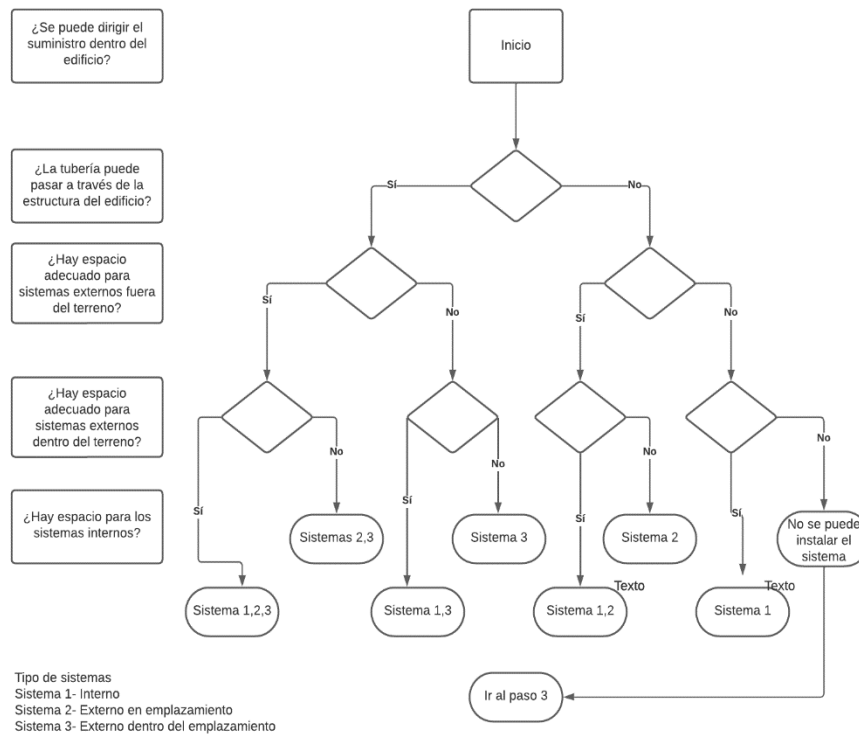
C_{max} : Consumo máximo diario de jardín (lt/m²/día).

Sup : Superficie de área verde (m²).

3.3. Selección del tipo de sistema

Por medio de lo que establece la NCh 3580 Reutilización de aguas - Selección de sistemas de reutilización de aguas lluvias y aguas grises, se deben tener en consideración las limitaciones físicas donde se deberán responder las siguientes preguntas: ¿Se puede dirigir el suministro dentro del edificio?, ¿La tubería puede pasar a través de la estructura del edificio?, ¿Hay espacio adecuado para sistemas externos fuera del terreno?, ¿Hay espacio adecuado para sistemas externos dentro del terreno? y ¿Hay espacio para los sistemas internos?, respondiendo estas preguntas se determinara el tipo de sistema ya sea interno, externo dentro del emplazamiento o externo fuera del emplazamiento y además determinara la ubicación del almacenamiento.

Ilustración 3.3: Evaluación del tipo de sistema.

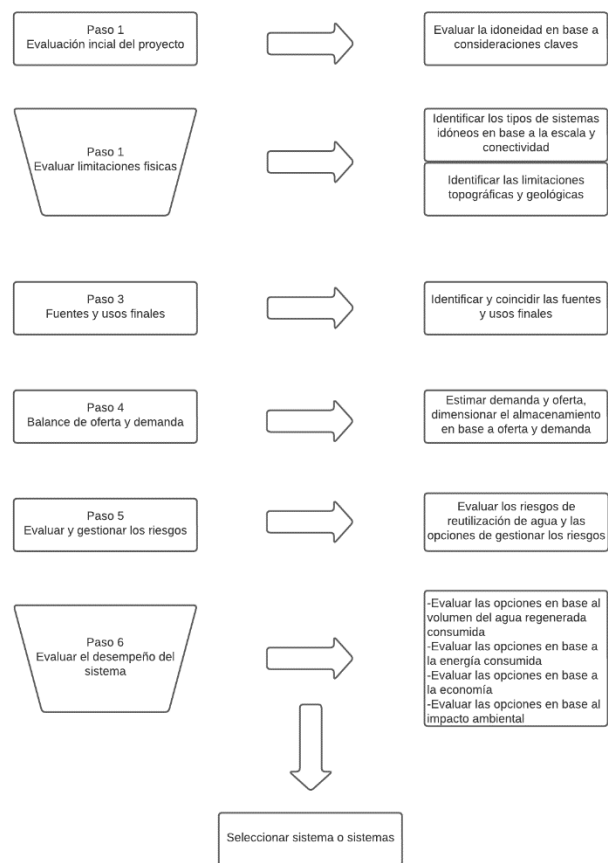


Fuente: Nch 3580, 2019.

3.4. Diseño del sistema de reutilización

En esta etapa se diseñará el sistema de reutilización de aguas grises mediante la NCh 3580 Reutilización de aguas - Selección de sistemas de reutilización de aguas lluvias y aguas grises, la cual considera que para la elección del sistema se deben tener en consideración los siguientes criterios:

Ilustración 3.4.1: Pasos para la selección de un sistema de recolección, almacenamiento y reutilización de agua.



Fuente: NCh 3580, 2019.

Al igual que los criterios establecidos en la normativa también se debe tener en consideración realizar una comparativa del estudio del agua grises versus la normativa con la finalidad de identificar los parámetros del agua que se encuentran fuera de normativa y seleccionar los tipos de tratamientos que deban realizarle frente a estos. Para el caso del estudio de aguas grises, al no poder realizar un estudio como tal debido a que el conjunto habitacional se encuentra en construcción, es decir no está habitado, se propondrá un estudio de una vivienda unifamiliar.

Dentro de la normativa la Nch 3582 Reutilización de agua residual de origen domestico – Calidad estándar del agua regenerada para irrigación de áreas verdes y “El Reglamento Sobre Condiciones básicas sanitarias” establecen los siguientes limites y/o parámetros de la calidad del agua a reutilizar.

Tabla 3.4.2: Limites y/o rangos de la calidad del agua regenerada para uso en área verdes.

Parámetros	Límites Nch 3582	Límites o Rangos Reglamento Sanitario
Ph	6,0-9,0	No menciona
Color	Sin color	No menciona
Olor	Sin olor	No menciona
Turbiedad (NTU)	≤ 2 (Promedio)	10
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l) SST	≤ 5 (Promedio)	30
Demanda Bioquímica Oxígeno (mg/l) DBO5	≤ 5 (Promedio)	30
Cloro libre residual (mg/l) CL	$\geq 0,2$	$0,5 \leq X < 2$
Coliformes Fecales (UFC/100ml) CF	≤ 10	200

Fuente: NCh 3582, 2018. Reglamento de sobre condiciones básicas sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises, 2018.

3.4.1. Diseño del sistema de reutilización

En esta penúltima etapa se diseñará el sistema previamente seleccionado, el cual se realizará mediante el marco normativo previamente mencionado como Ley 21.075 - Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises, Nch 3580 – Reutilización de aguas – Selección de sistemas de reutilización aguas lluvias y aguas grises, Reglamento de sobre condiciones básicas para reutilización de aguas grises. Por otro lado también se contemplará la Nch 3371 – Instalaciones domiciliarias de alcantarillado de aguas servidas – Diseño, calculo y requisitos. Donde establece los diámetros mínimos de tuberías de descarga junto con el limites máximo de UEH, al igual que se establece los diámetros mínimos para tuberías horizontales.

Para este paso se contemplará la información recopilada en la primera etapa como la planimetría sanitaria y arquitectónica para el mismo desarrollo de esta etapa.

3.4.2. Diseño del sistema de riego

Para seleccionar el sistema de riego se tendrán en cuenta la configuración de las zonas a regar y el alcance de cada uno de los sistemas ya sea por el riego por aspersor y por goteo, ya que cada uno de estos sistemas es más o menos eficiente según la configuración de la zona a regar además cada uno de estos respectivamente requiere cierta presión y caudal para funcionar correctamente, el cual es proporcionado por la motobomba por lo cual esta simulación se realizara por el programa Epanet 2.0 donde se simularan los puntos más desfavorables donde se deberá alcanzar cierta presión y caudal definido por la ficha técnica de cada aparato.

3.5. Analizar la recuperación de la inversión del sistema de reutilización de aguas grises implementado

En esta última etapa se cuantificará el presupuesto del sistema de reutilización de aguas grises para riego de áreas verdes, incluyendo análisis de precios unitarios respecto de todas las actividades a realizar para llevar a cabo la implementación de este sistema.

Posteriormente se determinará a partir de cuantos periodos anuales se recupera la inversión comparando el costo referido al gasto de agua potable para mantener dicha superficie de área versus el costo de implementación del sistema de tratamientos de aguas grises junto a todos sus costos anuales como insumos, gastos en electricidad y mantenciones anuales.

4. Desarrollo de la propuesta

4.1. Levantamiento del conjunto habitacional

Este conjunto habitacional consta de 4 torres de departamentos con destino habitacional con un total de 244 departamentos, donde el primer edificio y segundo cuentan con 64 respectivamente, el tercero cuenta con 74 departamento y el cuarto con 42 departamentos. Dentro de estos se encuentran 2 tipos de departamentos, 151 de estos cuentan con 3 dormitorios y 93 de los restantes cuentan con 93 unidades.

Tabla 4.1: Configuración de los departamentos según cantidad de dormitorios.

Ítem		Cantidad
Lote - Habitacional Copropiedad Inmobiliaria		
	Departamentos Tipología 1 - 3 Dormitorios	151 Unid.
	Departamentos Tipología 2 - 2 Dormitorios	93 Unid.
Total Departamentos Copropiedad Inmobiliaria		244 Unid.

Fuente: Propia.

4.2.1 Oferta de aguas grises

Para la determinación de la cantidad de aguas grises generadas por el conjunto habitacional se realizará mediante “Tabla 2.2.2: Cantidad aproximada de aguas grises generadas” presentada por AIDIS el año 2017, donde establece que en una familia de 4 personas las aguas grises corresponderán al 38% de las aguas residuales, solamente considerando la tina o ducha junto con el lavamanos. Para el caso de los departamentos que consideren solamente 2 dormitorios resultando una familia de 3 personas se reducirá un 25% la oferta de aguas grises para dichos departamentos.

Para el cálculo de la oferta los departamentos que cuenten con tres dormitorios ósea con una predicción de una familia conformada por 4 personas se realizaran mediante la multiplicación de la cantidad de departamentos por cantidad aproximada de aguas grises generadas de los lavatorios, es decir:

$$AG \left[\frac{m^3}{\text{día}} \right] = \frac{(N^{\circ} \text{ Dptos} \times AG_{Lo})}{1000}$$

Dando lo resultado lo siguiente:

$$\frac{151 \times 28 \frac{lt}{día}}{1000} = 4,22 \left[\frac{m^3}{\text{día}} \right]$$

Para los departamentos de 2 dormitorios se considerarán las mismas cantidades aproximada de aguas grises generadas pero con una disminución del 25% ya que los datos presentados por AIDIS consideran una familia de 4 personas, siendo este caso al ser 2 dormitorios se consideraría una familia de 3 personas, quedando reflejado como:

$$AG \left[\frac{m^3}{\text{día}} \right] = \left[\frac{(N^{\circ} \text{ Dptos} \times AG_{Lo})}{1000} \right] \times 0,75$$

Quedando de la siguiente forma:

$$\left[\frac{(93 \times 28 \frac{lt}{día})}{1000} \right] \times 0,75 = 1,95 \left[\frac{m^3}{día} \right]$$

Considerando todos los departamentos del conjunto habitacional resultaría que en un día se generarían 6.181 litros de aguas grises llevando a metros cúbicos resultaría un 6,18 (m³/día) y llevándolo a lo que se genera de aguas grises al mes resulta un 185,4 (m³/mes).

4.2.2. Demanda de riego para área verde

Mirador de Agua Santa II contempla 857,46 m² de área verde y para determinar cantidad requerida de riego para dicha superficie, se tendrá en consideración el reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado (RIDAA) donde en el Anexo N°4 especifica el consumo máximo de agua potable y para este caso siendo jardines y prados se presenta un consumo máximo de 10 L/m².

Tabla 4.2.2: Consumo máximo diarios en instalaciones domiciliarias de agua potable.

Casa Habitación	80 - 450 L/hab/día
Vivienda Social	70 L/hab/día
Edificio de departamentos con arranque único, comprendidos usos domésticos, lavado, riego, calefacción.	450 L/hab/día
Edificio de departamentos. Con arranque independiente o remarcador e incluyendo sólo uso doméstico.	80 -300 L/hab/día
Establecimientos educacionales	50 L/alumno ext./día 100 L/alumno mp./día 200 L/alumno int./día
Establecimientos hospitalarios	1.300 -2.000 L/cama/día
Locales industriales por operarios por turno	150 L/día
Locales comerciales y oficinas	150 L/empleador/día 10 L/m2/día como mínimo
Bares, restaurantes, fuentes de soda y similares	40 L/m2/día
Salas de espectáculos, sin considerar acondicionamientos de aire	25 L/butaca/día
Jardines y prados	10 L/m2/día
Dispensarios, policlínicas y otros establecimientos similares	100 L/m2/día
Regimientos y cuarteles (a lo cual hay que agregar otros consumos)	200 L/hombre/día
Hoteles y residenciales	200 L/cama/día
Piscinas residenciales con equipos de recirculación	1 cambio al mes
Piscinas residenciales sin equipos de recirculación	1 cambio total cada 10 días

Fuente: Anexos RIIDA, 2009.

Al ser valores máximos diarios se debe calcular el consumo medio por lo cual dicho valor se debe en 1,5 para así obtener el consumo medio del área verde.

$$C_{medio} = \frac{C_{max}}{1,5}$$

Remplazando el valor de consumo máximo diario daría como resultado lo siguiente:

$$\frac{\frac{10lt}{m^2}}{\frac{dia}{1,5}} = \frac{6,7lt}{m^2 dia}$$

Ya obtenido el valor del consumo medio por metro cuadrado diario, se realiza la multiplicación por el total de la superficie del área verde obteniendo lo siguiente:

$$6,7 \frac{lt}{m^2 dia} \times 857,46 m^2 = \frac{5745lt}{dia}$$

Resultando una demanda total para la superficie de área verde de 5745 litros por día, resultando 5,75 m³ al día, el cual al mes resultaría un total de 172,35 m³, con esto correspondería un estanque de almacenamiento del agua tratada de solamente 6.000 litros teniendo en consideración los volúmenes comerciales de estos.

4.3.1. Selección del tipo de sistema

Según la NCh 3580 of 2019 Reutilización de aguas – Selección de sistemas de reutilización de aguas lluvias y aguas grises, establece las preguntas que se deben responder para seleccionar el tipo de sistema (ilustración 3.3: Evaluación del tipo de sistema) donde se considera la configuración del espacio con el cual se cuenta en el conjunto habitacional.

Tabla 4.3.1: elección del tipo de sistema a utilizar.

Tipo de Sistema	Almacenamiento	Tratamiento	Complejidad	Ejemplo
Sistema 1 - Interno	Interno - Dentro de la edificación	Interno - Dentro de la edificación	Baja a media	Sistemas de almacenamiento individuales o comunitarios de aguas lluvias o de aguas grises que sirven a usuarios individuales o múltiples usuarios en la misma edificación (por ejemplo, bloque de edificios, oficinas)
Sistema 2 - Externo dentro de emplazamiento	Externo a la edificación pero dentro de las dependencias de la propiedad	Externo a la edificación pero dentro de las dependencias de la propiedad	Baja a media	Sistemas de almacenamiento individuales o comunitarios de aguas lluvias o de aguas grises que sirven a una única edificación o a múltiples edificaciones (por ejemplo, una sola casa, departamentos, oficinas, campus)
Sistema 3 - Externo fuera de emplazamiento	Externo a la edificación y fuera de las dependencias de la propiedad	Externo a la edificación y fuera de las dependencias de la propiedad	Alta	Sistemas comunitarios a gran escala que sirven a múltiples edificaciones en que el sistema es propiedad de un tercero y es operado por un tercero (por ejemplo, sistemas a escala municipal o sub-municipal)
A) Ver anexo A para mas detalles sobre como se clasifican los sistemas en complejidad baja, media y alta.				

Según la configuración de la propiedad y las limitaciones físicas nos permiten utilizar el sistema 2 – externo dentro de emplazamiento, ya que el terreno nos permite instalar dentro de las dependencias de la propiedad pero fuera de la edificación.

4.4.1. Diseño del sistema de reutilización

Al no cumplir los parámetros de PH, color, olor, turbiedad, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, cloro libre y coliformes fecales establecidos en “Nch 3582” y en “El Reglamento sobre condiciones básicas sanitarias” se propone como tratamiento los lodos activados con la finalidad de reducir dichos parámetros conforme al rango y/o límites establecido.

Tabla 4.4.1.1: Resultados del estudio de aguas crudas versus el marco normativo.

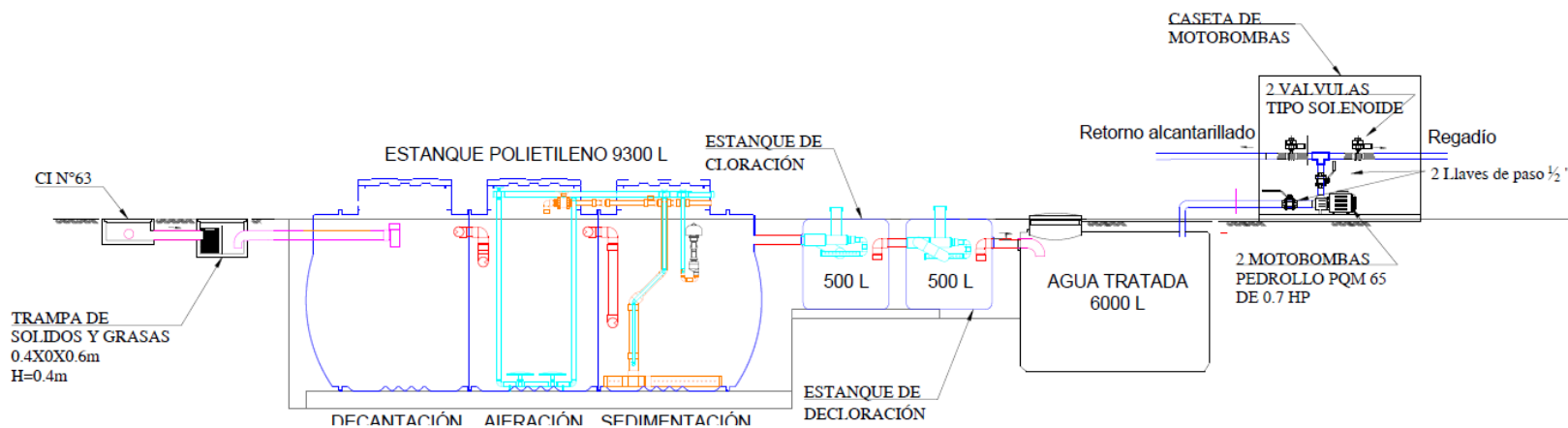
Parámetros	Resultados	Límites Nch 3582	Límites o Rangos Reglamento sanitario
Ph	7,82	6,0-9,0	No menciona
Color	<5,00	Sin color	No menciona
Olor	No cumple en frío a 20,0 °C	Sin olor	No menciona
Turbiedad (NTU)	66,36	≤ 2 (Promedio)	10
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) SST	62,5	≤ 5 (Promedio)	30
Demanda Bioquímica Oxígeno (mg/L) DBO5	117	≤ 5 (Promedio)	30
Cloro libre residual (mg/L) CL	0,2	≥ 0,2	$0,5 \leq X < 2$
Coliformes Fecales (CF/100ml) CF	140	≤ 10	200

Fuente: Morales, 2021. Nch 3582, 2018. Reglamento sanitario sobre condiciones básicas sanitarias.

El tratamiento de lodos activados es ideal ya que cuenta con diversos tratamientos recomendados por la normativa, además al ser un elemento prefabricado proveniente de la empresa Infraplast, la cual asegura la calidad establecida en la normativa para la irrigación de áreas verdes.

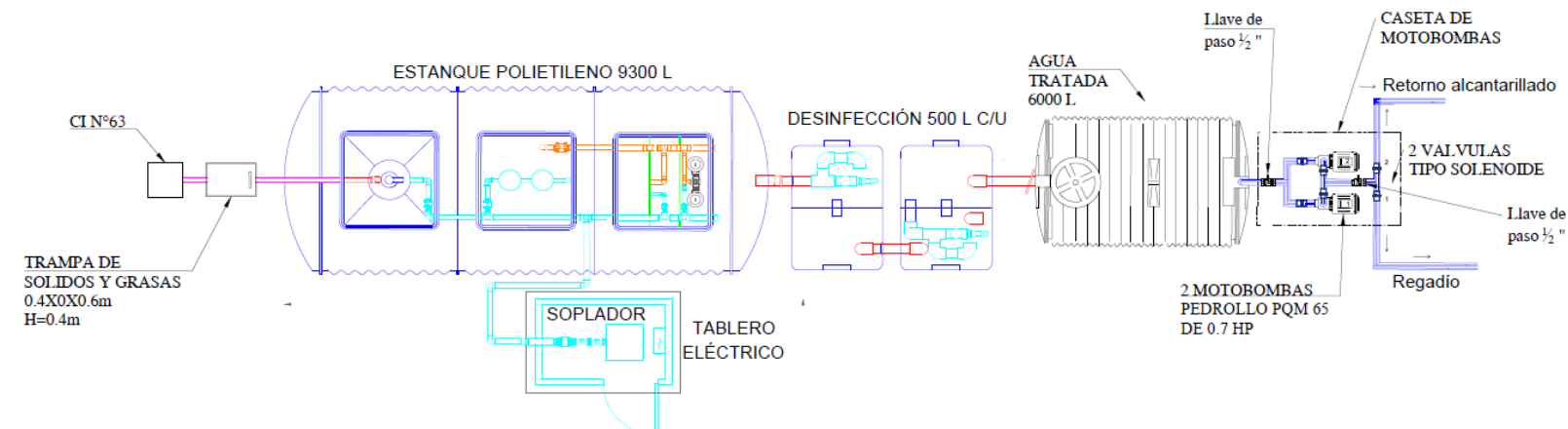
La empresa proveedora exige una superficie útil de 17 m² para la instalación de esta planta que está compuesta por un estanque de polietileno de 9,3 m³ donde suceden los procesos de decantación, aireación y sedimentación para así pasar al estanque de cloración y decloración de 500 litros respectivamente cada uno, todo esto junto al motor soplador, tablero eléctrico, difusor de aire, sistema de retorno de lodos, filtro anti-olores.

Ilustración 4.4.1.2: Planta de tratamiento de aguas grises.



Fuente: Propia en base a Infraplast.

Ilustración 4.4.1.3: Planta de tratamiento de aguas grises (planta).



Fuente: Propia en base a Infraplast.

4.4.2. Diseño de la red de aguas grises

Esta nueva red de recolección de aguas grises hacia la planta de tratamiento considera tuberías exclusivamente el agua proveniente de los lavatorios, realizando una nueva descarga a través de los shaft hacia sus respectivas cámaras para poder dirigirse hacia la planta de tratamiento. Esta nueva red proyectada considera tuberías de PVC de color morado para aguas crudas y tratadas, además se contemplan 24 cámaras de inspección donde desde la C.I 40 a C.I 48 recolecta todas proveniente de los lavatorios de los edificios 1 y 2, siendo el caso para los edificios 3 y 4 se recolectan desde la C.I N°53 a C.I N°62, esta distribución será mediante PVC de diversos diámetros, donde estos se limitan según la cantidad de UEH transportadas en el tramo y según su pendiente en la red diseñada, siendo para el caso de la tubería de descarga se proyecta PVC de 50 mm ya que no excede las UEH y para el caso de las tuberías horizontales de las cámaras de inspección se proyectaron tuberías de PVC de 75 mm desde la C.I N°40 hasta la C.I N°45 y también se consideró para el tramo de la C.I N°55 hasta la C.I N° 58 y para el resto de los tramos horizontales externos a la edificación se consideró PVC de 110 mm.

Dentro de las pendientes de la red proyectada fluctúan entre 1% o 3% pero en el tramo entre las C.I N°50 y C.I N°51 sucede el caso que se presenta una pendiente de 32% el cual se verifico la velocidad la cual no debe superar los 3 m/s como lo indica la Nch 1105 – Alcantarillado de aguas residuales – Diseño y cálculo de redes, resultando una velocidad de 2,81 m/s por lo tanto cumpliría dicho tramo.

Tabla 4.4.2: Verificación de redes de alcantarillado.

VERIFICACIÓN DISEÑO REDES DE ALCANTARILLADO

Nombre del Proyecto: ESCUELA DE CONSTRUCCION
Consultor: INGENIERIA EN CONSTRUCCION
Fecha: 10-octubre-2023

Número de Tramos: 1

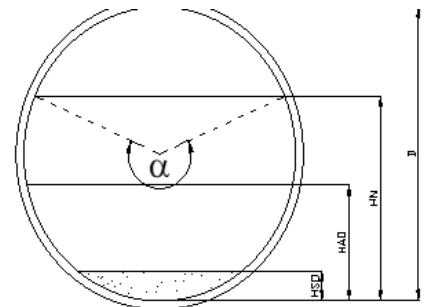
$$V = C \sqrt{R_H i} ; \text{Chezy 1776}$$

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{n} ; \text{Manning 1890}$$

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} \sqrt{i}$$

$$R_H = \frac{1}{4} D [1 - \sin(\alpha)]$$

$$Q = \frac{1}{n} (1/2)^{1/3} D^{5/3} \left[\frac{1 - \sin(\alpha)}{\alpha^{2/3}} \right]^{1/2} \sqrt{i} ; \text{Ecuación de Manning}$$



DATOS DE ENTRADA:

DATOS DE ENTRADA:									RESULTADOS LECCION DE MANEJO:									
Cámaras de Inspección		H agua obs	H sed obs	Q req	D	n	n	l	n	Q obs	Q bil	Q bil	V obs	V bil	V bil	V n	V a	
Inicial	Final	[cm]	[cm]	[l/seg]	[mm]	sed	tubo		equiv	[l/seg]	[l/seg]	[l/seg]	[m/seg]	[m/seg]	[m/seg]	[m/seg]	[m/seg]	
									obs		[h=0,7D]	(máx)		[h=0,7D]	(máx)			
50	51			2,20	103,6		0,009	0,3200	0,009	0,0	38,8	49,9	0,00	6,16	6,06	2,81	0,39	

RESULTADOS ECUACIÓN DE MANNING:

Fuente: Propia

4.4.3 Diseño del sistema de riego

Para el sistema de riego se proyecta una red de 444 metros de longitud en PPR de 20 mm, contemplando dentro de este 20 aspersor tipo ROTOR PGJ, 21 aspersor tipo arco y además se considera una red de goteo de 238 metros de longitud. Estos elementos para asegurar un correcto funcionamiento necesitan de cierta presión y caudal, requiere de 1,4 a 7 bar y 0,13 a 1,23 m³/h; de 2,2 a 20,5 l/min de caudal.

Ilustración 4.4.3.1: Requerimientos de aspersor.

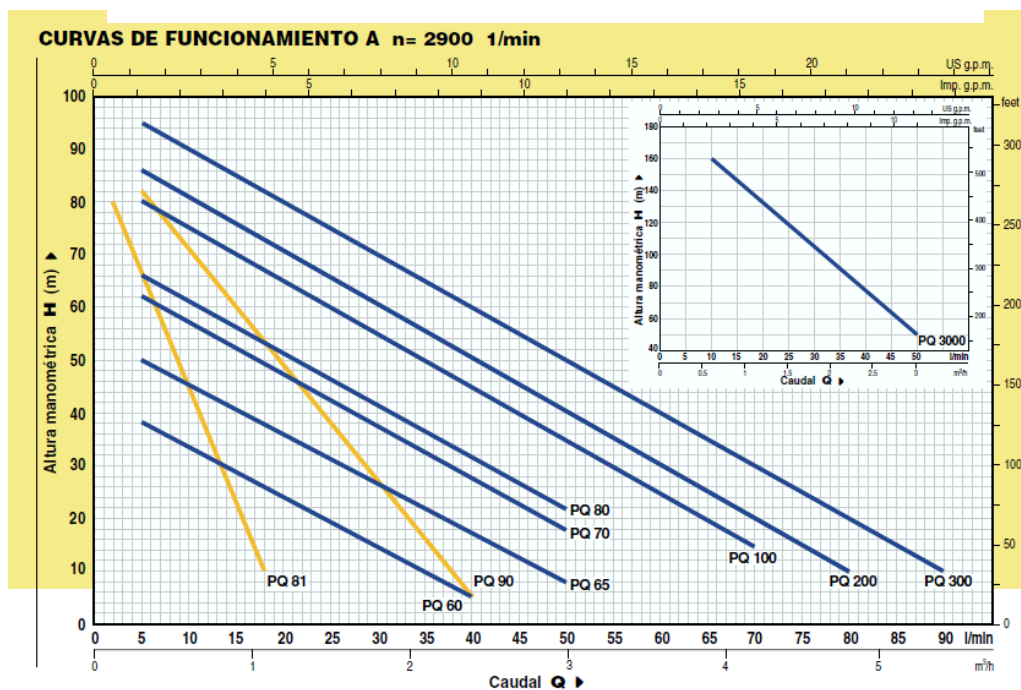
ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

- Opciones de boquillas: 8
- Radio: de 4,3 m a 11,6 m
- Caudal: 0,13 a 1,23 m³/h; 2,2 a 20,5 l/min
- Intervalo de presión recomendado: 1,7 a 3,8 bares, 170 a 380 kPa
- Rango de presión de funcionamiento: 1,4 a 7 bares; 140 a 700 kPa
- Tasa de precipitación: 15 mm/h aproximadamente
- Trayectoria de la boquilla: 15° aproximadamente
- Período de garantía: 2 años

Fuente: Ficha técnica PGJ, 2023.

Por lo cual la motobomba que asegura que se cumplan dicho requerimiento es la Pedrollo PQm 65 de 0,7 HP asegurando un caudal de 15 L/min a una altura manométrica de 40,5 metros.

Ilustración 4.4.3.2: Curva de funcionamiento de motobomba.



Fuente: Catalogo Pedrollo, 2023.

Tabla 4.4.3.3: presión en distintos puntos de la red (mca).

ID Nudo	Presión m
Conexión 1	39.82
Conexión 2	39.72
Conexión 3	39.62
Conexión 4	39.72
Conexión 5	39.52
Conexión 6	39.32
Conexión 7	39.32
Conexión 9	38.02
Conexión 10	37.92
Conexión 11	37.82
Conexión 12	36.52
Conexión 13	34.52
Conexión 14	34.52
Conexión 15	36.02
Conexión 16	34.52
Conexión 17	34.52
Conexión 8	37.82
Conexión 18	40.00
Conexión 19	39.82
Conexión 20	39.82
Conexión 21	39.72
Conexión 22	39.52

Fuente: Propia.

Resultando el nudo más desfavorable de 34,52 mca ósea 3,45 bar por lo tanto la motobomba (Pedrollo PQm 65) cumpliría con las exigencias recomendadas para que el aspersor funcione correctamente en todos los puntos del sistema de riego.

4.5. Recomendaciones de operación y mantenimiento

Para un correcto funcionamiento de planta de tratamiento de aguas grises, el periodo de puesta en marcha de esta conlleva de 8 a 12 semanas con la finalidad de asegurar un manto adecuado de lodo activado es decir que este tiempo asegure un adecuado desarrollo de la fauna bacteriana, la cual será encargada de degradar la contaminación de las aguas por lo cual durante este periodo no deben extraerse los lodos.

El tablero eléctrico mensualmente deberá ser limpiado del polvo y revisar los componentes y protecciones eléctricas y de forma anual deberá revisar completamente el panel de control y reemplazar cualquier línea desgastada si hubiese, esto deberá realizarse por un personal calificado, con conocimiento y competencia en la fabricación y control de tableros eléctricos.

Para el caso del motor soplador este de forma semanal deberá ser inspeccionado el filtro de aire de aspiración y limpieza si es de ser necesario. Mensualmente se deberá limpiar el filtro de aire de aspiración del soplador. Cada seis meses se deberá cambiar el filtro de aire junto con una inspección completa y rociarlo con teflón líquido. Anualmente se deberá lubricar los soportes del soplador.

Durante cada inspección del estanque de decantación se deberá verificar la entrada al estanque que no esté tapada, ni obstruida además cada 6 meses se deberá hacer una extracción de lodos mediante un camión limpia fosa, donde se extraerá la costra y los sólidos entre un 30% a un 50% del compartimiento, esta extracción también puede realizarse de forma anual ya que todo dependerá según el uso.

El estanque de aireación cada vez que se realice su respectiva inspección se deberá verificar que la entrada no esté tapada, ni obstruida además semanalmente se deberá realizar un test de permeabilidad para controlar la concentración de lodos al igual que registrar y controlar el pH en el estanque. Cada 6 meses en caso de concentración excesiva de se deben extraer los lodos además se debe verificar la presencia de burbujas en el estanque.

Para el estanque de sedimentación este cada 6 mes deberá recibir una limpieza general, junto con una succión de los flotantes y extracción de los excesos de lodos de un 10% a un 30% de estos.

4.6. Presupuesto del sistema de reutilización de aguas grises

Según todas las consideraciones de las implementaciones de este sistema, incluyendo la realización de este en paralelo a las obras originales a la construcción de MAS II es decir no se consideran costos de obras previas ni de costos de entregas. Por lo tanto se tiene un total de 889,7 UF siendo actualmente treinta y seis millones quinientos veinticinco mil pesos (\$ 36.525.000) véase la tabla 4.6.

Tabla 4.6: Presupuesto detallado

PRESUPUESTO DETALLADO
REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD		P.UNITARIO	TOTAL
A.-	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS GRISES					10,139,510
A.1.-	EXCAVACION A BRAZO EN ZANJA < 1,4 M. Y PROF. < 2 M.	m3	165.000	\$	5,595	923,175
A.2.-	CAPA DE ARENA E=1 CM	m2	182.000	\$	2,180	396,760
	RELLENO ESTRUCTURAL	m3	158.000	\$	15,511	2,450,738
A.3.-	TUBO SANITARIO 50mm	mt	516.000	\$	2,954	1,524,264
A.4.-	TUBO SANITARIO 75mm	mt	232.000	\$	3,413	791,816
A.5.-	TUBO SANITARIO 110mm	mt	112.000	\$	3,912	438,144
A.6.-	CAMARA DOMIC. PRE-FAB. h=0.60 mt	uni	22.000	\$	74,528	1,639,616
A.7.-	CAMARA DOMIC. PRE-FAB. h=1.50 mt	uni	1.000	\$	168,190	168,190
A.8.-	VEE SENCILLA 75x 75mm PVC	uni	57.000	\$	4,194	239,058
A.9.-	CODO 75x 75mm PVC	uni	40.000	\$	2,094	83,760
A.10.-	CURVA 75x 75mm PVC	uni	20.000	\$	2,409	48,180
A.11.-	CURVA 50x 50mm PVC	uni	154.000	\$	2,304	354,816
A.12.-	VEE SENCILLA 50x 50mm PVC	uni	162.000	\$	3,144	509,328
A.13.-	REDUCCIÓN 50x 75mm PVC	uni	40.000	\$	3,144	125,760
A.14.-	REDUCCIÓN 40x 50mm PVC	uni	157.000	\$	1,989	312,273
A.15.-	REDUCCIÓN 40x 75mm PVC	uni	58.000	\$	2,304	133,632
B.-	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES					8,642,899
B.1.-	EXCAVACION PARA OBRAS DE ARTE	m3	34.000	\$	4,589	156,026
B.2.-	CAPA DE ARENA E=1 CM	m2	17.000	\$	2,180	37,060
B.3.-	INSTALACIÓN Y SU MINISTRO DE PTAG	uni	1.000	\$	7,741,800	7,741,800
B.4.-	INSTALACION Y SU MINISTRO DE ESTANQUE	uni	1.000	\$	708,013	708,013
C.-	SISTEMA DE RIEGO					3,140,774
C.1.-	EXCAVACION A BRAZO EN ZANJA < 1,4 M. Y PROF. < 2 M.	m3	176.000	\$	3,804	669,504
C.2.-	RED INTERIOR AGUA FUSION 25 MM	ml	423.000	\$	1,760	744,480
C.3.-	RED DE GOTEO 20MM	ml	310.000	\$	399	123,690
C.4.-	CODO PPR 20mm	uni	1.000	\$	1,450	1,450
C.5.-	TEE PPR 20mm	uni	1.000	\$	1,829	1,829
C.6.-	LLAVE PASO 1/2" PPR	uni	2.000	\$	10,709	21,418
C.7.-	LLAVE DE JARDIN 1/2	uni	1.000	\$	10,937	10,937
C.8.-	BOMBA PEDROLLO PKM 65 0.7HP 220V	uni	2.000	\$	307,279	614,558
C.9.-	VÁLVULA SOLENOIDE	uni	2.000	\$	106,513	213,026
C.10.-	ASPIERSOR ROTOR PGJ	uni	20.000	\$	16,496	329,920
C.11.-	ASPIERSOR ARCO	uni	21.000	\$	19,522	409,962
D.-	SUB-TOTAL	ST		\$		21,923,183
E.-	UTILIDADES	%	20.000	\$		4,384,637
F.-	GASTOS GENERALES	%	20.000	\$		4,384,637
G.-	SUB-TOTAL	ST		\$		30,692,456
H.-	IVA	%	19.000	\$		5,831,567
I.-	TOTAL	TOT		\$		36,524,023

Fuente: Propia.

4.7 Analizar la recuperación de la inversión del sistema de reutilización de aguas grises implementado

Teniendo en consideración las dos mantenciones anuales referidas a la planta de tratamiento con un costo de 8 UF cada una, resultando un total de 16 UF siendo actualmente quinientos ochenta y tres mil trescientos ochenta y nueve pesos (\$583.389) y que el valor del m³ de agua potable 0,32 UF (actualmente mil ciento cincuenta y un pesos (\$ 1.151)).

Considerando la superficie de área verde de 858 m² tiene una demanda de 5749 litros diarios, resultando una demanda de 5,7 m³/día, por lo tanto el costo diario para mantener el área verde resultaría de:

$$5,7 \frac{m^3}{día} \times \$1.151 m^3 = \$6.561$$

Y el costo anual para mantener el área verde resultaría un total de:

$$\$6.561 \times 365 = \$2.364.765$$

Por lo tanto el costo de agua potable destinado a regar el área verde es de 65,9 UF.

Para el caso del motor soplador de 0,5 HP resulta un consumo de 0,37 KWH a un costo de \$ 98,06 de KWH por lo tanto tiene un costo anual de:

$$8 \times 365 \times 0,37 \times 98,06 = \$ 105.945$$

Resultando un costo de 2,9 UF.

En el caso de la motobomba para impulsión de aguas tratadas se consideran que se necesitan 5.749 litros diarios y la motobomba posee un caudal máximo de 40 L/min por lo tanto estará en funcionamiento 2,3 horas para abastecer la zona a regar, resultando un consumo en electricidad de:

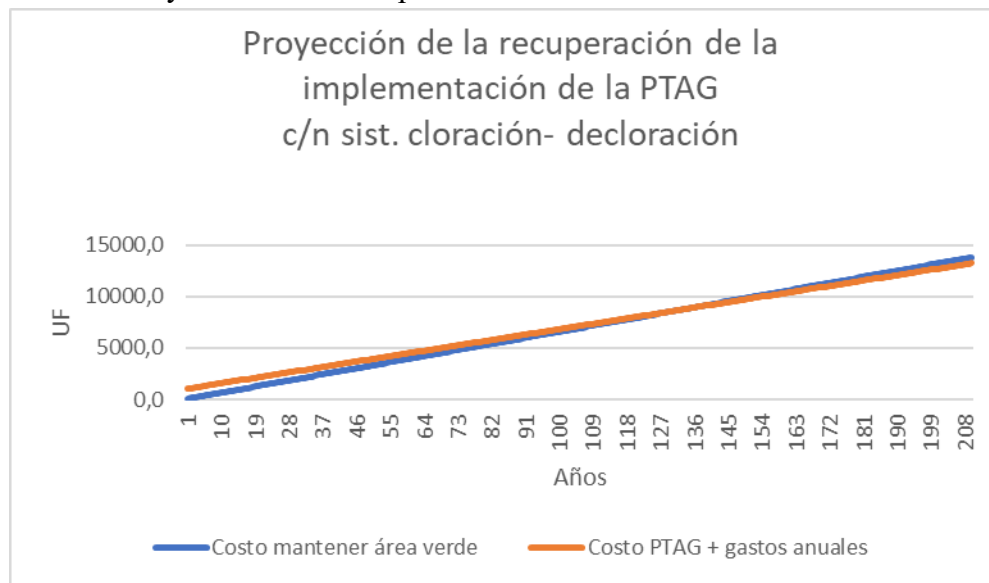
$$2,3 \times 365 \times 98,06 = \$82.322$$

Resultando un costo anual de 2,3 UF por lo tanto considerando el motor soplador y la motobomba resulta un costo anual de 5,2 UF.

En el caso de la pastilla de pastilla de Hipoclorito de Calcio y la de Bisulfito de Sodio poseen un rendimiento de 10.000 litros cada pastilla, sabiendo que se estiman 6.181 litros diarios a tratar por ende se consideran un total de 452 pastillas anuales a un precio de tres mil cada una (\$3.000) resultando un costo de un millón trescientos cincuenta y seis mil pesos (\$1.356.000) resultando actualmente 37,2 UF.

El escenario de implementar el sistema de reutilización de aguas grises considerando los insumos, electricidad y sus mantenciones al primer año resulta un costo de 1.060,1 UF ósea treinta y ocho millones seiscientos cincuenta y dos mil seiscientos cincuenta y seis pesos (\$ 38.652.656) versus lo que implica el no contar con un sistema ya que implica el mantener el área verde anualmente resulta un costo de 65,9 UF equivalente a dos millones cuatrocientos y dos mil ochocientos cincuenta y dos pesos (\$ 2.402.852) por lo tanto el primer año no se recuperaría la inversión ya que al realizar las proyecciones de estos costos resultaría que a partir de los 133 años se empezaría a recuperar la inversión ya que el costo proyectado de agua potable para mantener el área verde sería más que el costo de implementar el sistema juntos todas sus mantenciones e insumos a lo largo de los años, debido a que solamente el costo anual de las pastillas corresponde al 57% del costo de mantener el área verde anualmente.

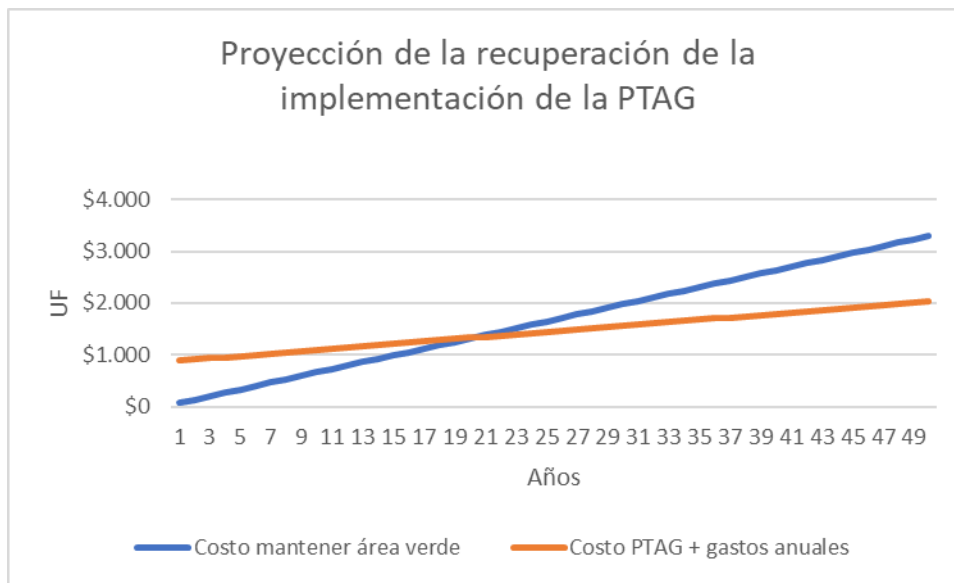
Ilustración 4.7.1: Proyección de la recuperación de la PTAG c/n sistema de cloración-decloración.



Fuente: Propia.

En conclusión el costo de las pastillas afecta considerablemente el periodo de tiempo en que se recupera la inversión realizada ya que cada año se tienen que suministrar 37,2 UF por lo tanto el método de desinfección no es ideal debido a su alto costo por lo tanto se proyecta un sistema desinfección por filtros UV, el cual posee un costo del equipo de 17 UF ósea seiscientos veinte mil pesos (\$620.000) además utiliza una lampara anual de 87 watts ya que se cambian cada 9.000 horas. Este sistema permite disminuir considerablemente el tiempo de recuperación de inversión ya que se presenta un costo el primer año de 991,9 UF siendo actualmente treinta y seis millones ciento sesenta y ocho mil (\$36.168.000) resultando que desde los 23 años se recuperaría la inversión porque el costo de mantener el área verde supera el costo de implementar la planta de tratamiento de aguas grises junto a sus costos anuales.

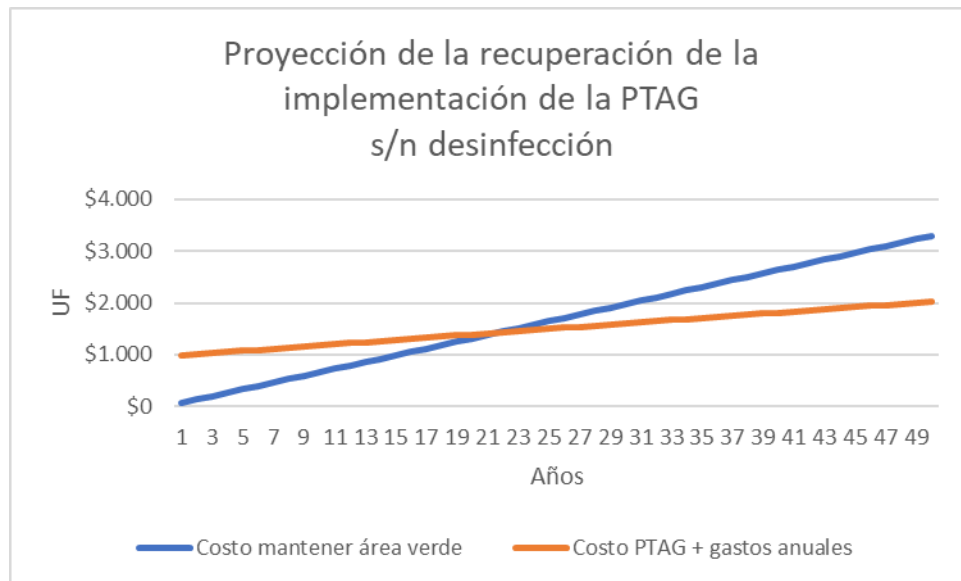
Ilustración 4.7.2: Proyección de la recuperación de la implementación de la PTAG c/n sistema de filtros UV.



Fuente: Propia.

Estas aguas al ser provenientes solamente de lavatorios poseen una baja carga orgánica por ende puede ser el caso que no se necesita el proceso de desinfección pero todo dependerá el estudio de aguas tratadas para comprobar que cumple con la normativa vigente. Si se diese el caso, se contemplaría un costo inicial de 972,8 UF siendo actualmente treinta y cinco millones cuatrocientos setenta y uno mil pesos (35.471.000). Al considerar los gastos anuales la recuperación se vería reflejada a partir de los 22 años es decir 1 años menos a comparación de la proyección que incluye el sistema de desinfección de filtros UV. Por lo tanto convendría utilizar dicho sistema de desinfección porque es una diferencia mínima en la recuperación de la inversión.

Ilustración 5: Proyección de la recuperación de la implementación de la PTAG s/n desinfección.



Fuente: Propia.

5.1 Conclusiones

Según el estudio realizado se cumplió perfectamente con el primer objetivo específico, ya que se realizó un balance entre la oferta y demanda de aguas grises resultando que considerando solamente todos los lavatorios de los 4 edificios da abasto para la demanda del área verde. Si esta área fuese mucho mayor perfectamente también se hubiera podido recolectar el agua proveniente del agua de los baños lluvia junto a la de los lavatorios.

Para el segundo objetivo igualmente se logró perfectamente ya que se propuso un sistema de reutilización de aguas grises con un costo inicial de 1002 UF siendo treinta y seis millones quinientos veinticinco mil pesos (\$36.525.000), donde se considera una red de recolección de las aguas grises hacia la planta de tratamiento para después distribuir el agua tratada hacia la zona a regar mediante riego automatizado por aspersores y riego por goteo, además de considerar solamente una llave de jardín para las pruebas de calidad de agua ya que al considerar más podría poner en riesgo la salud de los habitantes de este conjunto habitacional.

El ultimo objetivo de analizar la recuperación de la inversión se cumplió igualmente siendo que para el caso de la desinfección por cloración y decloración provoca un excesiva alza en los costos de insumos a través de los años ya que provoca que dicha recuperación sea a partir de los 133 años ya que el valor anual de las pastillas corresponde alrededor del 57% del costo de mantener el área verde por ende se presenta la desinfección por filtros UV que involucra un costo considerablemente menor ya que solamente se consideran insumos como la lampara de 87 watts a un costo de 2,11 UF provocando que se recupere la inversión desde el año 23 por lo cual es mucho más conveniente utilizar dicho tratamiento desinfectante.

Por lo tanto el objetivo general de evaluar técnica y económicamente un sistema de reutilización de aguas grises para el conjunto habitación se cumplió perfectamente donde es debidamente importante analizar y estudiar el costo de los insumos a largo plazo ya que si no es así puede provocar lo anteriormente mencionado.

6.1. Bibliografía

Robles, M., Näslund-Hadley, E., Ramos, M., Paredes, R. (2015). Áreas verdes de la escuela. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/16907/areas-verdes-de-la-escuela#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la,de%20%C3%A1reas%20verdes%20por%20habitante.>

Baeza, E. (2020). Aspectos técnicos y experiencia extranjera en materia de Eficiencia Hídrica. https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29039/1/Informe_Eficiencia_Hidrica.pdf

Baeza, E. Torres, R. (2020). Situación de la demanda de recursos hídricos en Chile por parte de los principales usuarios.

https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/30306/1/Situacion_Demanda_Agua.pdf

Unión temporal de proveedores hídrica consultores Spa y Aquaterra Ingenieros Ltda. (2017). Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile.

<https://dga.mop.gob.cl/Estudios/04%20Resumen%20Ejecutivo/Resumen%20Ejecutivo.pdf>

Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile. (2021). Reporte anual de la evolución del clima en Chile. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/ReporteClimatico2020-edmay2021.pdf>

Morales, P. (2021). Escasez hídrica en Chile y las proyecciones del recurso. <https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32023/3/Escasez%20h%C3%ADrica%20en%20Chile%20y%20las%20proyecciones%20del%20recurso.pdf>

Gutiérrez, E. (2019). Escuelas chilenas reciclan aguas grises para mitigar la sequía. <https://ipsnoticias.net/2019/05/escuelas-chilenas-reciclan-aguas-grises-mitigar-la-sequia/>

Infanta, C. (2022). Escuela básica es la primera de Chile en reutilizar sus aguas grises. https://www.litoralpress.cl/sitio/Prensa_Texto?LPKey=PP33AJKBFZTCR3XFELAPVMBXCCXIT23FCRMBYIB3FO3MEYZHZ7Q

Gobierno de Santiago. (2022). Escuela de ciudad de Lyon es el primer recinto municipal en Chile que implementa sistema de reutilización de aguas grises. <https://www.gobiernosantiago.cl/escuela-ciudad-de-lyon-es-el-primer-recinto-municipal-en-chile-que-implementa-sistema-de-reutilizacion-de-aguas-grises/>

Llompato, A. (2022). Reutilización de aguas grises en domicilios comienza a aplicarse en Chile para paliar la sequía. https://www.litoralpress.cl/sitio/Prensa_Texto?LPKey=BV64VWFU6NBAM7GLAX7FNMWOMT6CI4LYYERFMRMVP6KM2BMFN7MA

Ministerio de Obras Públicas. (2022). Ley 21075, Regula la recolección, reutilización, y disposición de aguas grises. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1115066>

Ministerio de Salud. (2018). Proyecto de reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/02/Reglamento-Aguas-Grises.pdf>

Muñoz, A. Allende, I. Guillier, A. Horvath, A. Prokurica, B. (2018). Leyes, reglamentos, decretos y resoluciones de orden general. <https://www.leychile.cl/navegar?idNorma=1159434>

AQUAE ODS. (2021). ¿Qué es el agua? Tipos, composición y funciones. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-el-agua/>

ESVAL. (2023). Esval y balance post temporal: “Aún estamos muy lejos de superar la sequía en la Región de Valparaíso”. <https://www.esval.cl/personas/noticias/listado-de-noticias/a%C3%BAn-estamos-muy-lejos-de-superar-la-sequ%C3%ADa-en-la-regi%C3%B3n-de-valpara%C3%ADso/>

AQUA ESPAÑA. (2018). Aguas grises: Origen, composición y tecnologías para su reciclaje. <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/aguas-grises-origen-composicion-y-tecnologias-para-su-reciclaje>

AQUAE ODS. (2022). Tipos de sistema de riego y sus características. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/tipos-de-riego/>

Ministerio de Agricultura. (2001). Riego por aspersión. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/40180/NR26419.pdf?sequence=1>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2016). Decreto 19 Reglamenta programa de integración social y territorial, y modifica ds n° 1, (v. y u.), de 2011, reglamento del sistema integrado de subsidio habitacional. Ley Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1092547&idVersion=2023-05-11&idParte=9715066>

Infraplast. (2023). Manual de instalación, mantención y operación. Plantas de tratamiento. https://infraplast.cl/wp-content/uploads/2018/01/Infraplast_Manual-Instalacion-Aquablock_190118.pdf

Hidro UV. (2023). Equipo UV, Hidro UV filtro luz UV calidad de agua de riego. Ficha técnica. <http://filtroaguas.cl/files/FT-Equipos-UV,--HidroUv-Filtro-Luz-UV-calidad-de-agua-Riego-.pdf>

Blanco, C. (2017). Sistema de desinfección de cursos de aguas superficiales a través de radiación ultravioleta. Boletín. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7788/NR40091.pdf?sequence=8&isAllowed=y#:~:text=La%20radiaci%C3%B3n%20UV%20proporciona%20una,o%20en%20fracciones%20de%20%C3%A9stos.>

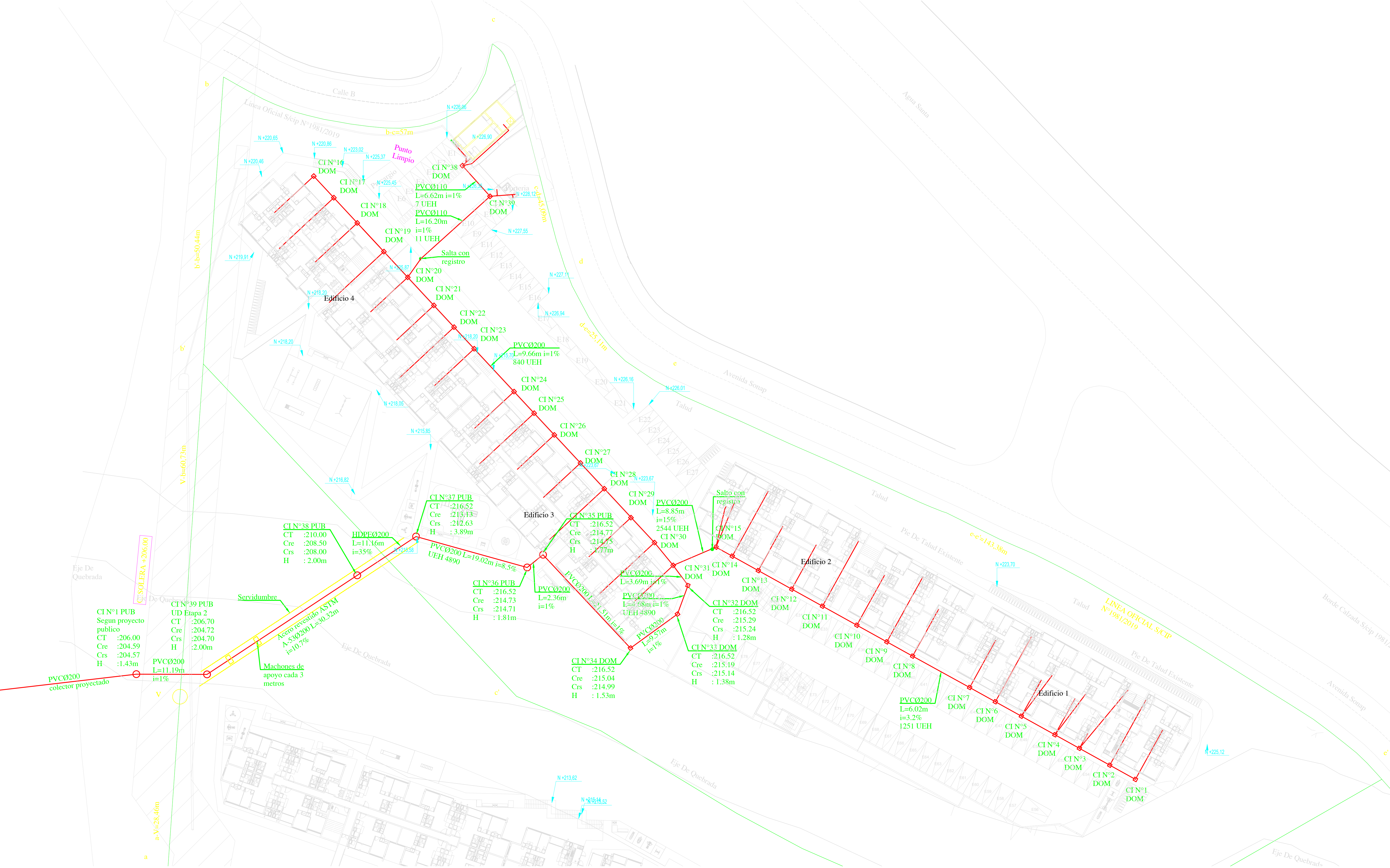
Morales, F. (2021). Diseño de sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en una vivienda unifamiliar. Tesis.

Hunter. (2023). PGJ. Ficha técnica. <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0440/6267/1009/files/PGJ.pdf?v=1615898691>

Pedrollo. (2023). Electrobombas ficha técnica. https://insanitdos.weebly.com/uploads/5/3/3/9/5339473/mb_pedrollo.pdf

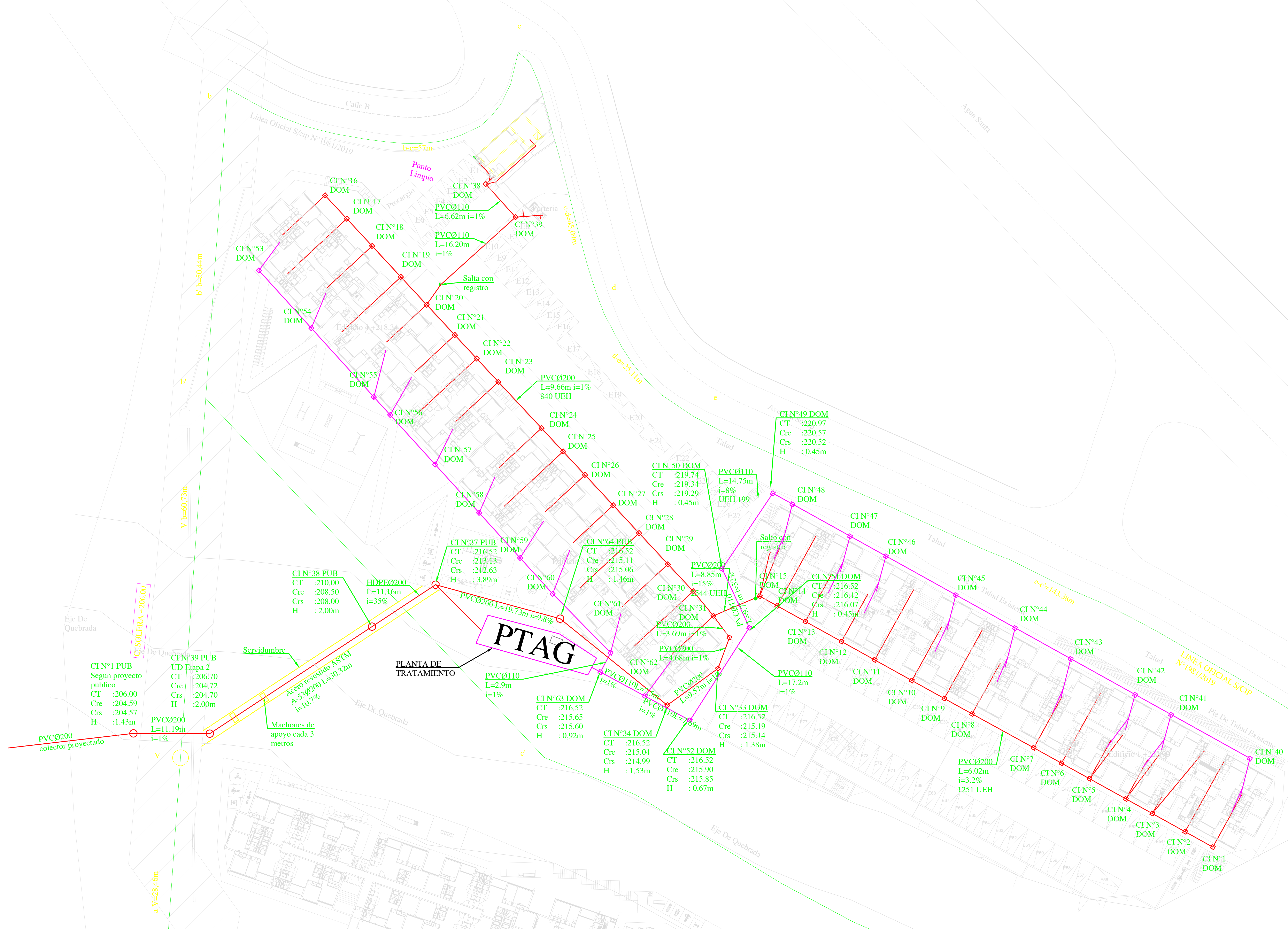
Anexos A
(Informativo)

Sistema I, plano de red de alcantarillado



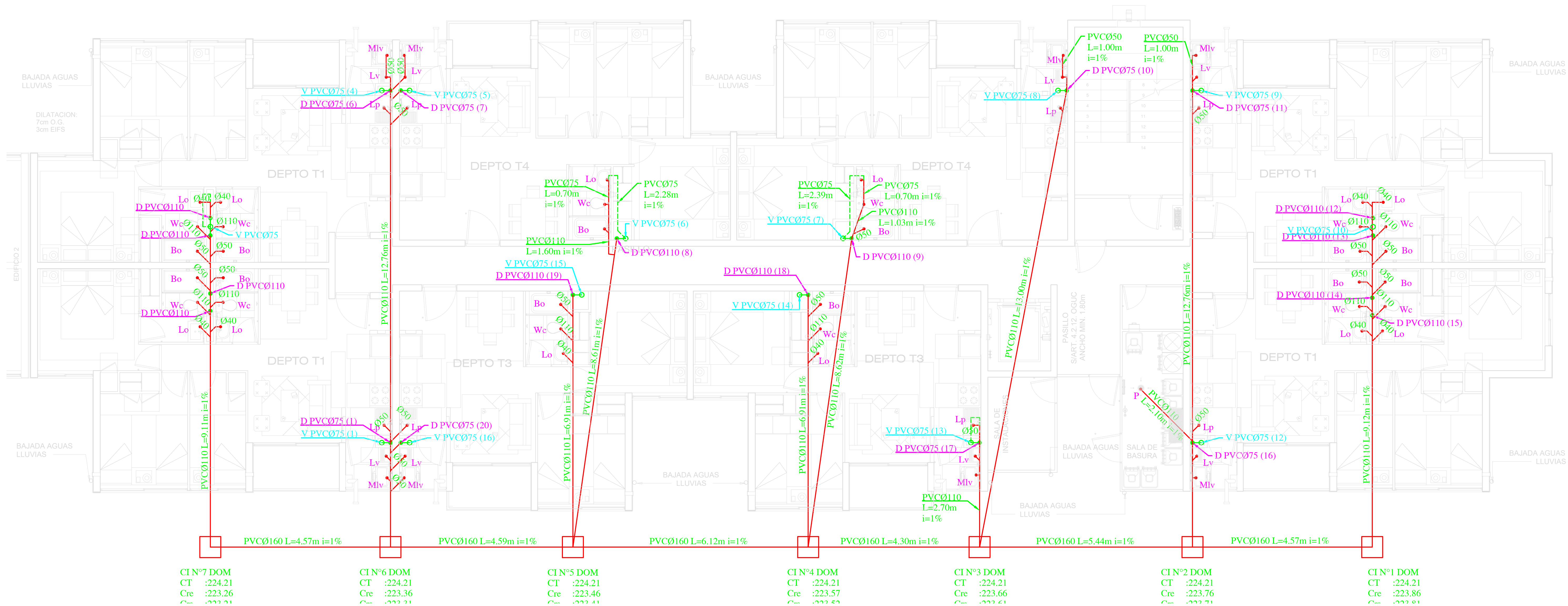
Anexo B
(Informativo)

Sistema II, plano de red de recolección de aguas grises



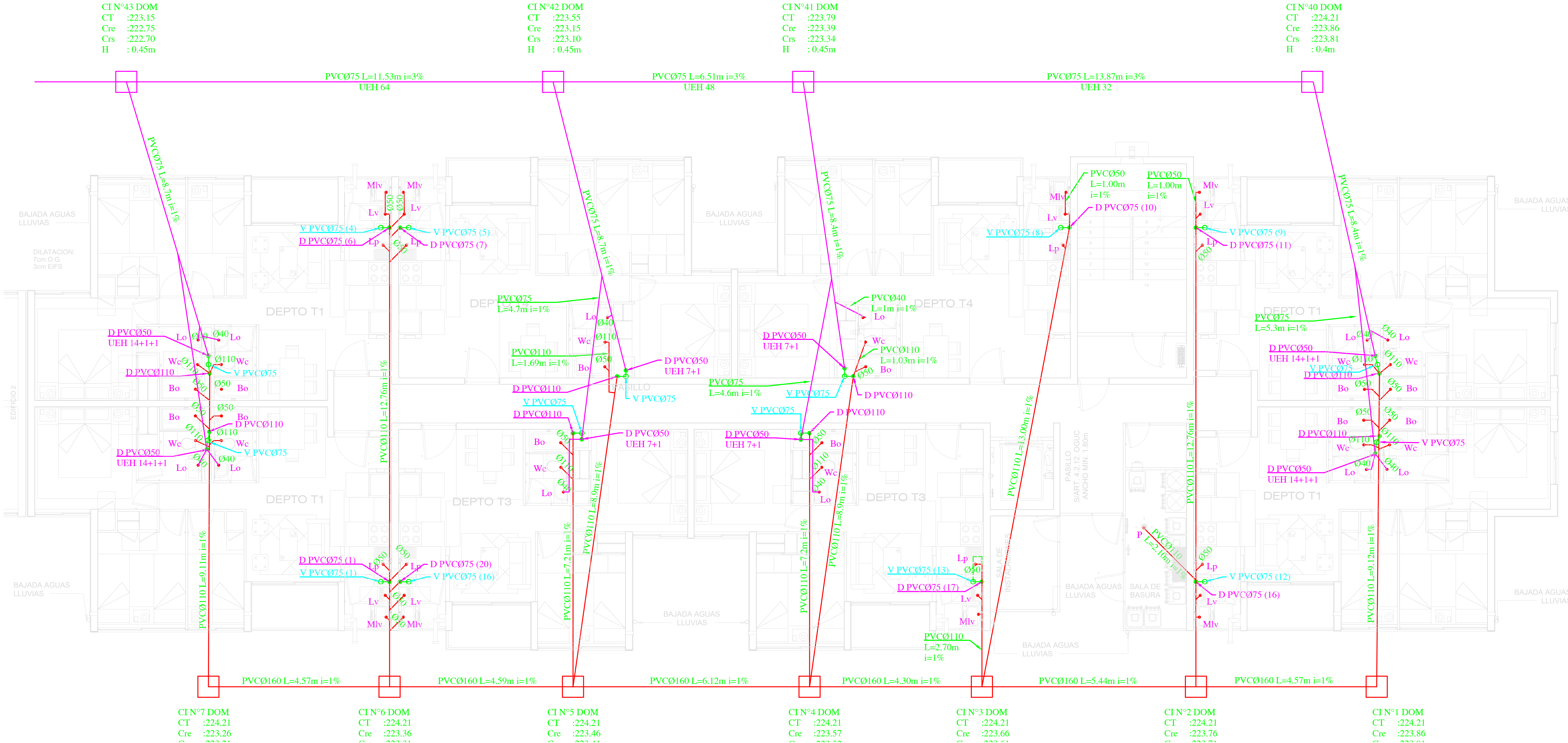
Anexo C
(Informativo)

Sistema I, planta de piso 1, edificio 1



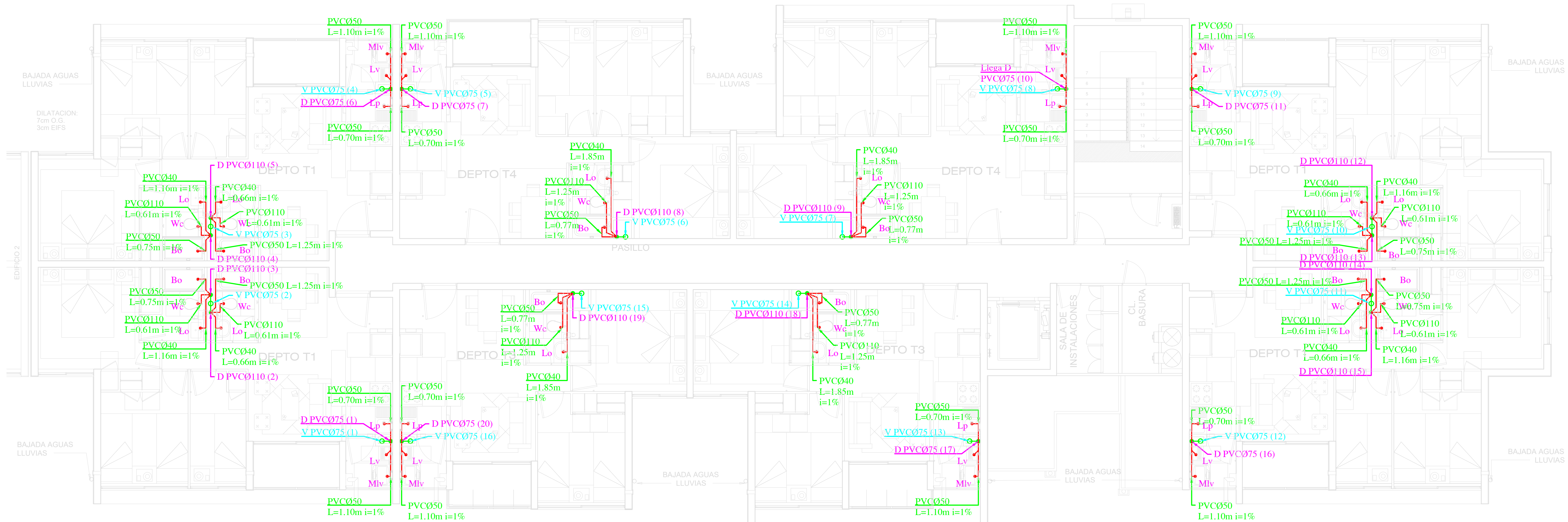
Anexo D
(Informativo)

Sistema II, planta de piso 1, edificio 1



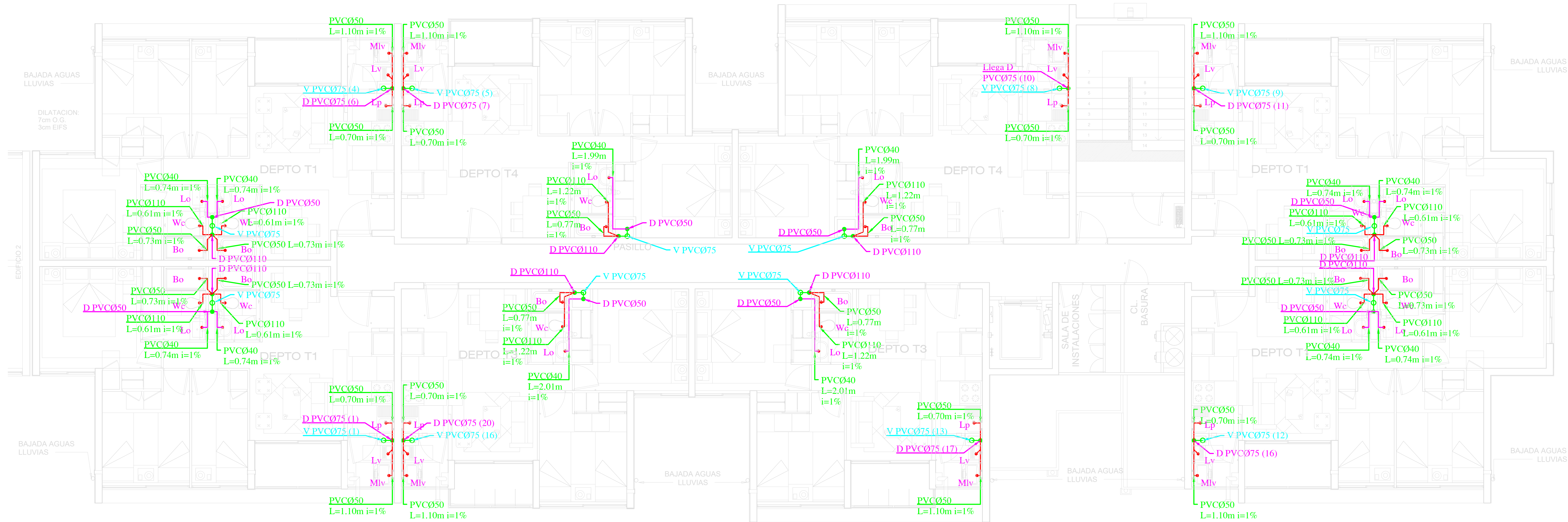
Anexo E
(Informativo)

Sistema I, planta de piso 2-8, edificio 1



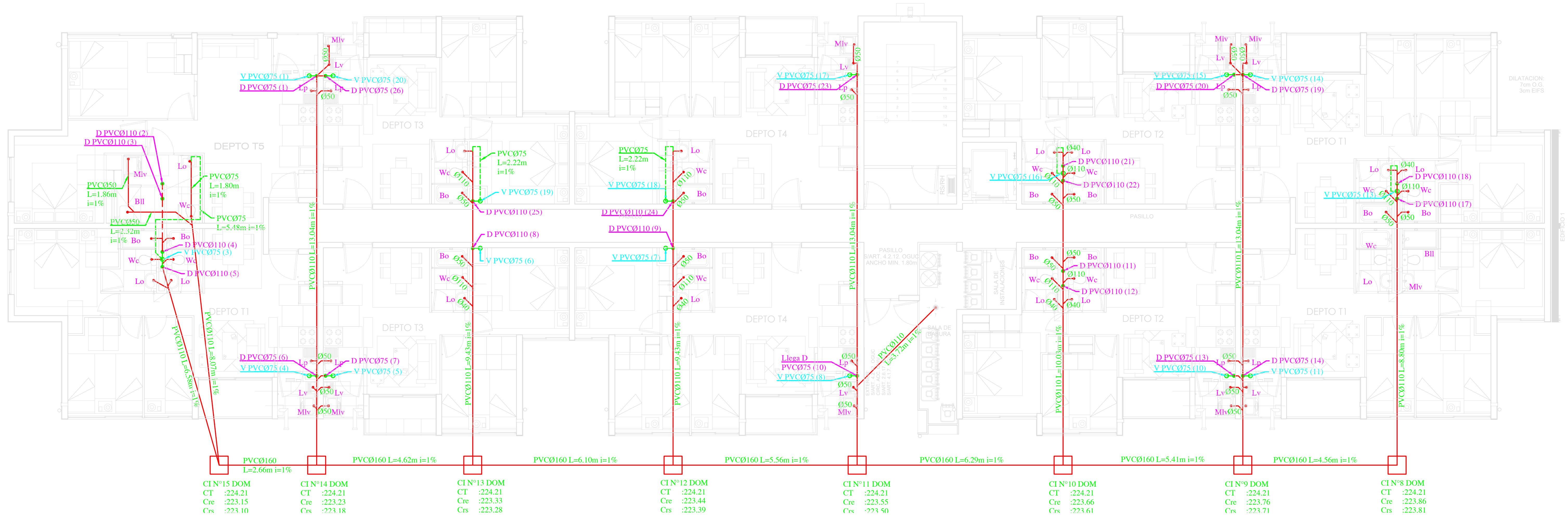
Anexo F
(Informativo)

Sistema II, planta de piso 2-8, edificio 1



Anexo G
(Informativo)

Sistema I, planta piso 1, edificio 2



Anexo H
(Informativo)

Sistema II, planta piso 1, edificio 2

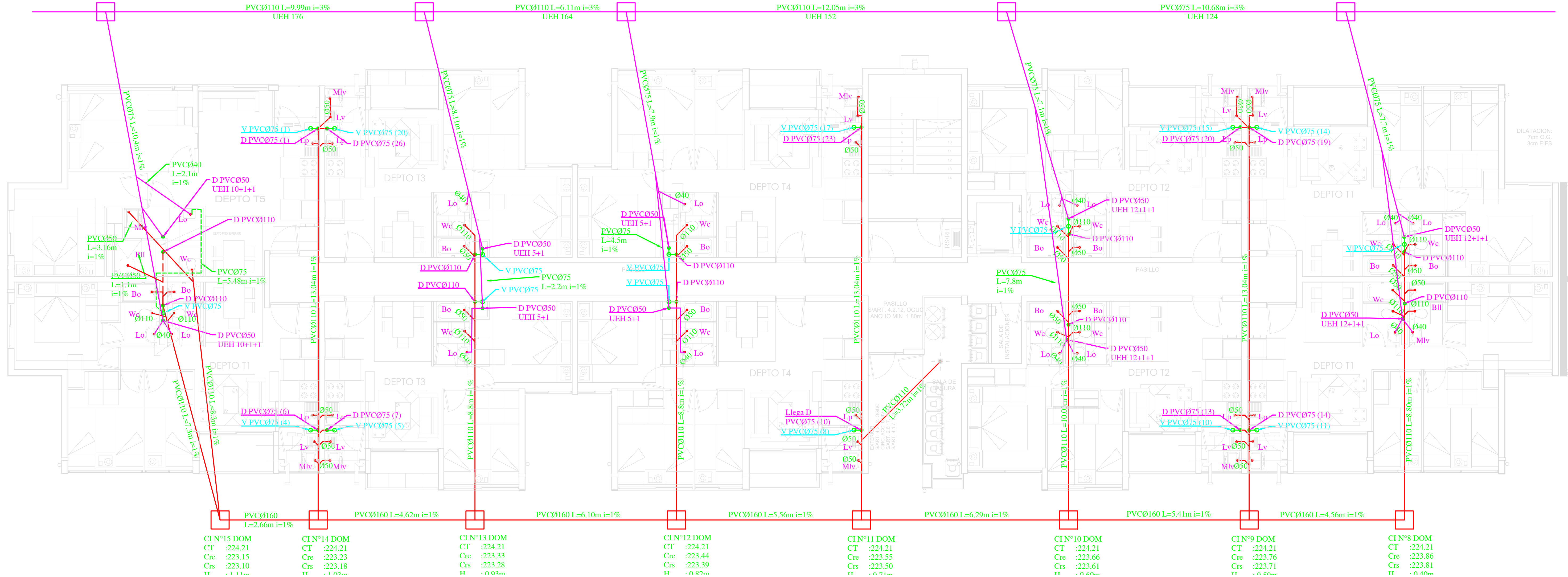
CI N°48 DOM
CT :221.45
Cre :221.05
Crs :221.00
H : 0.45m

CI N°47 DOM
CT :221.79
Cre :221.39
Crs :221.34
H : 0.45m

CI N°46 DOM
CT :222.03
Cre :221.63
Crs :221.58
H : 0.45m

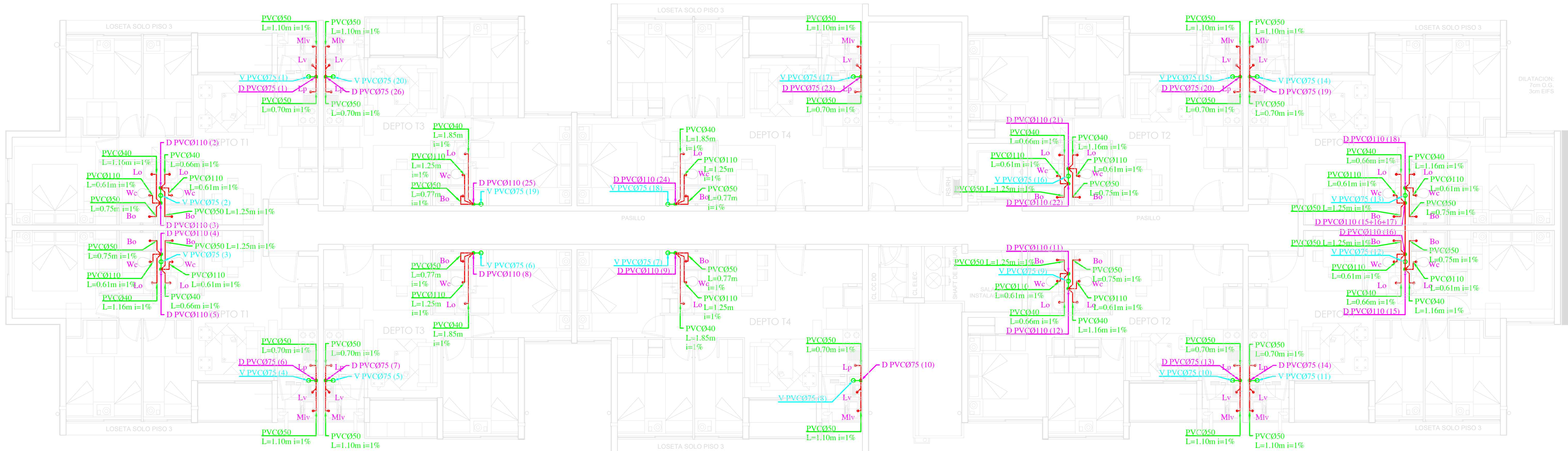
CI N°45 DOM
CT :222.44
Cre :222.04
Crs :221.99
H : 0.45m

CI N°44 DOM
CT :222.81
Cre :222.41
Crs :222.36
H : 0.45m



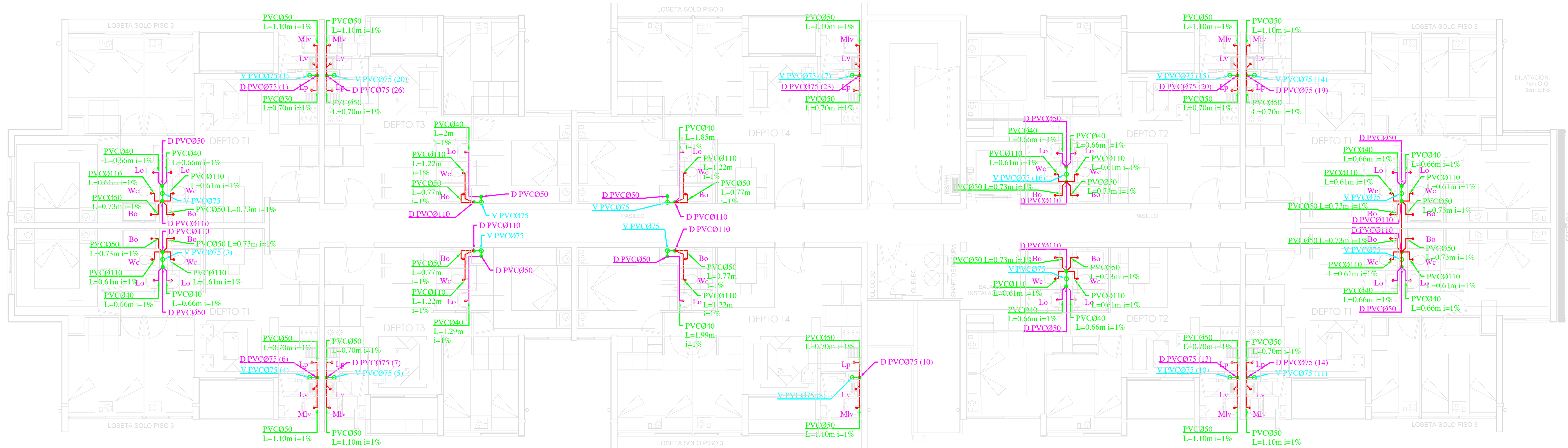
Anexo I
(Informativo)

Sistema I, planta piso 2-6, edificio 2



Anexo J
(Informativo)

Sistema II, planta piso 2-6, edificio 2

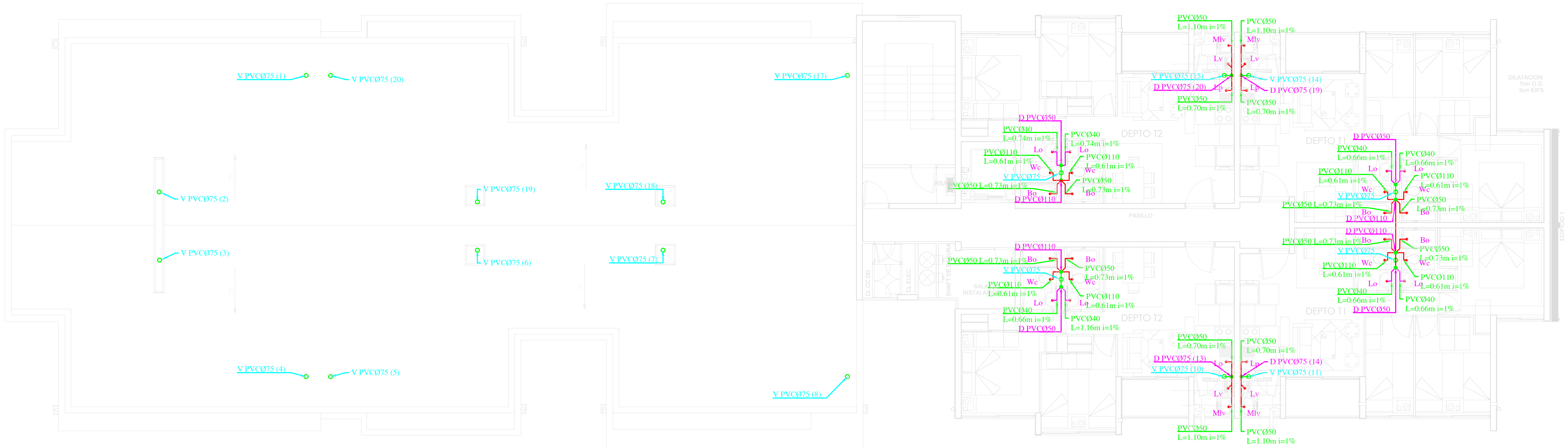


Anexo K
(Informativo)

Sistema I, planta piso 7, edificio 2

Anexo L
(Informativo)

Sistema II, planta piso 7, edificio 2



Anexo M
(Informativo)

Sistema 1, planta piso 1, edificio 3

CI N°24 DOM
CT :216.78
Cre :216.12
Crs :216.07
H : 0.71m

CI N°25 DOM
CT :216.72
Cre :216.02
Crs :215.97
H : 0.75m

CI N°26 DOM
CT :216.65
Cre :215.91
Crs :215.86
H : 0.79m

CI N°27 DOM
CT :216.56
Cre :215.80
Crs :215.75
H : 0.81m

CI N°28 DOM
CT :216.52
Cre :215.69
Crs :215.64
H : 0.88m

CI N°29 DOM
CT :216.52
Cre :215.58
Crs :215.53
H : 0.99m

CI N°30 DOM
CT :216.52
Cre :215.48
Crs :215.43
H : 1.09m

CI N°31 DOM
CT :216.52
Cre :215.38
Crs :215.33
H : 1.19m

PVCØ200 L=4.57m i=1%

PVCØ200 L=5.59m i=1%

PVCØ200 L=6.13m i=1%

PVCØ200 L=5.54m i=1%

PVCØ200 L=6.22m i=1%

PVCØ200 L=5.43m i=1%

PVCØ200 L=4.57m i=1%

PVCØ110 L=8.80m i=1%

PVCØ110 L=13.04m i=1%

PVCØ110 L=9.43m i=1%

PVCØ110 L=9.43m i=1%

PVCØ110 L=13.04m i=1%

PVCØ110 L=3.72m i=1%

PVCØ110 L=8.80m i=1%

V PVCØ75 (1)
D PVCØ75 (1)

V PVCØ75 (20)
D PVCØ75 (26)

V PVCØ75 (8)
D PVCØ75 (10)

V PVCØ75 (15)
D PVCØ75 (20)

V PVCØ75 (14)
D PVCØ75 (19)

D PVCØ110 (2)
D PVCØ110 (3)
D PVCØ110 (4)
D PVCØ110 (5)

V PVCØ75 (19)
D PVCØ110 (25)
D PVCØ110 (8)

V PVCØ75 (18)
D PVCØ110 (24)
D PVCØ110 (9)

D PVCØ110 (21)
D PVCØ110 (22)

D PVCØ110 (18)
D PVCØ110 (17)
D PVCØ110 (16)
D PVCØ110 (15)

D PVCØ75 (6)
V PVCØ75 (4)

D PVCØ75 (7)
V PVCØ75 (5)

Llega D PVCØ75 (10)
V PVCØ75 (8)

V PVCØ75 (9)
D PVCØ110 (11)
D PVCØ110 (12)

D PVCØ75 (13)
V PVCØ75 (10)

D PVCØ75 (14)
V PVCØ75 (11)

Lo Ø40
Wc Ø110
Bo Ø50
Bo Ø50
Wc Ø110
Lo Ø40

Lo Ø40
Wc Ø110
Bo Ø50
Wc Ø110
Lo Ø40

Lo Ø40
Wc Ø110
Bo Ø50
Wc Ø110
Lo Ø40

Lo Ø40
Wc Ø110
Bo Ø50
Wc Ø110
Lo Ø40

Lo Ø40
Wc Ø110
Bo Ø50
Wc Ø110
Lo Ø40

Mlv Ø50
Lv Ø50

Mlv Ø50
Lv Ø50

Mlv Ø50
Lv Ø50

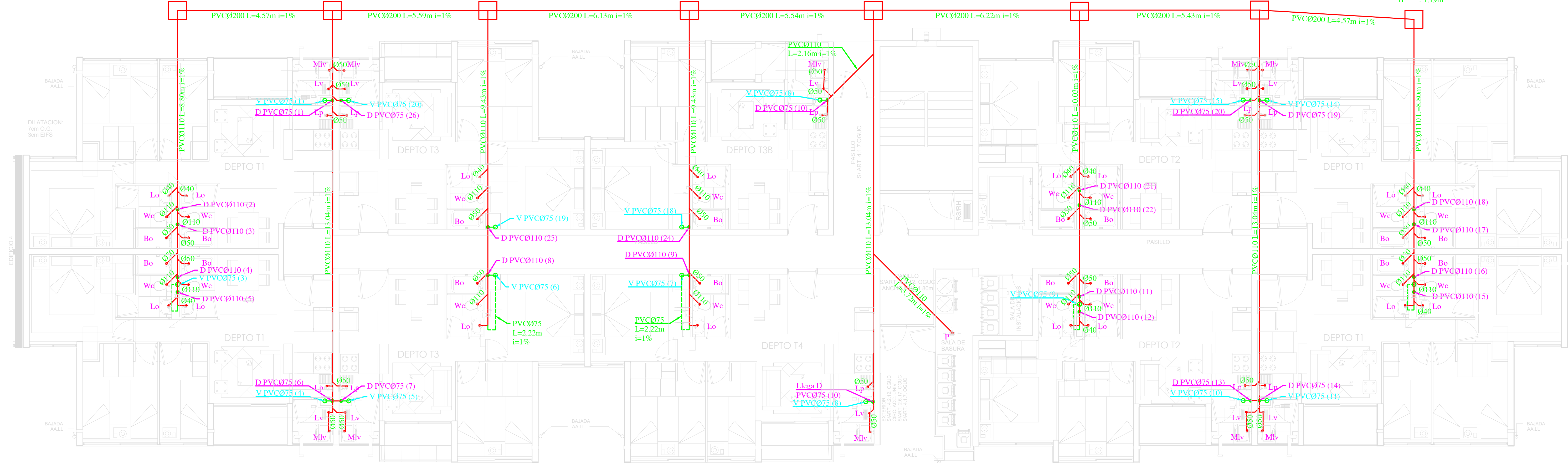
Mlv Ø50
Lv Ø50

Mlv Ø50
Lv Ø50

Mlv Ø50
Lv Ø50

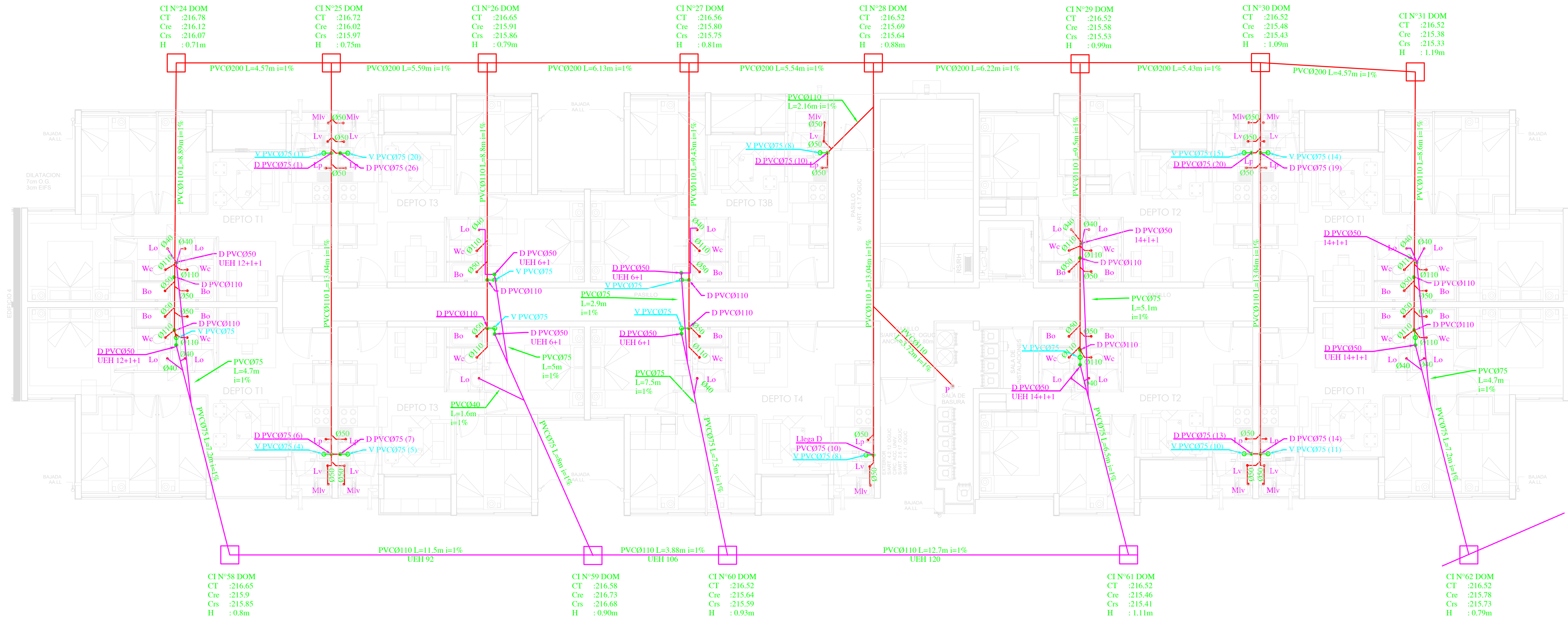
Mlv Ø50
Lv Ø50

Mlv Ø50
Lv Ø50



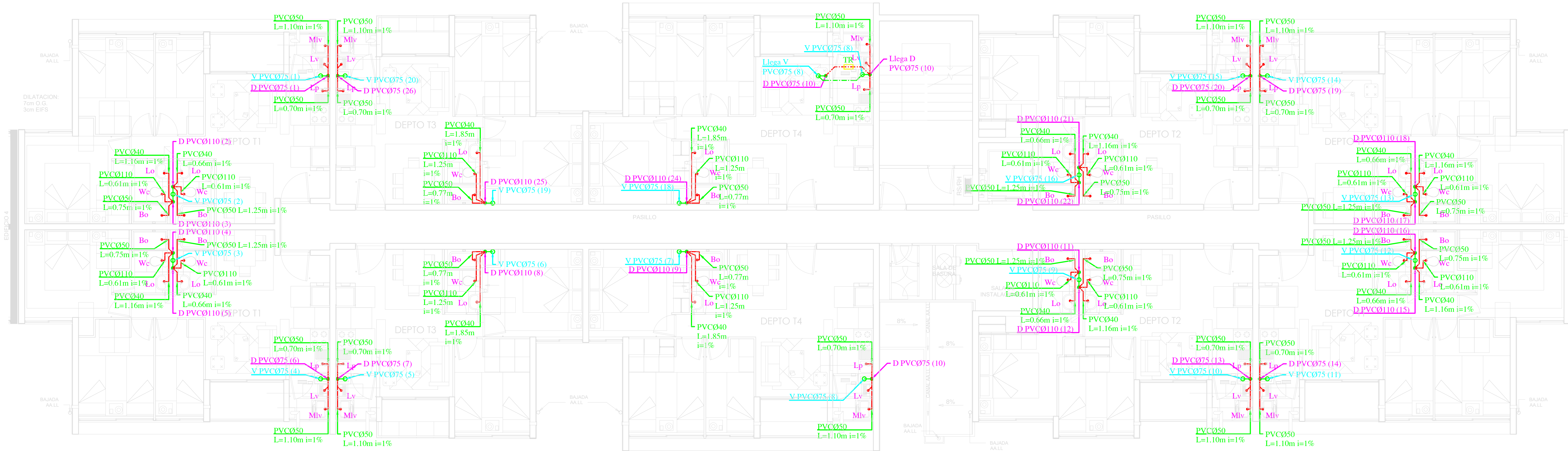
Anexo N
(Informativo)

Sistema II, planta piso 1, edificio 3



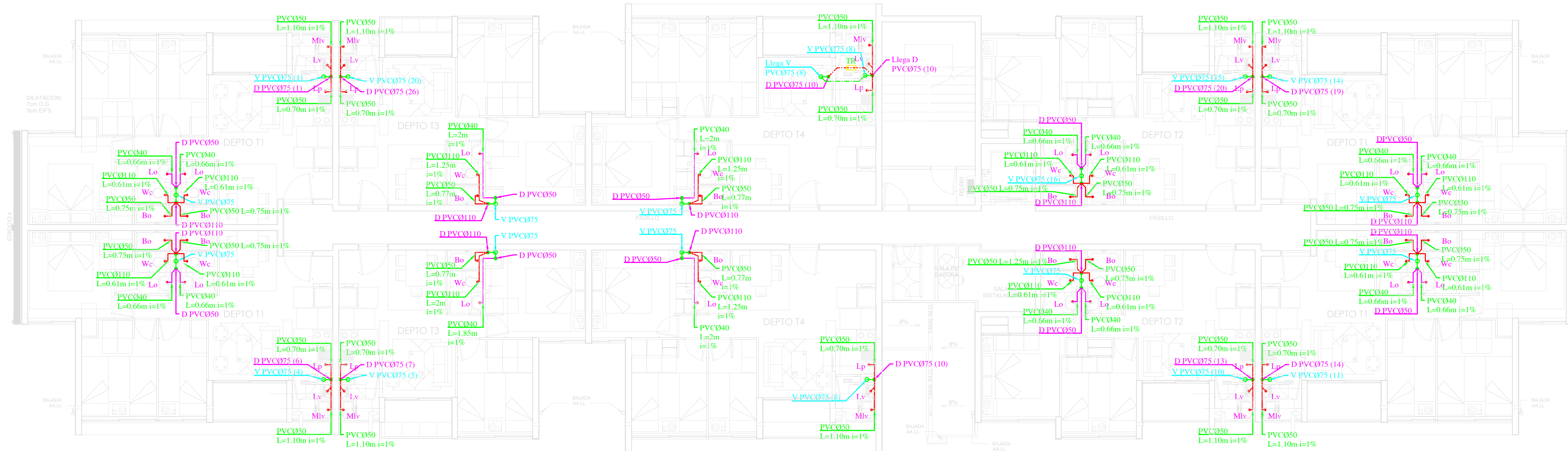
Anexo Ñ
(Informativo)

Sistema I, planta piso 2-3-5-6-7, edificio 3



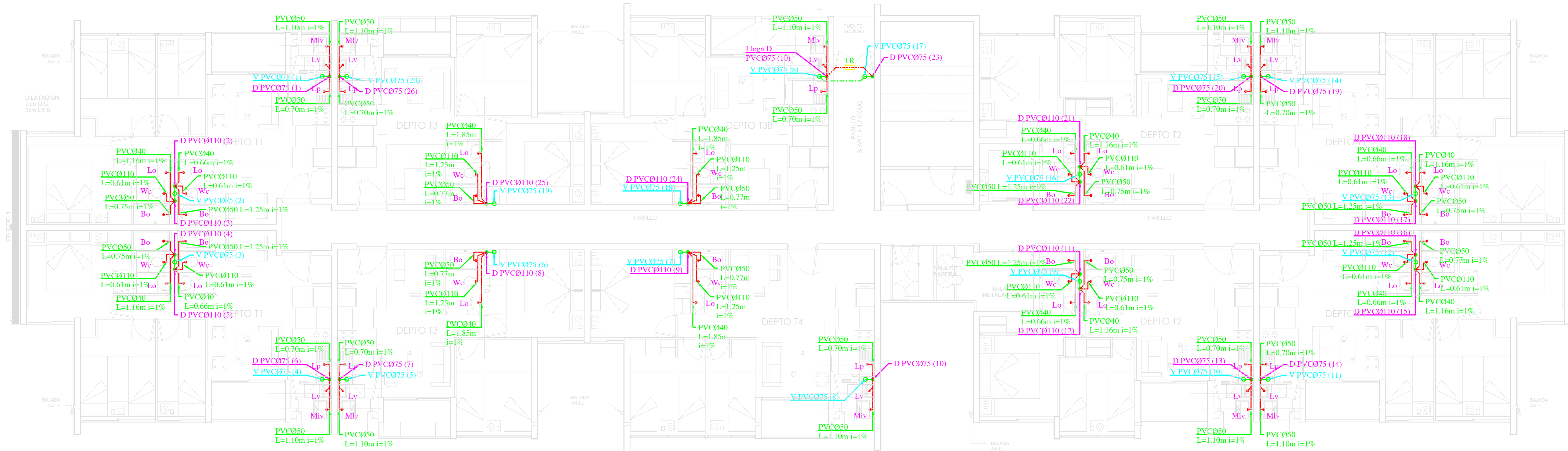
Anexo O
(Informativo)

Sistema II, planta piso 2-3-5-6-7, edificio 3



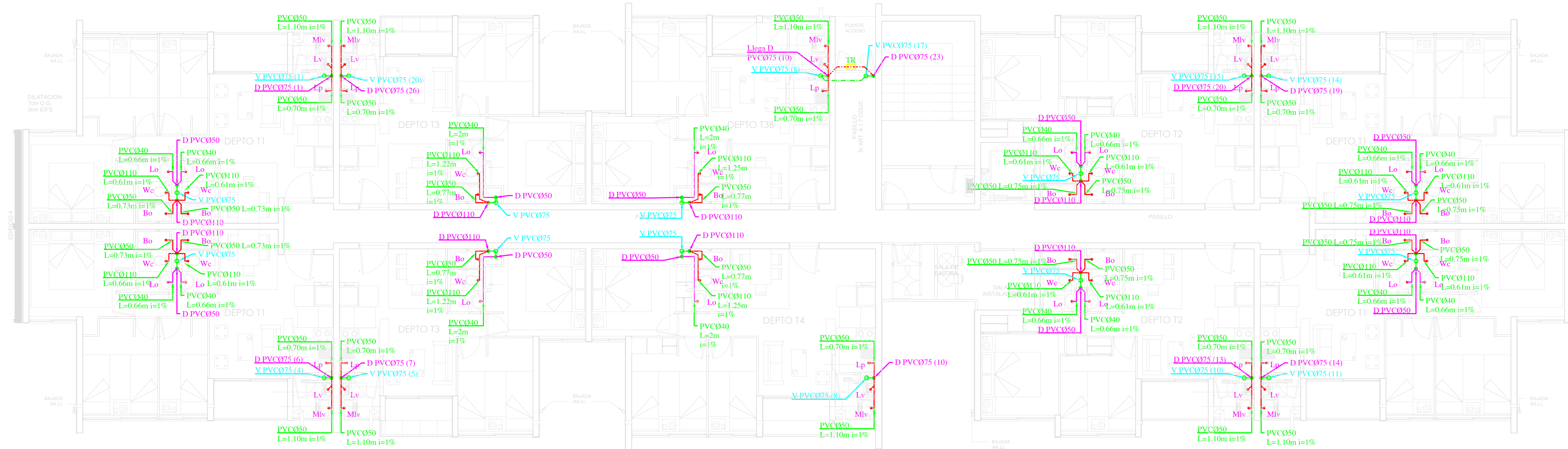
Anexo P
(Informativo)

Sistema 1, planta piso 4, edificio 3



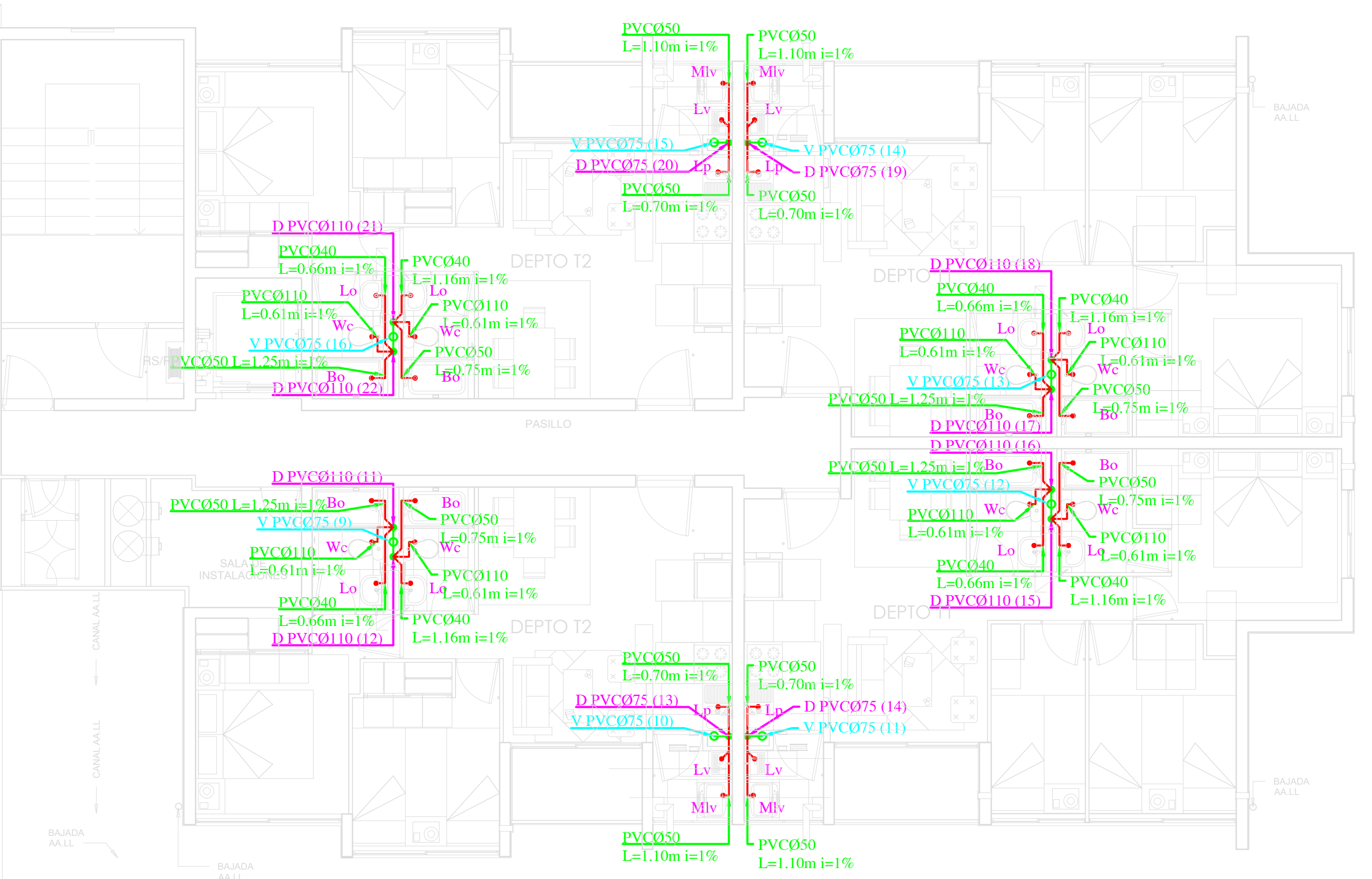
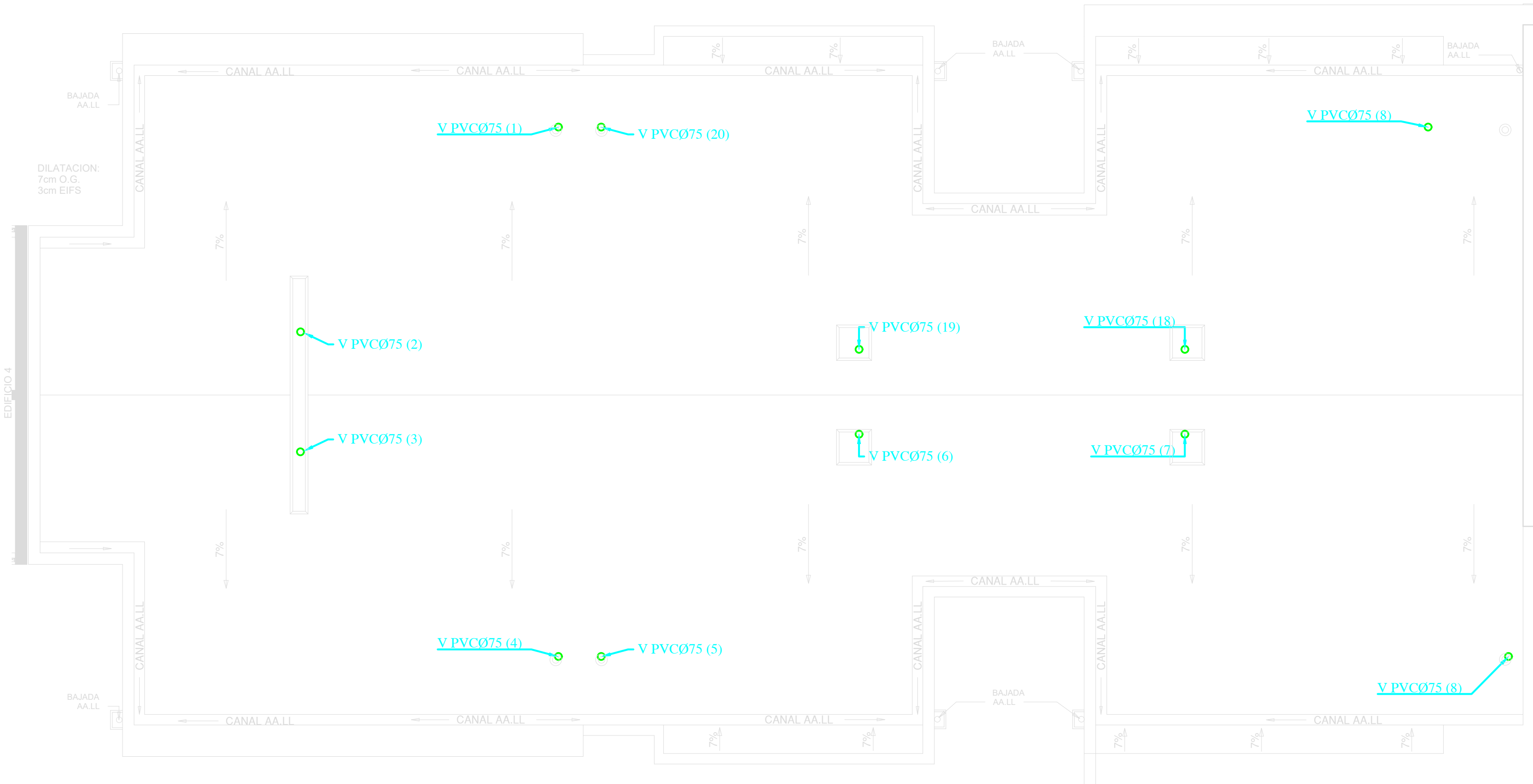
Anexo Q
(Informativo)

Sistema II, planta piso 4, edificio 3



Anexo R
(Informativo)

Sistema 1, planta piso 8, edificio 3



Anexo S
(Informativo)

Sistema II, planta piso 8, edificio 3

Anexo T
(Informativo)

Sistema I, planta piso 1, edificio 4

CI N°19 DOM
CT :217.35
Cre :216.69
Crs :216.64
H : 0.71m

CI N°20 DOM
CT :217.35
Cre :216.58
Crs :216.53
H : 0.82m

CI N°21 DOM
CT :217.35
Cre :216.47
Crs :216.42
H : 0.93m

CI N°22 DOM
CT :217.23
Cre :216.37
Crs :216.32
H : 0.91m

CI N°23 DOM
CT :217.05
Cre :216.27
Crs :216.22
H : 0.83m

PVCØ200 L=6.26m i=1%

PVCØ200 L=5.54m i=1%

PVCØ200 L=6.13m i=1%

PVCØ200 L=4.59m i=1%

PVCØ200 L=4.57m i=1%

PVCØ110
L=2.18m
i=1%

Mlv Ø50
Lv L=1.00m
i=1%

D PVCØ75 (23)
L=0.68m
i=1%

V PVCØ75 (17)

PVCØ50
L=0.68m
i=1%

Lp Ø50

PVCØ110 L=9.43m i=1%

Lo Ø40

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (18)

D PVCØ110 (24)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (7)

D PVCØ110 (9)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

PVCØ75 L=2.22m i=1%

Lp Ø50

D PVCØ75 (10)

V PVCØ75 (8)

Lo Ø50

Mlv Ø50

PVCØ110 L=9.43m i=1%

Lo Ø40

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (19)

D PVCØ110 (25)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (6)

D PVCØ110 (8)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

PVCØ75 L=2.22m i=1%

Lp Ø50

D PVCØ75 (7)

V PVCØ75 (5)

Lo Ø50

Mlv Ø50

PVCØ110 L=13.04m i=1%

Lo Ø40

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (20)

D PVCØ110 (26)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (2)

D PVCØ110 (3)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (3)

D PVCØ110 (4)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (4)

D PVCØ110 (5)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (5)

D PVCØ110 (6)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (6)

D PVCØ110 (7)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (7)

D PVCØ110 (8)

PVCØ110 L=8.80m i=1%

Lo Ø40

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (1)

D PVCØ110 (1)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (1)

D PVCØ110 (1)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (1)

D PVCØ110 (1)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (1)

D PVCØ110 (1)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (1)

D PVCØ110 (1)

Lo Ø50

Wc Ø110

Bo Ø50

V PVCØ75 (1)

D PVCØ110 (1)

Lo Ø50

Wc Ø110

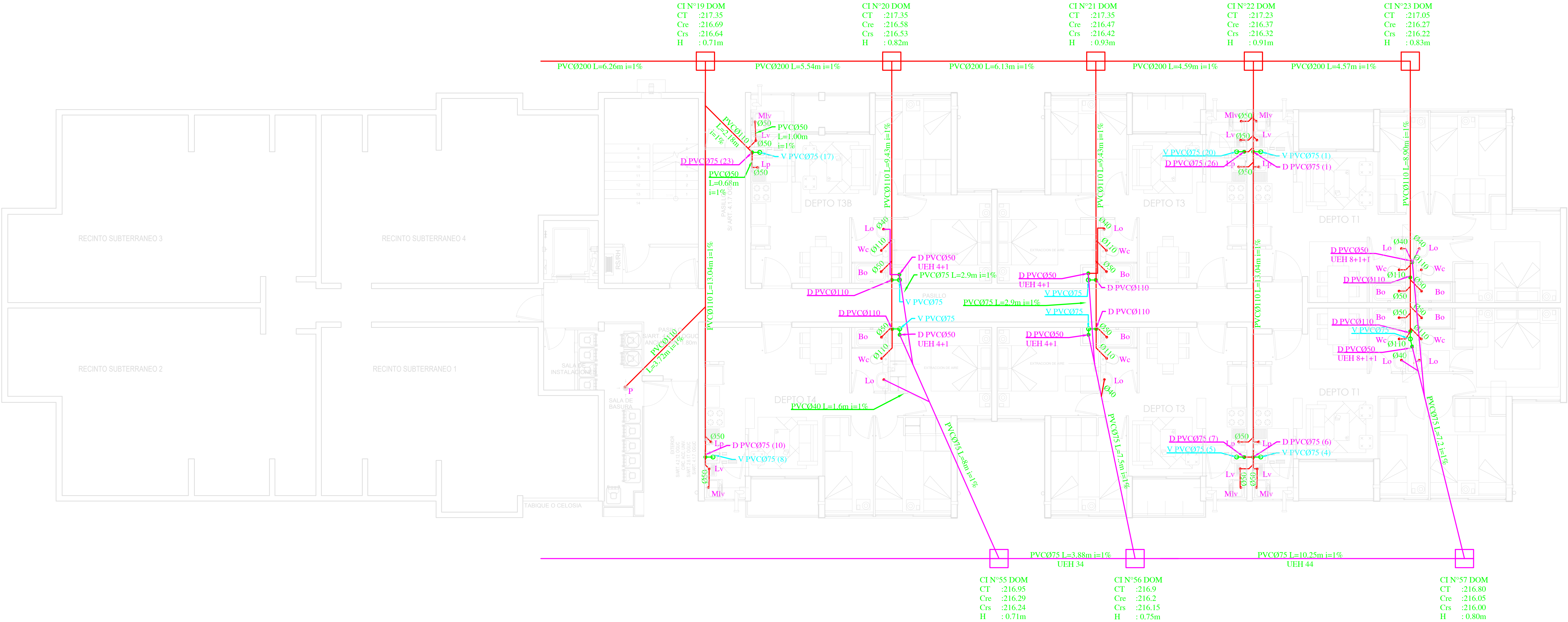
Bo Ø50

V PVCØ75 (1)

D PVCØ110 (1)

Anexo U
(Informativo)

Sistema II, planta piso 1, edificio 4



CI N°19 DOM
CT :217.35
Cre :216.69
Crs :216.64
H : 0.71m

CI N°20 DOM
CT :217.35
Cre :216.58
Crs :216.53
H : 0.82m

CI N°21 DOM
CT :217.35
Cre :216.47
Crs :216.42
H : 0.93m

CI N°22 DOM
CT :217.23
Cre :216.37
Crs :216.32
H : 0.91m

CI N°23 DOM
CT :217.05
Cre :216.27
Crs :216.22
H : 0.83m

PVCØ200 L=6.26m i=1%

PVCØ200 L=5.54m i=1%

PVCØ200 L=6.13m i=1%

PVCØ200 L=4.59m i=1%

PVCØ200 L=4.57m i=1%

PVCØ110
L=2.18m
i=1%

PVCØ50
L=1.00m
i=1%

D PVCØ75 (23)
Ø50
L=0.68m
i=1%

V PVCØ75 (17)
Ø50
i=1%

PVCØ110 L=13.04m i=1%

PVCØ110
L=3.72m i=1%

D PVCØ50
UEH 4+1
PVCØ75 L=2.9m i=1%

D PVCØ110
V PVCØ75

D PVCØ50
UEH 4+1
V PVCØ75

D PVCØ110
V PVCØ75

PVCØ40 L=1.6m i=1%

D PVCØ75 (10)
V PVCØ75 (8)
Ø50
Lp
Lv
Mlv

PVCØ75 L=8m i=1%

PVCØ75 L=7.5m i=1%

PVCØ75 L=3.88m i=1%

UEH 34

PVCØ75 L=10.25m i=1%

UEH 44

PVCØ110 L=8.90m i=1%

D PVCØ50
UEH 8+1+1
D PVCØ110
V PVCØ75

D PVCØ50
UEH 8+1+1
V PVCØ75

D PVCØ50
UEH 8+1+1
V PVCØ75

D PVCØ50
UEH 8+1+1
V PVCØ75

PVCØ51 L=7.2 i=1%

CI N°55 DOM
CT :216.95
Cre :216.29
Crs :216.24
H : 0.71m

CI N°56 DOM
CT :216.9
Cre :216.2
Crs :216.15
H : 0.75m

CI N°57 DOM
CT :216.80
Cre :216.05
Crs :216.00
H : 0.80m

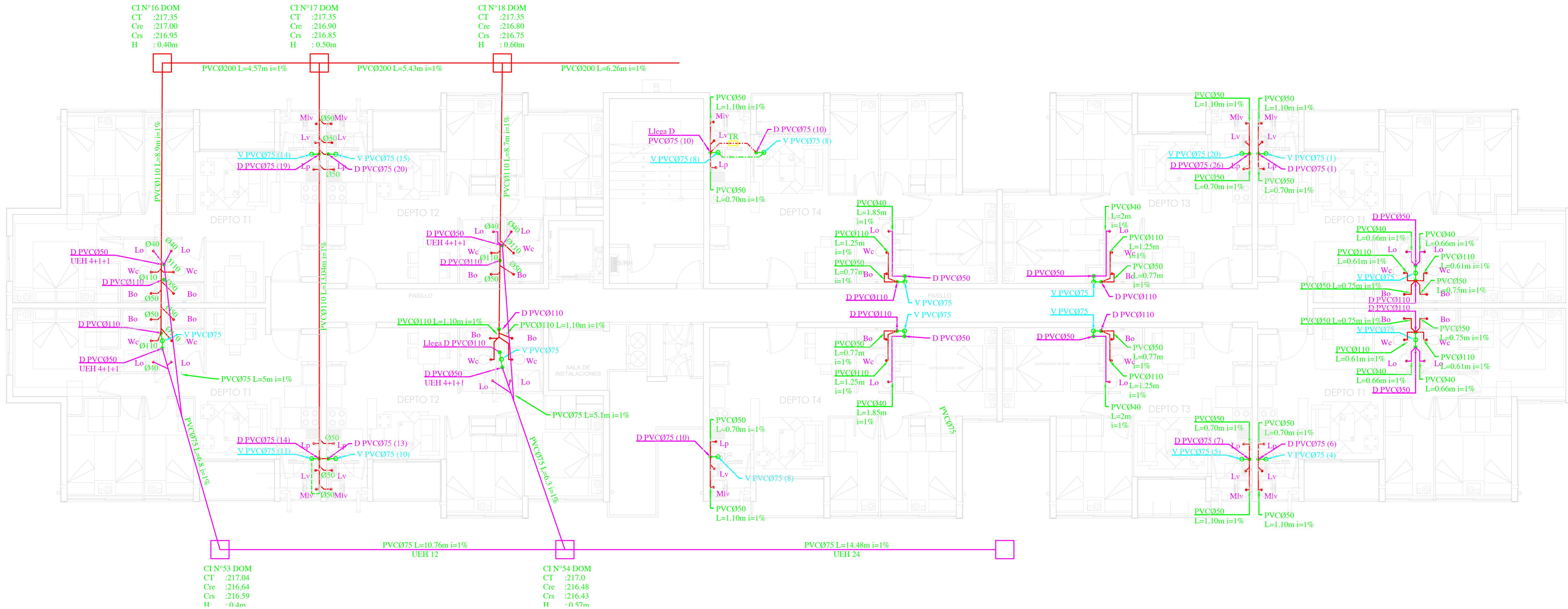
Anexo V
(Informativo)

Sistema I, planta piso 2, edificio 4



Anexo W
(Informativo)

Sistema II, planta piso 2, edificio 4



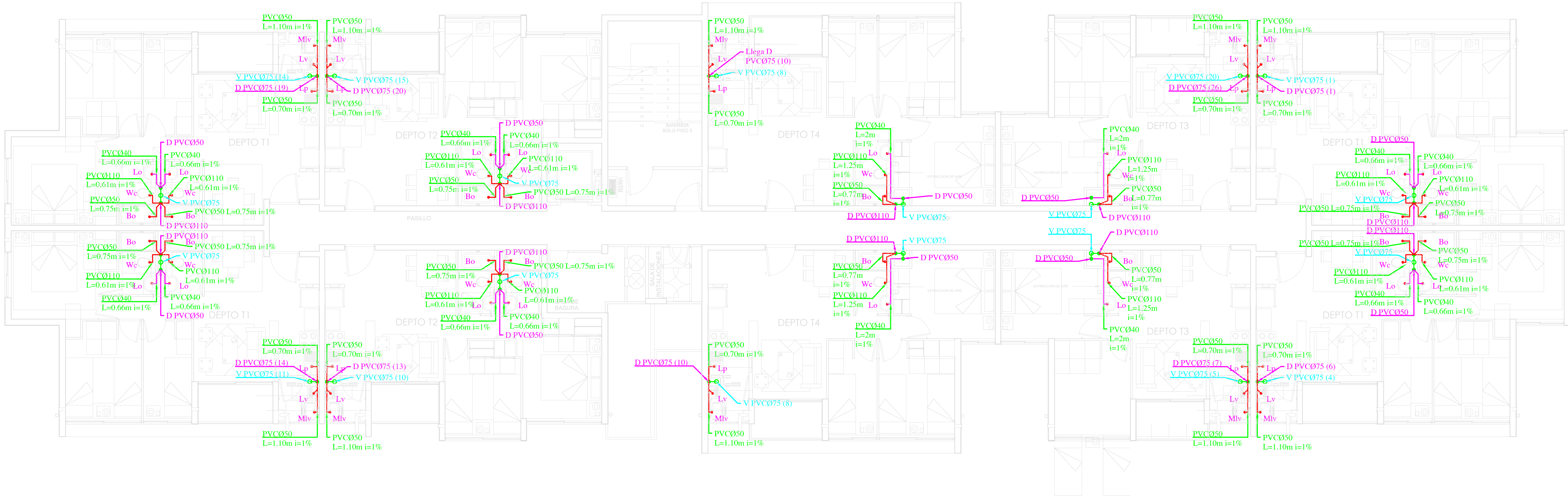
Anexo X
(Informativo)

Sistema I, planta piso 3-4, edificio 4



Anexo Y
(Informativo)

Sistema II, planta piso 3-4, edificio 4

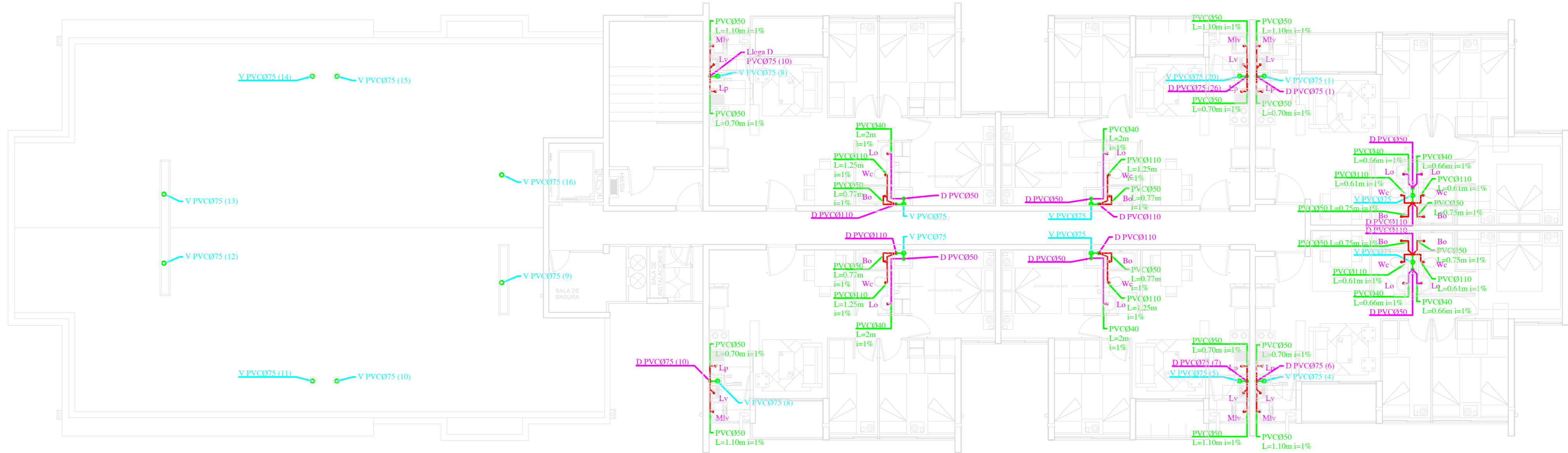


Anexo Z
(Informativo)

Sistema I, planta piso 5, edificio 4

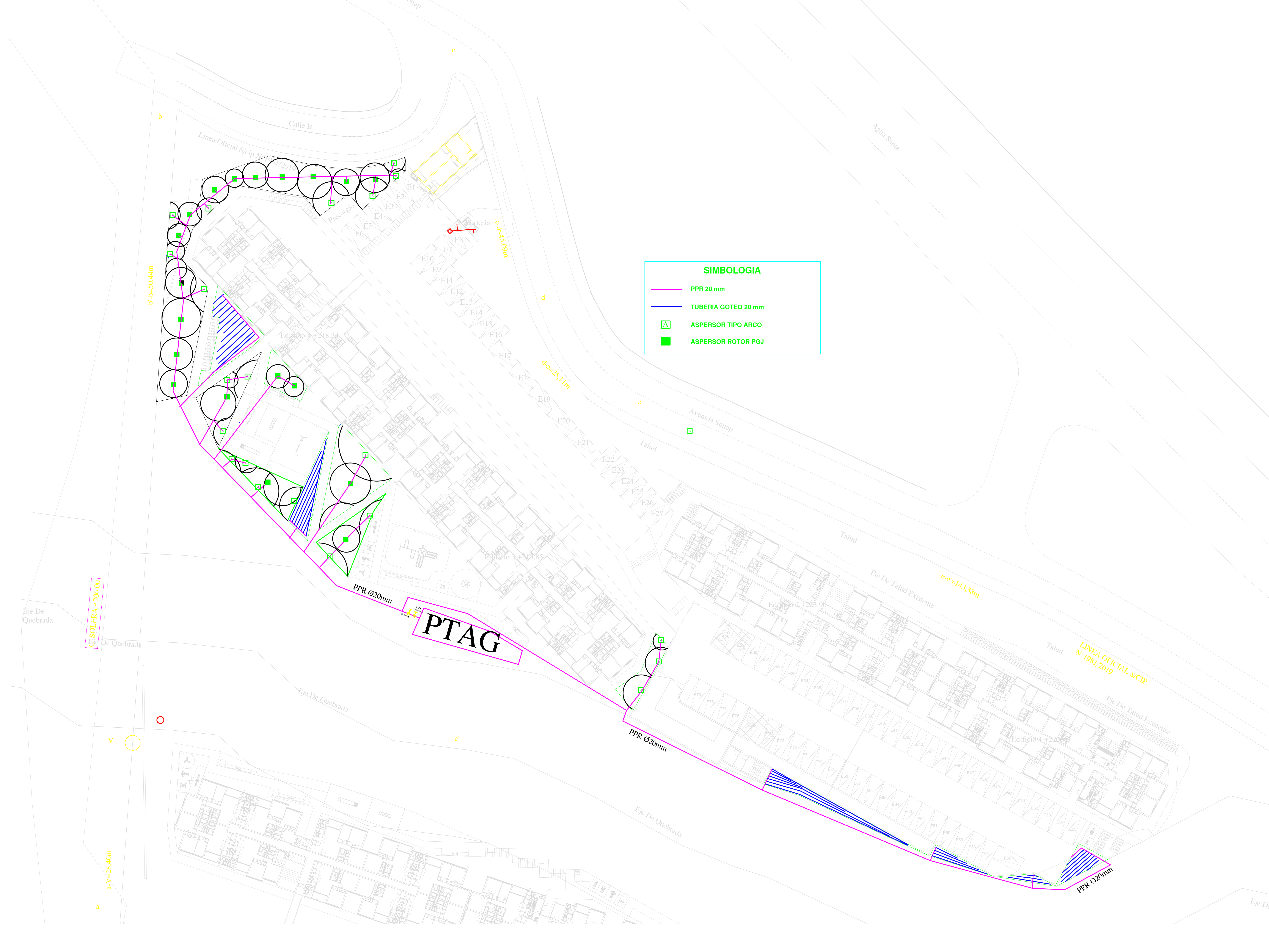
Anexo AA
(Informativo)

Sistema II, planta piso 5, edificio 4



Anexo AB
(Informativo)

Plano de sistema de riego



SIMBOLOGIA	
	PPR 20 mm
	TUBERIA GOTEO 20 mm
	ASPERSOR TIPO ARCO
	ASPERSOR ROTOR PGJ

Anexo AC (Informativo)

Manual de puesta en marcha

La primera fase es de siembra y desarrollo de la flora bacteriana donde su finalidad es desarrollar una fauna bacteriana (lodo) en la planta de tratamiento donde no se deben extraer lodos en esta fase.

- Ajustes de válvulas de aire de los airlift y válvulas de extracción y recirculación de lodos.

En esta sub-fase su objetivo es recircular en la línea de retorno de lodos un caudal equivalente a 100% para lo cual deben seguirse los siguientes pasos consecutivamente:

1. Abrir completamente la válvula(s) de aire de los airlift de extracción de lodo.
2. Encender de forma manual el soplador o esperar su la fase de aireación.
3. Ajustar el flujo de aire para lograr la recirculación de lodo con la finalidad de que el caudal de la fase de aireación sea similar al caudal de alimentación de la planta de tratamiento.
4. Controlar el caudal de recirculación de lodo por medio de un balde de volumen conocido y un cronometro.
5. Por último comparar las mediciones de caudal con el caudal medio diseñado de la planta.

Nota: En esta primera fase se pueden observar la formación de espumas blancas en el estanque de aireación, lo cual es completamente normal ya que al aumentar la contaminación ira desapareciendo la espuma blanca.

- Ajuste del caudal de aireación:

1. Abrir completamente las válvulas de regulación de aireación.
2. Encender el motor soplador.
3. Ajustar el caudal de aire de los difusores de la balsa de aireación con la finalidad de que se produzca un burbujeo importante.

Nota: La válvula de alivio de motor del soplador debe estar completamente regulada para que permita llegar aire a los sistemas de aireación.

- Ajuste de tiempo de aireación donde al iniciar la primera etapa de formación de lodos (2-8 semanas), se deben ajustar los tiempos del soplador:
 1. Ajustar el reloj para funcionar 45 minutos y estar detenido 15 minutos.

- Ajuste de extracción de lodos refiriéndose a mantener un nivel óptimo del mato de lodos ya que debe ser suficientemente bajo para que logre una sedimentación eficiente y lo suficientemente alto para asegurar una adecuada cantidad de sólidos de retorno.
 1. Realizar un test de sedimentabilidad.
 2. Ajustar la extracción de lodos segundo los resultados. Si el valor es inferior a 150ml/L se debe disminuir la extracción de lodos y si el valor es superior a 150 ml/L se debe aumentar la extracción de lodos.

- Ajustes de cloración y de cloración donde se recomienda ajustar las dosificaciones de productos de desinfección y eliminación de desinfectante donde para ello se debe:
 1. Tomar muestra del estanque de cloración.
 2. Medir el cloro libre de la muestra.
 3. Si el cloro libre es inferior a 3 mg/L se debe aumentar la pastilla de hipoclorito de calcio. Si el cloro libre es superior a 10 mg/L se debe disminuir la pastilla de hipoclorito de calcio.

REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

ITEM	SUB ACT	DESCRIPCIÓN	ITEM	CANTIDAD	UNID	P.UNITARIO	TOTAL
A.1.-		EXCAVACION A BRAZO EN ZANJA < 1,4 M. Y PROF. < 2 M. TERRENO SEMIDURO		165,00	m3		923,175
		1 EXCAVADOR		0.250	día	\$ 16,335	4,084
		2 RECARGO DESGASTE HERRAMIE.	1	8.000	%	\$	327
		3 LEYES SOCIALES (O.E.)	1	29.000	%	\$	1,184
						\$	5,595
A.2.-		CAPA DE ARENA E=1 CM		182,00	m2		396,760
		1 ARENA GRUESA (FLETE 15KM)		0.013	m3	\$ 20,800	270
		2 JORNALERO		0.090	día	\$ 16,335	1,470
		3 LEYES SOCIALES (O.E.)	2	29.000	%	\$	426
		4 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	14
						\$	2,180
		RELLENO ESTRUCTURAL		158,00	m3		2,450,738
		1 MAESTRO DE SEGUNDA		0.030	hd	\$ 30,819	925
		2 JORNAL		0.150	hd	\$ 16,335	2,450
		3 PROVISIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO		1.400	m3	\$ 4,913	6,878
		4 CAMION ALGIBE		0.002	mes	\$ 1,376,310	2,753
		5 PLACA COMPACTADORA		0.002	mes	\$ 230,000	460
		6 RODILLO DOBLE TAMBOR		0.002	mes	\$ 516,360	1,033
		7 LEYES SOCIALES (O.C.)	1,2	30.000	%	\$	1,012
						\$	15,511
A.3.-		TUBO SANITARIO 50mm		516,00	mt		1,524,264
		1 TUBO PVC SANITARIO 50MM X 6MTS GRIS		0.175	uni	\$ 7,723	1,352
		2 VARIOS	1	20.000	%	\$	270
		3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$ 49,005	980
		4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
		5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	68
						\$	2,954
A.4.-		TUBO SANITARIO 75mm		232,00	mt		791,816
		1 TUBO PVC SANITARIO 75MM X 6MTS GRIS		0.175	uni	\$ 9,824	1,719
		2 VARIOS	1	20.000	%	\$	344
		3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$ 49,005	980
		4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
		5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	86
						\$	3,413
A.5.-		TUBO SANITARIO 110mm		112,00	mt		438,144
		1 TUBO PVC SANITARIO 110MM X 6MTS GRIS		0.175	uni	\$ 12,101	2,118
		2 VARIOS	1	20.000	%	\$	424
		3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$ 49,005	980
		4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
		5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	106
						\$	3,912

A.6.-	CAMARA DOMIC. PRE-FAB. h=0.60 mt		22,00	uni		1,639,616
	1 RIPIO (flete 15km)		0.020	m3	\$	390
	2 ARENA GRUESA (FLETE 15KM)		0.010	m3	\$	208
	3 MARCO CAMARA 60X60 CM		1.000	uni	\$	5,034
	4 TAPA CAMARA 60X60 CM		1.000	uni	\$	8,815
	5 VARIOS	4	10.000	%	\$	882
	6 MODULO 600X6000MM		1.000	uni	\$	20,328
	7 ARENA ESTU CO C/FLETE 15 KMS		9.000	lit	\$	189
	8 CEMENTO POLPAICO 25 KG		0.360	c/u	\$	1,278
	9 EXCAV TERR SEMID h=0-2mt		0.500	m3	\$	4,356
	10 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.500	día	\$	24,503
	11 LEYES SOCIALES (O.E.)	9,10	29.000	%	\$	8,369
	12 PERDIDAS	7,8	12.000	%	\$	176
					\$	74,528
A.7.-	CAMARA DOMIC. PRE-FAB. h=1.50 mt		1,00	uni		168,190
	1 RIPIO (flete 15km)		0.020	m3	\$	390
	2 TAPA CAMARA 60X60 CM		1.000	uni	\$	8,815
	3 VARIOS	2	10.000	%	\$	882
	4 MARCO CAMARA 60X60 CM		1.000	uni	\$	5,034
	5 MODULO 300X6000MM		1.000	uni	\$	18,294
	6 MODULO 600X6000MM		2.000	uni	\$	40,656
	7 ARENA GRUESA (FLETE 15KM)		0.010	m3	\$	208
	8 ARENA ESTU CO C/FLETE 15 KMS		17.000	lit	\$	357
	9 CEMENTO POLPAICO 25 KG		0.483	c/u	\$	1,712
	10 PERDIDAS	8,9	12.000	%	\$	248
	11 EXCAV TERR SEMID h=0-2mt		1.400	m3	\$	12,197
	12 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		1.200	día	\$	58,806
	13 LEYES SOCIALES (O.E.)	11,12	29.000	%	\$	20,591
					\$	168,190
A.8.-	VEE SENCILLA 75x75mm PVC		57,00	uni		239,058
	1 VEE PVC SANITARIO 75X75MM BLANCO C/G		1.000	uni	\$	2,344
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$	469
	3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$	980
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	117
					\$	4,194
A.9.-	CODO 75x75mm PVC		40,00	uni		83,760
	1 CODO 75x75mm PVC		1.000	uni	\$	664
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$	133
	3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$	980
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	33
					\$	2,094
A.10.-	CURVA 75x75mm PVC		20,00	uni		48,180
	1 CURVA 75x75mm PVC		1.000	uni	\$	916
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$	183
	3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$	980
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	46
					\$	2,409

A.11.-	CURVA 50x50mm PVC		154,00	uni		354,816
	1 CURVA 50x 50mm PVC		1.000	uni	\$ 832	832
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$	166
	3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$ 49,005	980
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	42
					\$	<u>2,304</u>
A.12.-	VEE SENCILLA 50x50mm PVC		162,00	uni		509,328
	1 VEE SENCILLA 50x 50mm PVC		1.000	uni	\$ 1,504	1,504
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$	301
	3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$ 49,005	980
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	75
					\$	<u>3,144</u>
A.13.-	REDUCCIÓN 50x75mm PVC		40,00	uni		125,760
	1 REDUCCIÓN 50x 75mm PVC		1.000	uni	\$ 1,504	1,504
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$	301
	3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$ 49,005	980
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	75
					\$	<u>3,144</u>
A.14.-	REDUCCIÓN 40x50mm PVC		157,00	uni		312,273
	1 REDUCCIÓN 40X50mm PVC		1.000	uni	\$ 580	580
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$	116
	3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$ 49,005	980
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	29
					\$	<u>1,989</u>
A.15.-	REDUCCIÓN 40x75mm PVC		58,00	uni		133,632
	1 REDUCCION PVC SANITARIO 75X50MM GRIS		1.000	uni	\$ 832	832
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$	166
	3 ALCANTARILLERO + 1 AYUD		0.020	día	\$ 49,005	980
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	284
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	42
					\$	<u>2,304</u>

B.1.-	EXCAVACION PARA OBRAS DE ARTE	34,00	m3			156,026
	1 RETROEXCAVADORA CASE 580 H	0.070	hor	\$	11,302	791
	2 CAPATAZ	0.040	día	\$	29,040	1,162
	3 JORNALERO	0.100	día	\$	16,335	1,634
	4 RECARGO DESGASTE HERRAMIENT.	3	10.000	%	\$	163
	5 LEYES SOCIALES (O.C.)	2,3	30.000	%	\$	839
				\$		4,589
B.2.-	CAPA DE ARENA E=1 CM	17,00	m2			37,060
	1 ARENA GRUESA (FLETE 15KM)	0.013	m3	\$	20,800	270
	2 JORNALERO	0.090	día	\$	16,335	1,470
	3 LEYES SOCIALES (O.E.)	2	29.000	%	\$	426
	4 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	14
				\$		2,180
B.3.-	INSTALACIÓN Y SUMINISTRO DE PTAG	1,00	uni			7,741,800
	1 INSTALACION Y SUMINISTRO DE PTAG	7,741,800.000	UN	\$	1	7,741,800
				\$		7,741,800
B.4.-	INSTALACION Y SUMINISTRO DE ESTANQUE	1,00	uni			708,013
	1 INSTALACION Y SUMINISTROS ESTANQUE E SENSORES	1.000	uni	\$	708,013	708,013
				\$		708,013
C.1.-	EXCAVACION A BRAZO EN ZANJA < 1,4 M. Y PROF. < 2 M. TERRENO BLANDO	176,00	m3			669,504
	1 EXCAVADOR	0.170	día	\$	16,335	2,777
	2 RECARGO DESGASTE HERRAMIENT.	1	8.000	%	\$	222
	3 LEYES SOCIALES (O.E.)	1	29.000	%	\$	805
				\$		3,804
C.2.-	RED INTERIOR AGUA FUSION 25 MM	423,00	ml			744,480
	1 20 MM TUBERIA FUSION PN 20	0.333	c/u	\$	4,613	1,536
	2 TERMOFUSORA 800 WATTS	0.001	c/u	\$	75,286	75
	3 GASFITER + AYUD	0.001	día	\$	55,539	56
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	16
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	77
				\$		1,760
C.3.-	RED DE GOTEIO 20MM	310,00	ml			123,690
	1 GOTEIO 20 MM ROLLO 500	1.000	ml	\$	240	240
	2 TERMOFUSORA 800 WATTS	0.001	c/u	\$	75,286	75
	3 GASFITER + AYUD	0.001	día	\$	55,539	56
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	16
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	12
				\$		399
C.4.-	CODO PPR 20mm	1,00	uni			1,450
	1 CODO PPR 20mm	1.000	uni	\$	177	177
	2 TERMOFUSORA 800 WATTS	0.001	c/u	\$	75,286	75
	3 GASFITER + AYUD	0.017	día	\$	55,539	922
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	267
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	9
				\$		1,450
C.5.-	TEE PPR 20mm	1,00	uni			1,829
	1 TEE FUSION 20MM CCS TIGRE	1.000	c/u	\$	538	538
	2 TERMOFUSORA 800 WATTS	0.001	c/u	\$	75,286	75
	3 GASFITER + AYUD	0.017	día	\$	55,539	922
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$	267
	5 PERDIDAS	1	5.000	%	\$	27
				\$		1,829

C.6.-	LLAVE PASO 1/2" PPR		2,00	uni			21,418
	1 LLAVE DE PASO FUSION PPR 20mm		1.000	uni	\$	7,806	7,806
	2 CODO FUSIÓN 20 mm x 1/2" HI		1.000	uni	\$	747	747
	3 TEFLON 3/4"		0.333	uni	\$	301	100
	4 ABRAZADERA PPR FUSIÓN 20 mm		2.000	uni	\$	40	80
	5 TORNILLO VOLCANITA CR 8x1.5/8 304		0.067	c/u	\$	958	64
	6 TERMOFUSORA 800 WATTS		0.001	c/u	\$	75,286	75
	7 GASFITER + AYUD		0.025	día	\$	55,539	1,388
	8 LEYES SOCIALES (O.E.)	7	29.000	%	\$		403
	9 PERDIDAS	2,3,5	5.000	%	\$		46
					\$		10,709
C.7.-	LLAVE DE JARDIN 1/2		1,00	uni			10,937
	1 LLAVE JARDIN BRONCE 1/2" MONILLO		1.000	uni	\$	3,992	3,992
	2 TERMINAL PPR FUSION HI 20x 1/2"		1.000	uni	\$	4,974	4,974
	3 TEFLON 3/4"		0.333	uni	\$	301	100
	4 TERMOFUSORA 800 WATTS		0.001	c/u	\$	75,286	75
	5 GASFITER + AYUD		0.025	día	\$	55,539	1,388
	6 LEYES SOCIALES (O.E.)	5	29.000	%	\$		403
	7 PERDIDAS	3	5.000	%	\$		5
					\$		10,937
C.8.-	BOMBA PEDROLLO PKM 65 0.7HP 220V		2,00	uni			614,558
	1 BOMBA PEDROLLO PKM 65 0.7HP 220V		1.000	uni	\$	136,657	136,657
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$		27,331
	3 GASFITER + AYUD		2.000	día	\$	55,539	111,078
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$		32,213
					\$		307,279
C.9.-	VÁLVULA SOLENOIDE		2,00	uni			213,026
	1 VÁLVULA SOLENOIDE 1/2		1.000	uni	\$	73,834	73,834
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$		14,767
	3 GASFITER + AYUD		0.250	día	\$	55,539	13,885
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$		4,027
					\$		106,513
C.10.-	ASPERSOR ROTOR PGJ		20,00	uni			329,920
	1 ASPERSOR ROTOR PGJ		1.000	uni	\$	11,757	11,757
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$		2,351
	3 GASFITER + AYUD		0.033	día	\$	55,539	1,851
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$		537
					\$		16,496
C.11.-	ASPERSOR ARCO		21,00	uni			409,962
	1 ROTOR PGP ULTRA TIPO ARCO		1.000	uni	\$	14,278	14,278
	2 VARIOS	1	20.000	%	\$		2,856
	3 GASFITER + AYUD		0.033	día	\$	55,539	1,851
	4 LEYES SOCIALES (O.E.)	3	29.000	%	\$		537
					\$		19,522