

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Julisse Andrea Meléndez Pérez

Viabilidad financiera de un sistema hidrosanitario con reutilización de aguas grises en complejos multifamiliares en Portugal.

Disertación de Maestría
Maestría Integrada en Ingeniería Civil
Grado de doble titulación Universidade do Minho- Universidad Industrial de Santander

Trabajo efectuado bajo la orientación de la
Profesora Doctora Maria Manuela Carvalho de
Lemos Lima y del
Profesor Doctor Edgar Ricardo Oviedo Ocaña

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi orientadora, Doctora Maria Manuela Carvalho de Lemos Lima por la disponibilidad para aclarar las dudas y las recomendaciones que ayudaron a complementar mi trabajo, también, a mi co-orientador de la Universidad Industrial de Santander, Doctor Edgar Ricardo Oviedo Ocaña por la valiosa guía y su dedicación en la orientación de este proyecto.

De la misma manera, agradezco al Doctor Dinis Miguel Campos Leitão por su ayuda al suministrar los planos hidrosanitarios del caso de estudio y la disponibilidad y disposición para aclarar dudas de los mismos.

Con este trabajo termino un ciclo de estudios, el cual es muy importante para mi vida, tanto personal como profesional, por lo tanto, de manera especial quiero agradecer a las personas que estuvieron presentes en este camino:

A mis padres Elsa y José por brindarme todas las oportunidades que me permitieron desarrollar mi potencial, además de las enseñanzas transmitidas, la eterna dedicación, el amor y apoyo incondicional.

A mi novio Edward por transmitirme tranquilidad y no permitir que me venciera en los momentos de incertidumbre, especialmente por la infinita paciencia y cariño sincero que me mantuvieron motivada a lo largo de este ciclo.

A mis amigas Carolina y Leidy por compartir esta experiencia conmigo y ser mi familia en Portugal.

RESUMEN

La preservación de los recursos hídricos es un aspecto que ha tomado una creciente importancia debido al panorama de escasez que se presenta en el futuro. La reutilización de aguas grises (AG) en el sector doméstico nace como una estrategia para disminuir la demanda de agua potable, utilizando agua de menor calidad en usos donde no se requiere agua estrictamente potable. En busca de potenciar esta alternativa en Portugal, se diseñó y evaluó financieramente un sistema hidrosanitario con reutilización de AG en un edificio multifamiliar (72 apartamentos), a partir de una revisión bibliográfica sobre las características físico-químicas y microbiológicas de las AG y los posibles sistemas de tratamiento a los que debe ser sometida esta agua para cumplir con los estándares de calidad para su reutilización. El análisis financiero del proyecto dio como resultado un periodo de retorno de 24 años y un valor presente neto (VPN) de €12.975,48 utilizando un sistema de tratamiento comercial de reactores biológicos de membrana (MBR), demostrando la viabilidad del mismo y logrando una reducción anual en el consumo de agua del 33% (i.e. 3351,92 m³) contribuyendo al uso eficiente del recurso a nivel urbano.

PALABRAS CLAVE: Reutilización, aguas grises, viabilidad financiera.

ABSTRACT

The preservation of water resources is an aspect that has become increasingly important due to the future shortage of water resources. The gray water reuse (GW) in the domestic sector was born as a strategy to reduce the demand of drinking water, using water of lower quality in uses where strictly drinking water is not required. To promote this alternative in Portugal, a hydro sanitary system with gray water reuse in a multifamily building (72 apartments) was designed and evaluated financially, based on a bibliographical review about the physicochemical and microbiological characteristics of the GW and the possible unit treatment processes to which this water must be subjected to achieve the quality standards for reuse. The financial analysis of the project resulted in a 24-year payback and a net present value (NPV) of € 12,975.48 using a commercial membrane bioreactor (MBR) treatment system, demonstrating that the system is viable, getting an annual reduction in water consumption of 33% (i.e. 3351,92 m³) contributing to the efficient use of the water resource at urban level.

KEYWORDS: Reutilization, gray water, financial viability.

RESUMO

A preservação dos recursos hídricos é uma questão que tem adquirido uma importância crescente devido ao cenário de escassez que se apresenta no futuro. A reutilização de águas cinzentas (AC) no setor doméstico surgiu como uma estratégia para reduzir as necessidades de água potável, utilizando água de menor qualidade para usos onde a água própria para consumo humano não é estritamente necessária. Com intuito de divulgar esta alternativa em Portugal, foi dimensionado e avaliado financeiramente um sistema de reutilização de AC num edifício de habitação com 72 apartamentos, a partir da revisão da literatura sobre as características físico-químicas e microbiológicas das AC e dos possíveis sistemas de tratamento a que deve ser sujeita esta água, para atender às normas de qualidade para a sua reutilização. A análise financeira do projeto permitiu estimar um período de retorno de 24 anos e um valor presente líquido (VPL) de 12,975.48 € utilizando um sistema de tratamento comercial de reatores biológicos de membrana (MBR), demonstrando assim a sua viabilidade e alcançando uma redução no consumo anual de água potável de 33% (isto é, 3351,92 m³) que contribui para o uso eficiente deste recurso ao nível urbano.

PALAVRAS CHAVE: Reutilização, águas cinzentas, viabilidade financeira.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Encuadramiento general	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Contenido del trabajo	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Usos domésticos del agua	5
2.2. Caracterización de las aguas residuales domésticas	6
2.3. Reutilización de las AG para usos domésticos no potables	8
2.3.1. Sistemas de tratamiento de AG para reutilización en usos no potables	11
2.3.1.1. Sistemas de tratamiento simples	14
2.3.1.2. Sistemas de tratamiento químicos	14
2.3.1.3. Sistemas de tratamiento físicos	14
2.3.1.4. Sistemas de tratamiento biológicos	14
2.3.2. Instrumentos políticos asociados a la reutilización de agua residual en Portugal	
15	
2.4. Estudios de factibilidad financiera de reutilización de agua residual	17
3. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	21
3.1. Diseño del sistema hidrosanitario con reutilización de AG	22
3.1.1. Opciones de reutilización de AG/ Encuesta de aceptación social	22
3.1.1.1. Aceptación social de la reutilización de AG	23
3.1.1.2. Consumo medio por habitante	24
3.1.1.3. Opciones de reutilización	25
3.1.2. Demanda/ Oferta	27
3.1.2.1. Caracterización cuantitativa de la producción de aguas grises claras	28

3.1.2.2.	Caracterización cuantitativa de la necesidad de agua para los usos no potables.	28
3.1.3.	Ahorro del sistema por reducción en el pago de tarifas de abastecimiento y saneamiento.	29
3.1.4.	Determinación del consumo energético	30
3.1.5.	Selección de la opción de reutilización	32
3.1.6.	Diseño del sistema hidrosanitario	33
3.1.6.1.	Diseño del sistema de drenaje de aguas residuales	33
3.1.6.2.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y no potable	35
3.1.7.	Sistema de tratamiento	37
3.1.7.1.	Descripción del tratamiento	38
3.1.7.2.	Equipos incluidos	40
3.1.7.3.	Mantenimiento del sistema	40
3.2.	Costos de construcción, operación y mantenimiento de sistema hidrosanitarios con reutilización de AG	41
3.2.1.	Aceptación social de los costos	42
3.3.	Viabilidad financiera del proyecto	42
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1.	Diseño del sistema hidrosanitario con reutilización de AG	45
4.1.1.	Demanda/Oferata	45
4.1.2.	Ahorro del sistema por reducción en el pago de tarifas de abastecimiento y saneamiento.	45
4.1.3.	Determinación del consumo energético	47
4.1.4.	Selección de la opción de reutilización	49
4.1.5.	Diseño del sistema hidrosanitario	49
4.1.6.	Sistema de tratamiento	50
4.2.	Costos de construcción, operación y mantenimiento del sistema hidrosanitario con reutilización de AG	50

4.2.1. Aceptación social de los costos	52
4.3. Viabilidad financiera del proyecto.....	54
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de agua y costo asociado en cada sector. (PNUEA, 2012).....	2
Figura 2. Proporción del consumo doméstico en Portugal [Adaptado de Vieira et al. (2002)] .	6
Figura 3. Distribución de las aguas grises según su origen [Tomado de: Ghaitidak y Yadav (2013)]	7
Figura 4. Distribución de las aplicaciones del agua gris tratada (Pidou et al., 2007).....	8
Figura 5. Periodo de retorno del sistema de reutilización de aguas grises con A. reactores de biodiscos y B. reactores biológicos de membrana según el precio del agua en diferentes países y el número de apartamentos. [Tomado de: Friedler y Hadari, 2006.....	19
Figura 6. Corte lateral del edificio.....	21
Figura 7. Vista en planta del piso tipo de apartamentos.....	22
Figura 8. Información personal de la muestra, (a) edad, (b) sexo y (c) formación académica.	23
Figura 9. Diagrama de frecuencias de las capitaciones.....	24
Figura 10. Preferencia del origen del agua gris para reutilización según la encuesta realizada.	26
Figura 11. Usos de preferencia para el agua gris tratada.....	26
Figura 12. Aceptación de los costos por apartamento car de un sistema de reutilización de aguas grises, (a) costo de construcción, (b) costo mensual de operación y mantenimiento.....	53
Figura 13. Viabilidad del proyecto en términos de VPN.	55
Figura 14. Periodo de retorno según la tasa de inflación de los servicios.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Usos domésticos interiores y exteriores.	5
Tabla 2. Componentes presentes en las aguas grises de acuerdo a su fuente.....	7
Tabla 3. Características de las aguas grises claras según diversos autores.	9
Tabla 4. Requisitos de calidad de aguas residuales tratadas a reutilizar en diversos usos domésticos (Verificados con el Decreto- lei nº. 236/98 de Portugal).....	11
Tabla 5. Experiencias de tratamiento de aguas grises para reutilización en usos no potables.	12
Tabla 6. Costos totales de un sistema de reutilización de aguas grises.	18
Tabla 7. Intervalos de clase (L/hab.día)	25
Tabla 8. Comparación de la capitación obtenida en la encuesta y la obtenida según diferentes autores.....	25
Tabla 9. Población estimada por apartamento según la tipología.	27
Tabla 10. Tarifa de venta de agua (Valores sujetos a IVA tasa reducida- 6%).....	29
Tabla 11. Costo de la energía según GALP ENERGIA.	31
Tabla 12. Caudal de descarga y diámetros del ramal de descarga de los dispositivos sanitarios de común utilización.....	33
Tabla 13. Tasa de ocupación de bajantes sin ventilación secundaria.	34
Tabla 14. Caudales mínimos en los dispositivos de común utilización	36
Tabla 15. Características del biorreactor de membranas.	39
Tabla 16. Características a cumplir por el efluente	40
Tabla 17. Oferta y demanda del sistema de reutilización de aguas grises.....	45
Tabla 18. Ahorro de agua potable en descarga de inodoros en los apartamentos.	46
Tabla 19. Ahorro anual de agua potable en términos de volumen y costos de abastecimiento y saneamiento.	47
Tabla 20. Caudal y altura manométrica para el dimensionamiento de los sistemas de bombeo.	48
Tabla 21. Consumo y costo de cada alternativa de bombeo.....	48
Tabla 22. Consumo energético del sistema de tratamiento.	49
Tabla 23. Evaluación económica preliminar de las opciones en el primer año (precios con IVA incluido).....	49
Tabla 24. Resumen del presupuesto de construcción	51

Tabla 25. Costos de operación y mantenimiento para el año 2017.....	51
Tabla 26. Incremento en el precio del apartamento por el costo del sistema de tratamiento y costo mensual de operación y mantenimiento por tipología.....	52
Tabla 27. Costos corregidos para lograr una mayor aceptación.	53
Tabla 28. Periodo de retorno en diferentes investigaciones.....	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ilustración de las opciones de reutilización propuestas.....	27
Gráfico 2. Alternativas de diseño, (a) alternativa 1 y (b) alternativa 2.	31
Gráfico 3. Sistema de tratamiento [Tomado de: Catálogo GREM grupo Remosa]	38

LISTA DE ACRÓNIMOS

ΔH- Pérdida de carga total

AC- Carbón activado

AG- Aguas grises

ANQIP- Asociación Nacional para la Calidad en las Instalaciones Prediales

BAF- Filtro biológico aireado

B/C- Relación beneficio/costo

C- Cribado

COT- Carbono orgánico total

D- Diámetro

DBO- Demanda bioquímica de oxígeno

DE- Desinfección

DQO- Demanda química de oxígeno

ETA- Especificación Técnica ANQIP

FA- Filtro de arena

FM- Filtros de múltiples camadas

FP- Filtro de lecho profundo

FR- Filtros rotativos

GAC- Carbón activado granulado

j- Pérdida de carga unitaria

L- Longitud

MBR- Reactor biológico de membranas

OD- Oxígeno disuelto

PNUEA- Programa Nacional para el Uso Eficiente del Agua

PR- Periodo de retorno

PTAR- Planta de tratamiento de aguas residuales

Q- Caudal

RB- Reactor biológico

RBC- Reactores de biodiscos

S- Sedimentación

SBR- Reactores biológicos secuenciales

SDT- Sólidos disueltos totales

SS- Sólidos suspensos

SST- Sólidos suspensos totales

TIR- Tasa interna de retorno

UE- Unión Europea

VMA- Valor máximo admisible

VMR- Valor máximo recomendado

VPN- Valor presente neto

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Encuadramiento general

Se prevé que en el 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial de 40% de agua en un escenario climático en donde no se apliquen nuevas medidas de uso eficiente del agua (UNESCO, 2015). La gestión de los recursos hídricos nace como un conjunto de estrategias para proteger la disponibilidad y calidad del agua. Esta ha asumido una creciente importancia en los últimos años, debido a la degradación de su calidad, resultante del control insuficiente de la polución de origen antropogénico; lo cual, introduce limitaciones en el aprovechamiento de algunos recursos hídricos, acentuando el desequilibrio cuantitativo entre la necesidad y disponibilidad del agua (Marecos do Monte y Albuquerque, 2013). La hoja de ruta de la Unión Europea (UE) para una Europa eficiente en cuanto a recursos requiere que para el 2020 la extracción de agua se mantenga por debajo del 20% de los recursos hídricos renovables disponibles (UNESCO, 2015).

De acuerdo con la información actualmente disponible, el volumen de agua facturado en el sector urbano en Portugal Continental es de aproximadamente 580 millones de m³ al año (ERSAR, 2016). Este volumen corresponde a cerca de 8% del volumen total del agua consumida, incluyendo también los sectores, agrícola (87%) e industrial (5%) (PNUEA, 2012). Pero a pesar de que el consumo de agua en el sector urbano representa aproximadamente solo una pequeña proporción del consumo total del agua, los costos asociados al ciclo urbano que van desde su captación, potabilización, almacenamiento y distribución de agua de consumo, hasta el tratamiento de las aguas residuales, alcanzan el 46% del costo total asociado, pasando a ser el sector urbano, el más relevante económicamente (Figura 1), seguido de la agricultura con 28% y la industria con 26% (PNUEA, 2012).

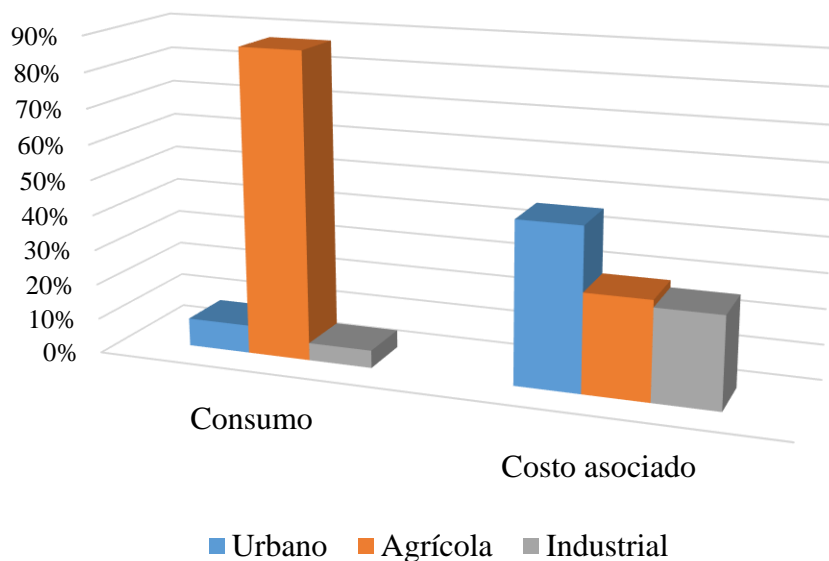


Figura 1. Consumo de agua y costo asociado en cada sector. (PNUEA, 2012)

De acuerdo con APDA (1999), los consumos urbanos se distribuyen en consumo doméstico, industrial, de servicios (comercio) y otros en cerca de 64%, 14%, 13% y 9 % respectivamente. El consumo doméstico se entiende como el asociado al uso del agua efectuado en el interior y la envolvente de las viviendas por sus ocupantes.

A la vista de estos datos la reutilización de aguas residuales surge como una fuente alternativa de agua para fines no potables, esta puede ser aplicada a diversos tipos de uso; en sistemas descentralizados en pequeñas comunidades, la reutilización de aguas residuales constituye un conjunto de tecnologías que captan el agua desde donde es contaminada, tratándola y distribuyéndola en el mismo predio (Rivera y Zaraza, 2015) (no incluye las fases de descarga en los medios hídricos, captación y potabilización de agua) lo que reduce el uso de agua potable en actividades donde no se requiere agua de alta calidad y ayuda a disminuir la polución en los puntos de descarga. Esta estrategia también se puede aplicar a la agricultura, lo que puede constituir un factor importante para disminuir el estrés hídrico resultante de la gran demanda de agua para este uso (i.e. aproximadamente 87% del consumo total del agua en Portugal, PNUEA 2012), además de traer posibles beneficios en las plantas debido al agua rica en nutrientes propia de las aguas residuales (Winpenny *et al.*, 2013). De acuerdo con lo anteriormente mencionado, esta técnica surge como una estrategia sustentable de gestión de recursos hídricos y es motivada esencialmente por la escasez de agua y por la protección de los medios hídricos receptores de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) (Marecos do Monte y Albuquerque, 2013).

Las aguas residuales domésticas están divididas en aguas grises, las cuales son generadas por la ducha/bañera, lavadora y lava-vajillas, y en aguas negras que son generadas por la descarga de inodoros y lavaplatos con trituradores de comida incorporados (Novotny *et al.*, 2010). El mayor potencial de reutilización, con menores costos asociados, se encuentra en las aguas grises debido a una menor contaminación (Rivera y Zaraza, 2015). El agua residual tratada no es considerada potable y su uso para el consumo directo (i.e. agua usada para ingesta y preparación de alimentos e higiene personal) está restringido. Sin embargo, puede ser usada para consumo no directo en las descargas de inodoros, lavadoras y usos exteriores (lavado de carros y riego de zonas verdes), lo que en total constituye cerca del 50% del consumo doméstico.

Diversos estudios en diferentes países han demostrado la viabilidad económica de proyectos de reutilización de AG en edificios multifamiliares (Mourad *et al.*, 2011; Ardila, 2013; Ghisi y Ferreira, 2007), según Friedler y Hadari (2006) en su estudio en Israel se demostró que un proyecto de reutilización de AG pasa a ser viable con un periodo de retorno de 15 años, en edificios residenciales de 7 pisos (28 apartamentos).

Así, la reutilización de aguas grises en el sector doméstico en Portugal, representa una estrategia con potencial económico, por lo cual en el presente trabajo y a modo de potenciar esta técnica se evalúa la factibilidad financiera de la implementación de un sistema hidrosanitario con reutilización de AG en edificios multifamiliares en Portugal teniendo en cuenta la aceptación social del mismo.

1.2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo se centra en evaluar la viabilidad financiera de la implementación de un sistema hidrosanitario con reutilización de aguas grises en complejos multifamiliares en Portugal, con los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la aceptación social del sistema hidrosanitario con reutilización de AG.
- Diseñar una alternativa de diseño con reutilización de AG en un complejo multifamiliar, incluyendo las fases de captación, tratamiento y distribución.

- Comparar los costos entre la alternativa de diseño con reutilización de AG y el sistema existente en el caso de estudio y analizar los índices financieros para evaluación de proyectos previamente calculados, tales como TIR (Tasa interna de retorno), VPN (Valor presente neto), PR (Periodo de retorno) y relación beneficio/costo (B/C).
- Evaluar la aceptación social de los costos resultantes del sistema hidrosanitario con reutilización de AG.

1.3. Contenido del trabajo

El trabajo se organizó en 5 capítulos a modo de resaltar los objetivos del proyecto.

En el capítulo 1 es presentada la introducción compuesta por un encuadramiento del proyecto y los respectivos objetivos.

En el capítulo 2 se muestra la revisión bibliográfica necesaria para el correcto desarrollo del proyecto con información acerca de los usos domésticos del agua, las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales, los sistemas de tratamiento e instrumentos políticos asociados a la reutilización de aguas grises para usos domésticos no potables, así como de estudios de factibilidad financiera existentes.

En el capítulo 3 se especifica la metodología del proyecto, señalando el caso de estudio y los respectivos pasos para realizar el análisis de viabilidad financiero.

En el capítulo 4 son presentados los resultados juntos con un análisis de los mismos de acuerdo a la metodología planteada y el caso de estudio.

En el capítulo 5 se muestran las conclusiones junto con recomendaciones para trabajos futuros.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Usos domésticos del agua

El consumo doméstico constituye la mayor parte de los consumos urbanos. De acuerdo con APDA (1999), los consumos urbanos se distribuyen en consumos doméstico (64%), industrial (14%), de servicios (instituciones y comercio) (13%) y otros (i.e. consumos públicos) (9%). Entre estos consumos, el doméstico tiene el mayor potencial de ahorro al aplicar medidas de uso eficiente del agua (Almeida *et al.*, 2006).

El uso doméstico se entiende como el consumo en el interior y en el exterior de las viviendas e incluye el agua utilizada en los diferentes usos presentados en la Tabla 1. Los consumos en el interior de la vivienda son directamente proporcionales al número de personas que la habitan, mientras que la componente exterior presenta una variación en función de aspectos como la tipología de la vivienda, el clima, la estación del año y las condiciones socioeconómicas (Almeida *et al.*, 2006).

Tabla 1. Usos domésticos interiores y exteriores.

Consumos interiores	Consumos exteriores
Preparación de alimentos	
Higiene personal	Riego de jardín
Descarga de inodoros	Lavado de vehículos
Limpieza de la vivienda	Lavado de patios
Lavado de ropa	Llenado de piscinas
Lavado de loza	

Fuente: Almeida et al. (2006)

En Portugal, los usos en la descarga de inodoros en conjunto con la ducha/bañera contabilizan el 68% del consumo total en la vivienda (Almeida *et al.*, 2006). En los grifos con alrededor del 16% del consumo total, se incluyen diferentes usos, dependiendo de la ubicación de los aparatos hidráulicos, como por ejemplo los usos alimentares (ingesta y preparación de alimentos) que

representan una fracci3n m3nima del consumo dom3stico (i.e. cerca del 3% acorde con Melo Baptista *et al.*, 2001). Se estima que, en promedio, las lavadoras y lava-vajillas tienen asociado un consumo de cerca del 11% del total y finalmente las perdidas aguas abajo de los contadores, corresponden a un 5% (Almeida *et al.*, 2006). De todos estos usos, cerca del 50% requieren agua estrictamente potable, por lo que se puede emplear agua alternativa de menor calidad en los usos restantes (Figura 2).

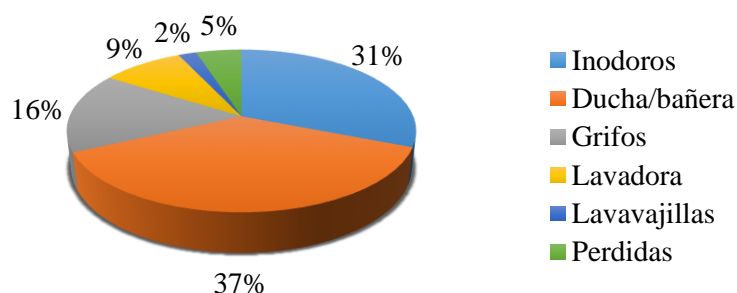


Figura 2. Proporci3n del consumo dom3stico en Portugal [Adaptado de Vieira *et al.* (2002)]

2.2. Caracterizaci3n de las aguas residuales dom3sticas

Las caracter3sticas fisicoqu3micas y microbiol3gicas de las aguas residuales dom3sticas var3an seg3n las condiciones socioecon3micas, estilo de vida, estado de salud de los ocupantes y caracter3sticas del agua de abastecimiento (Ghaitidak y Yadav, 2013). Como fue referido anteriormente las aguas residuales dom3sticas se dividen en aguas grises y aguas negras; las primeras son las provenientes de la cocina, ba3o y lavander3a excluyendo el agua descargada de los inodoros (aguas negras) y representan cerca del 60-70% de las aguas residuales (Friedler y Hadari, 2006). Las aguas residuales de ba3eras, duchas y lavamanos, las cuales representan la mayor proporci3n de aguas grises (Figura 3) son denominadas como aguas grises claras (Friedler y Hadari, 2006), mientras que las provenientes de la cocina y lavander3a se denominan aguas grises oscuras (Birks and Hills, 2007).

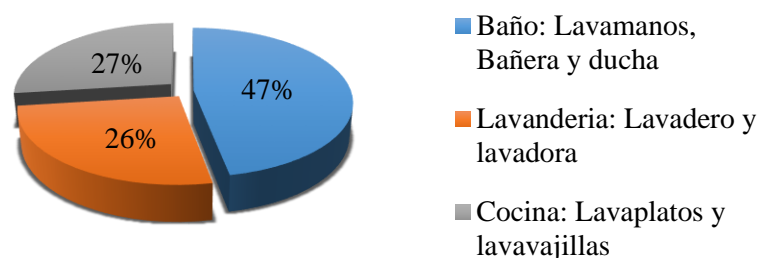


Figura 3. Distribución de las aguas grises según su origen [Tomado de: Ghaitidak y Yadav (2013)]

Del agua residual doméstica, las aguas grises tienen el mayor potencial de reutilización debido a su menor contaminación comparada con las aguas negras, mayor facilidad de tratamiento y un menor riesgo asociado a su reutilización. Friedler y Hadari (2006) recomiendan reutilizar solamente el agua gris clara, para reducir los costos de tratamiento y los posibles efectos adversos.

Los constituyentes que se pueden encontrar en las aguas grises varían según su origen (Tabla 2), estos alteran sus características y determinan el tratamiento al que debe estar sujeto el agua para su reutilización.

Tabla 2. Componentes presentes en las aguas grises de acuerdo a su fuente.

Origen	Contenido
Baño	Jabones, champús, crema dental, productos para el cuidado del cuerpo, residuos del afeitado, piel, cabello, grasas corporales y trazas de orina y heces.
Lavandería	Altas concentraciones de químicos debido a los detergentes (i.e. sodio, fósforo, agentes tensoactivos, nitrógeno), además de sólidos suspendidos, blanqueadores, espumas, aceites, pinturas, disolventes y fibras no biodegradables de la ropa.
Cocina	Residuos de comida, altas concentraciones de grasa y aceites, detergentes para loza, microorganismos, espumas, materia orgánica y sólidos suspendidos.

Fuente: Noah (2002); Morel and Diener (2006)

Las aguas grises pueden llegar a tener una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y una demanda química de oxígeno (DQO) relativamente altas, incluso las aguas grises claras (Tabla 3), sin embargo, estos valores incrementan si se incluye en el análisis el agua gris oscura. En general, la ducha es el aparato sanitario que cuenta con las mejores características para reutilización (Anexo A). El agua gris generalmente contiene menos sólidos suspendidos y nitrógeno (i.e. concentraciones aproximadamente 10 veces más bajas, acorde con Birks y Hills, 2007) que las aguas residuales típicas, ya que se excluye el agua del inodoro. Sin embargo, el agua gris puede contener una mayor concentración de fósforo, principalmente debido a los detergentes que se encuentran en las aguas grises oscuras (Birks and Hills, 2007), que también provocan un aumento del pH y la turbidez en el agua (Anexo A). A nivel microbiológico, se pueden encontrar altos niveles de coliformes fecales que pueden indicar un riesgo patogénico y sirven para evaluar la seguridad del reciclado de las aguas grises (Rose *et al.*, 1990) y evidencian la necesidad de desinfección para su reutilización.

2.3. Reutilización de las AG para usos domésticos no potables

Las aguas residuales tratadas pueden ser aplicadas en algunos usos domésticos que consumen agua potable sin que exista la necesidad de usar agua de elevada calidad, tales como: lavado de calles, lavado de vehículos, lavandería, descarga de inodoros y riego de espacios verdes. Pideou *et al.* (2007), en su revisión de bibliografía reportó que los usos más comunes para reutilizar el agua gris tratada son en descarga de inodoros y riego de jardín (Figura 4) de acuerdo con los 64 esquemas de tratamiento estudiados en diferentes partes del mundo. En hogares individuales, se ha establecido que el agua gris podría soportar la cantidad de agua necesaria para descarga de inodoros y usos exteriores tales como lavado de carro y riego de jardín (Pideou *et al.*, 2007).

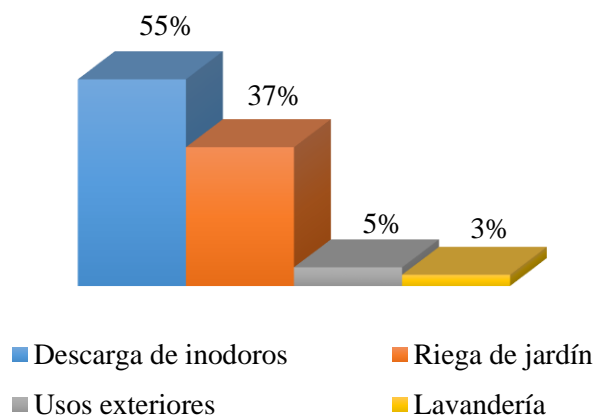


Figura 4. Distribución de las aplicaciones del agua gris tratada (Pideou *et al.*, 2007)

Tabla 3. Características de las aguas grises claras según diversos autores.

Parámetro	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
DBO (mg/L)	40,2- 424	78- 670	140	46,4	129-155	5- 142	216- 252		33	76- 200
DQO (mg/L)	77- 645		270	96,3	367- 587	21- 355	424- 433		40	
COT (mg/L)			1100							
SST (mg/L)	58- 353	37- 360,5		36,8	58- 153	7- 102	40- 76			48- 120
SDT (mg/L)	279- 565		188,2							
OD (mg/L)			1,9							
Turbidez (NTU)	59,8- 375	35,3- 462 (FNU)		26,5	60- 164		57	20- 140	20	113
pH	7- 7,6	7,34- 7,71	6,9	7,2	7,3- 7,5		7,7	5- 7		6,4- 8,1
Nitrógeno total (mgN/L)	6,6- 10,92	4,3- 15,9		4,6		0- 21,3		0,6- 5,2		4,6- 20
Fósforo total (mgP/L)	1,12	0,2- 1,12	2	0,86	0,3- 0,4		1,6- 45,5	4- 35		0,11- 1,8
Coliformes totales (UFC/100ml) (MPN)	2E2- 5,1E6		4,9E6	2,2E7	6,4E3 - 9,4E3	2,4E3 - 1E6	5E4- 6E6	6,10E6		500- 2,4E7
Coliformes fecales (UFC/100ml)	64- 4E6		8,2E4				32- 600	1,8E4- 7,9E6		170- 3,3E3
<i>E. Coli</i> (UFC/100mL) (MPN)	10- 1,49E3	2,34E4- 2,07E6		3,9E5	10- 1,5E3	0- 2,4E6				
Conductividad (mS/m)	1,4- 89	35,8- 62,7	29,4	32,7						

[1] Ghaitidak and Yadav (2013)

[2] Chaillou *et al.* (2011)- Francia

[3] Matos (2009)- Portugal

[4] Birks and Hills (2007)- Inglaterra

[5] Laine (2001)

[6] Birks *et al.* (2004); Smith *et al.* (2001)

[7] Surendran and Wheatley (1998)

[8] Rose *et al.* (1990)- Incluye agua de lavandería

[9] Holden and Ward (1998)

[10] Christova- Boal *et al.* (1996)

En diversas ciudades de países como Singapur, Japón, Inglaterra y Estados Unidos, se encuentran experiencias de reutilización de agua residual tratada en edificaciones, para su uso en descarga de inodoros. Esto implica la instalación de dos redes de suministro, una para abastecimiento de agua potable y otra para abastecimiento del agua residual tratada. No

obstante, Marecos do Monte y Albuquerque (2013) mencionan que esta alternativa solo es económicamente viable en proyectos a construir desde cero, a pesar de que la descarga de inodoros represente una proporción importante del consumo doméstico. Además, recomiendan que, en edificios ya construidos, las aguas grises tratadas pueden ser empleadas en riego de espacios verdes o lavado de espacios y vehículos próximos al edificio debido a que no es necesaria la duplicación de la red predial.

Las normas o criterios respecto a la calidad del agua para reutilización son muy escasas en Portugal y han sido desarrolladas en países donde las aplicaciones son más comunes, como es el caso de las ciudades superpobladas. En el anexo B se encuentra una lista de regulaciones existentes en diferentes países para reutilización de agua. Sin embargo, según la Asociación Nacional para la Calidad en las Instalaciones Prediales (*Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais- ANQIP*) los requisitos microbiológicos del agua destinada a la descarga de inodoros deben ser definidos según las normas de calidad (i.e. valor máximo recomendado (VMR) y valor máximo admisible (VMA)) para aguas de recreación de contacto directo, así mismo el agua destinada al riego de jardín debe cumplir con los requisitos de calidad de agua destinada al riego del *Decreto- Lei nº 236/98* (Anexo C). En la Tabla 4 se muestran las características máximas de calidad a admitir para los usos considerados y los requisitos de calidad típicos.

De agregar que el agua utilizada para descarga de inodoros debe presentar características de calidad que eviten la ocurrencia de crecimiento de biofilmes en las paredes de las tuberías, fenómenos de incrustación o corrosiones (Marecos do Monte y Albuquerque, 2013). Para controlar los olores indeseables en este uso, se recomienda realizar una cloración periódica (10 mg/L de solución de hipoclorito de sodio, de acuerdo con Metcalf & Eddy, 2003), que simultáneamente evita el desenvolvimiento de biofilmes en los sistemas de abastecimiento. Sin embargo, según el estudio realizado por March *et al.* (2004), manteniendo un tiempo de retención menor a 48 horas fue necesario ajustar la bomba de cloración a 75 mg de cloro por litro de agua gris ingresado al sistema, para asegurar una concentración de cloro residual por encima de 1,0 mg/L y a la vez una desinfección a lo largo del sistema. Los mismos autores también recomiendan un tiempo de almacenamiento máximo para el agua gris no tratada de 2 días para evitar el resurgimiento de bacterias y malos olores.

Tabla 4. Requisitos de calidad de aguas residuales tratadas a reutilizar en diversos usos domésticos (Verificados con el Decreto- lei nº. 236/98 de Portugal)

Parámetro	Riego de espacios verdes		Descarga de inodoros		Requisito de calidad típico	
	VMA	VMR	VMA	VMR		
Coliformes totales (UFC/100 mL)	-	10000	-	10000	0 - < 100	
Coliformes fecales (UFC/100 mL)	100	-	1000	0	< 10	
Estreptococos fecales (UFC/100 mL)	100	-	400	-	-	
Parasitos entéricos (huevo/ 10L)	1	No detectable	1	-	-	
Turbidez (UNT)	2	-	2	-	2	
DBO5 (mg/L)	15	-	45	-	< 5	
OD (% de saturación)	-	-	-	-	> 50	
Color (% de transmitancia UV (254 nm))	-	-	-	-	60	
Olor	No detectable	-	No detectable	-	No detectable	
Cloro residual (mg/L)	Libre	0,1	-	0,1	-	0,1 - 0,5
	Combinado	0,3	-	1	-	
pH	4,5-9	6,5-8,4	6-9	6-9	5,8 - 8,6	
SST (mg/L)	10	-	10	-	< 10	

Fuente: Asano *et al.*, 2007; Marecos do Monte y Albuquerque, 2013; Chaillou *et al.*, 2011; US EPA, 2004; ANQIP, 2011.

2.3.1 Sistemas de tratamiento de AG para reutilización en usos no potables

El tratamiento de las aguas residuales está dividido en varios niveles (preliminar, primario, secundario, terciario y avanzado) según los tipos de contaminantes a remover. En el tratamiento preliminar se remueven grasas, cabellos y partículas de mayores dimensiones; en el primario se remueve principalmente materia orgánica representada como DBO y sólidos suspendidos sedimentables; el secundario, continua con la eliminación de la materia orgánica biodegradable

y el terciario se encarga de la remoción de nutrientes y desinfección. El tratamiento avanzado surge con la necesidad de remoción de sólidos disueltos y algunos suspendidos que resisten los tratamientos anteriores (Metcalf & Eddy, 2003).

En las aguas grises es fundamental realizar un tratamiento para lograr las características necesarias para su reutilización. Según Gual *et al*, (2008) en su planta piloto encontró que la filtración y desinfección son un tratamiento necesario para la reutilización de aguas grises en descargas de inodoros, lo cual se evidencia en diversas experiencias realizadas en edificios residenciales, casas y complejos a gran escala (i.e. hoteles, residencias universitarias y estadios) (Tabla 5).

Tabla 5. Experiencias de tratamiento de aguas grises para reutilización en usos no potables.

Lugar	Tipo de edificio/Aplicación	Esquema de tratamiento	Q	DQO (mg/L)		DBO (mg/L)		Turbidez (NTU)		SS (mg/L)		Coliformes totales (UFC/100 mL)	
				In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
Canadá	Edificio residencial/ descarga de inodoros	C + S + FM + Ozonización	1 m ³ /día			13 0		82	26	67	21	8870*	8*
Corea	Hotel/ descarga de inodoros	Membranas		64	10			10	0				
Japón	Estadio/ descarga de inodoros	C + S + Flotación + FR + FA+ DE	622 m ³ /día	243	6	33 6	20			20 7	10		10
Israel	Residencias estudiantiles/ descarga de inodoros	C + RBC + S + FA + DE		158	40	59	2	33	1	43	8	6E5 [^]	1 [^]
Israel	Residencias estudiantiles/ descarga de inodoros	C + MBR + DE		206	47	95	1	80	0	10 3	13	3E5 [^]	27 [^]
Alemania	Edificio residencial/ descarga de inodoros	S+ RBC + UV	2,1 m ³ /día	100 -		43- 85	<4					1E4- 1E5	<1E4
Finlandia	Edificio residencial/ descarga de inodoros	BAF + UV		800	75							1E6 [^]	20 [^]
Reino Unido	Residencias estudiantiles/ descarga de inodoros	C + BAF + FP + AC					9		1		6		995

Tabla 5. Experiencia de tratamiento de aguas grises para reutilización en usos no potables.
(Continuación)

	Residencias											
Reino Unido	estudiantiles/ descarga de inodoros	RB + FA+ GAC + DE	263 m ³ /año	201	62		21 2	5		7E5	3	
Australia	Casa/ descarga de inodoros y usos exteriores	Tanque séptico + FA + UV			97	6		1	48	3	2E5	9
Australia	Casa/ descarga de inodoros, lavandería y riego de jardín	C+ Biopelícula + UV					9	6		9		0*
España	Hotel/ descarga de inodoros	Filtro (0.3mm) + S + D (Hipoclorito de sodio)	5,2 m ³ /día	171	78		20	16,5	44	18,6		

* Como E. Coli

^ Como Coliformes fecales

C- Cribado

S- Sedimentación

FM- Filtros de múltiples capas

FR- Filtros rotativos

FA- Filtro de arena

MBR- Reactor biológico de membranas

RBC- Reactores de biodiscos

DE- Desinfección

BAF- Filtro biológico aireado

FP- Filtro de lecho profundo

RB- Reactor biológico

AC- Carbón activado

GAC- Carbón activado granulado

Fuente: Pidou *et al.*, 2007; March *et al.*, 2006

En general, no existe una remoción significativa de fósforo y nitrógeno en los sistemas descentralizados, debido a que la presencia de estos componentes no presenta ningún riesgo para riego o descarga de inodoros, por el contrario, es favorable al ser usado en jardines como un sustituto de fertilizante. Sin embargo, las altas concentraciones de fósforo y nitrógeno pueden generar problemas si el agua es usada para lavado o si es liberado en la naturaleza (Gross *et al.*, 2015).

Según Pideu *et al.* (2008) en su revisión de literatura, se han usado diferentes tipos de tratamiento que pueden ser aplicados a las aguas grises para su reutilización, los cuales se describen a continuación.

2.3.1.1 Sistemas de tratamiento simples

Este sistema de tratamiento consiste usualmente en dos etapas, filtrado grueso o sedimentación para remoción de sólidos gruesos seguida de desinfección. Este tipo de tecnologías provee un tratamiento limitado en términos de sólidos orgánicos, sin embargo, presenta buen desempeño en remoción de microorganismos (<50 UFC/100mL) (Brewer *et al.*, 2000; Hills *et al.*, 2001). Estos sistemas son usados preferiblemente a pequeña escala como habitaciones unifamiliares y usualmente tratan solo las aguas grises claras para aplicaciones en descarga de inodoros y riego de jardines.

2.3.1.2 Sistemas de tratamiento químicos

Entre los sistemas de tratamiento químico se encuentran: coagulación, electro-coagulación y oxidación foto-catalítica. De resaltar que en aguas con media- alta polución, los tratamientos químicos con uso de coagulantes no son eficientes y necesitan ser seguidos de otros procesos tales como adsorción (Pidou *et al.*, 2008).

2.3.1.3 Sistemas de tratamiento físicos

Estos sistemas se pueden dividir en dos categorías: filtros de arena y membranas. Los filtros de arena usados como único sistema de tratamiento funcionan como un filtrado grueso del agua gris y su comportamiento es similar a los sistemas de tratamiento simples (Pideou *et al.* 2008). Los tratamientos con membranas proveen una excelente remoción de sólidos suspendidos y disueltos, logrando en algunos casos eficiencias del 100% para turbidez y sólidos suspensos (Hall et al. 1974; Ramon et al., 2004), suficientes para cumplir los estándares para reutilización de agua, sin embargo, a nivel de sólidos orgánicos, su eficiencia es limitada.

2.3.1.4 Sistemas de tratamiento biológicos

Los sistemas de tratamiento biológicos incluyen: Reactores de biodiscos (RBC), filtros anaerobios, reactores biológicos de membranas (MBR), Reactores biológicos secuenciales

(SBR) y filtros aireados biológicos (BAF). Los sistemas biológicos, en la mayoría de los casos, son precedidos por un pre-tratamiento físico, como sedimentación o filtrado grueso y seguidos de desinfección. Los tratamientos biológicos se pueden encontrar principalmente en edificios grandes, residencias de estudiantes y estadios e independientemente del proceso los esquemas biológicos consiguen excelentes remociones de sólidos orgánicos.

De acuerdo a lo anterior se observa que existen diversas tecnologías de tratamiento que pueden ser usadas en el tratamiento de aguas grises, sin embargo, son preferibles las que no necesitan adición de productos químicos, funcionan con poca energía y su mantenimiento es económico como es el caso de los sistemas biológicos de tratamiento, las tecnologías de membranas y las tecnologías combinadas (ANQIP, 2011).

Existen diversas empresas, principalmente en países con legislación establecida de reutilización de AG, que comercializan estaciones de tratamiento para este propósito. El grupo “Remosa” en España y “Hansgroge” en Alemania son ejemplo de ello. Sin embargo, en Portugal a pesar de que se comercializan estaciones de tratamiento para depuración de efluentes domésticos, como es el caso de “Rotomoldagem”, estas no tienen como propósito la reutilización de las aguas tratadas, por lo cual se debe recurrir a empresas extranjeras para adquirir estos sistemas.

2.3.2 Instrumentos políticos asociados a la reutilización de agua residual en Portugal

En Portugal, a pesar de que no se cuenta con una normativa completa en cuanto a la reutilización de aguas residuales, se han venido desarrollando políticas que buscan fomentar esta estrategia de preservación de recursos hídricos, ejemplo de ello se encuentra el PNUEA (Programa nacional para el uso eficiente del agua) el cual tiene como uno de sus objetivos específicos: “Reducir al mínimo el uso de agua potable en actividades que puedan tener el mismo desempeño con agua de calidad alternativa y de otros orígenes diferentes a la red pública de agua potable, promoviendo la utilización de agua lluvia y la eventual reutilización de aguas residuales tratadas.” (PNUEA, 2012). Para cumplir dicho objetivo el PNUEA ha desarrollado una serie de medidas que fomentan la reutilización de aguas y el uso de agua de calidad inferior en lavado de pavimentos, lavado de vehículos, riego de jardines y similares, campos deportivos y otros espacios verdes de recreo. Además, en uno de sus apartados menciona el reuso del agua

en sistemas prediales para fines adecuados, lo que se puede traducir en la reutilización de aguas grises en usos domésticos no potables.

También, Portugal cuenta con una normativa sobre calidad del agua y manejo de agua residuales que indica: “las aguas residuales tratadas, bien como las lamas, deben ser reutilizadas, siempre que sea posible o adecuado.” (Artículo 11, Decreto- Ley nº 152/97 del 19 de junio) además contempla la reutilización de aguas residuales en riego de jardines, siempre y cuando cumpla con los requisitos de agua destinada al riego (Anexo C) (Artículo 58, Decreto- Ley nº 236/98 de 1 de agosto) y el uso de agua no potable exclusivamente para lavado de pavimentos, riego, combate de incendios y fines industriales no alimentares, desde que se salvaguarden las condiciones de defensa de la salud pública (Artículo 86, Decreto Reglamentario nº 23/95). Sin embargo, no se tienen en cuenta los diferentes usos domésticos donde es posible la utilización de agua residual tratada como la descarga de inodoros.

La normativa también menciona, que las canalizaciones de abastecimiento de agua residual tratada deben ser independientes del sistema de abastecimiento de agua potable público (Artículo 82, Decreto Reglamentario nº 23/95) y deben estar correctamente señalizadas de acuerdo a su origen (Artículo 84 y 86, Decreto Reglamentario nº 23/95).

Adicionalmente, la ANQIP cuenta con la especificación técnica ETA 0905 que define:

- a. Las utilidades para agua regenerada, entre las que se encuentran, descarga de inodoros, riego de jardín y lavado de ropa;
- b. Las exigencias de calidad para las aguas regeneradas (Tabla 4);
- c. Los métodos de análisis de los parámetros de calidad;
- d. La concepción de los sistemas prediales de reutilización de agua gris que trata entre otras cosas el dimensionamiento de las redes prediales, reservorios y equipamientos electromecánicos y establece que debe ser prevista una alimentación alternativa de agua al sistema si se llega a un nivel mínimo en el reservorio de agua regenerada;
- e. Las tecnologías de tratamiento;
- f. La inspección y mantenimiento del sistema.

Por razones técnicas y de salud pública los sistemas prediales de reutilización de aguas grises deben ser certificados en los términos de la especificación técnica ANQIP ETA 0906, la cual exige la apreciación previa del proyecto por la ANQIP, dos visitas a la obra, la certificación de

los instaladores, un plan de seguridad aprobado por la ANQIP y un contrato de mantenimiento (ANQIP, 2011).

2.4. Estudios de factibilidad financiera de reutilización de agua residual

Un estudio de factibilidad financiera se realiza para determinar la rentabilidad de un proyecto a través de diversos criterios financieros tales como: el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR), el periodo de recuperación de la inversión (PR) y la razón beneficio/costo (B/C). Para la determinación de dichos criterios es necesario estimar en detalle, los ingresos y egresos de operación, así como los costos de inversión inicial (Fernández, 2007).

En los sistemas de reutilización de aguas residuales, el consumidor utiliza menos agua potable (debido a que reutiliza agua residual tratada para ciertos usos), por lo que se beneficia de la reducción de las facturas de agua y alcantarillado (los costos de alcantarillado son generalmente proporcionales a la demanda de agua), lo que representa los ingresos. Por otra parte, el consumidor soporta la carga del pago del capital inicial, la operación y el mantenimiento del sistema de reutilización lo que se traduce en costos (Tabla 6) (Friedler y Hadari, 2006).

En el análisis realizado por Mourad *et al.* (2011) en Siria, donde se consideró la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises para descarga de inodoros en nuevos edificios de 10 apartamentos con dos alternativas de tratamiento (i.e. humedales artificiales o biofiltros comerciales (principalmente compuestos por sedimentación, filtración, adsorción y desinfección con UV)), se obtuvieron periodos de retorno de 7 y 52 años respectivamente.

Según Ardila (2013) se ha encontrado que un sistema de tratamiento compuesto por coagulación/floculación seguida de sedimentación y filtración es económicamente viable en un complejo residencial de 300 apartamentos con un periodo de retorno de 11 años, un costo de inversión de aproximadamente 443 dólares y un costo de operación de 20,5 dólares anuales por usuario.

Tabla 6. Costos totales de un sistema de reutilización de aguas grises.

Capital inicial	Operación y mantenimiento
<i>Sistema de tratamiento:</i> Unidades de tratamiento	<i>Mano de obra:</i> Personal de mantenimiento
<i>Sistema de transporte:</i> Tuberías adicionales (relativas al sistema de abastecimiento doble.)	<i>Insumos:</i> Desinfectante y coagulador tal como sulfato de aluminio (solo si lo requiere el sistema de tratamiento)
<i>Tanque de almacenamiento:</i> Según Fewkes y Ferris (1982) un tanque de 1 m ³ es suficiente para regular la producción de aguas grises con el consumo en sanitarios.	<i>Energía:</i> Consumida durante la operación de las unidades de tratamiento y las bombas.
<i>Unidad de cloración:</i> Sistema para desinfección	<i>Piezas de repuesto y reparación</i>
<i>Gastos adicionales:</i> Accesorios tales como tuberías, válvulas, accesorios, etc. Se estiman en un 15% del total.	

Fuente: Ardila (2013); Friedler y Hadari (2006).

En sistemas desarrollados en otro tipo de complejos, Godfrey *et al.* (2009) encontró en su análisis costo-beneficio sobre la reutilización de aguas grises para descarga de inodoros y riego de cultivos alimentarios en escuelas residenciales de Madhya Pradesh, India que los beneficios de reutilización eran substancialmente más altos que los costos. Mientras que March *et al.* (2004) en un hotel de 81 habitaciones (63 con cocina) en Mallorca, España encontró que el periodo de retorno para la instalación de un sistema de reutilización era de 14 años operando solamente 7 meses al año.

En Israel, Friedler y Hadari (2006) demostraron la viabilidad económica (PR < 15 años) del sistema de reutilización de aguas grises claras, tratadas con RBC en edificios de más de 28 apartamentos, obteniendo un efluente de calidad adecuada para el uso en descarga de inodoros. En dicho estudio se analizó el periodo de retorno del proyecto de acuerdo al número de apartamentos del complejo, la tarifa de abastecimiento de diferentes países (i.e. Alemania, Israel y Estados Unidos) y el sistema de tratamiento escogido (i.e. RBC o MBR) (Figura 5) donde se

observa que a medida que aumenta el número de apartamentos, el periodo de retorno disminuye y que el precio del agua de abastecimiento influye en gran medida en la viabilidad económica de un proyecto de reutilización de aguas grises, así como el sistema de tratamiento elegido.

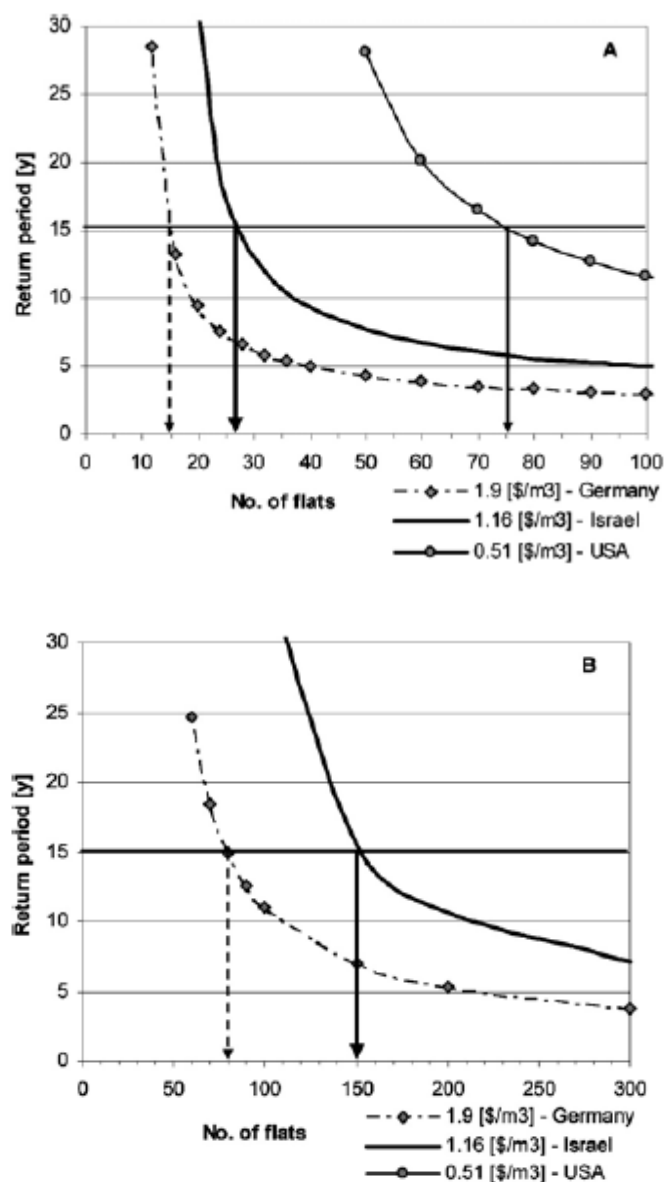


Figura 5. Periodo de retorno del sistema de reutilización de aguas grises con A. reactores de biodiscos y B. reactores biológicos de membrana según el precio del agua en diferentes países y el número de apartamentos. [Tomado de: Friedler y Hadari, 2006]

3. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Caso de estudio. La selección del caso de estudio se basó en la disponibilidad de planos hidrosanitarios de edificios residenciales con más de 30 apartamentos. El edificio escogido no se encuentra construido, por lo que representa una alternativa real para implantar el sistema de reutilización desde el inicio del proyecto. El complejo se encuentra diseñado para ser construido en la ciudad de Matosinhos situada en el distrito de Porto y representa una vivienda de nivel socioeconómico medio. Está compuesta por dos sótanos de parqueaderos (piso -2 y -1). El piso 0 cuenta con tres espacios comerciales además del lobby del edificio y un jardín, los apartamentos se encuentran entre el piso 1 y el 9, cada piso cuenta con 8 apartamentos (i.e. dos T1 (1 habitación), dos T2 (2 habitaciones), tres T2+1 (2 habitaciones + un espacio menor a una habitación) y un T3 (3 habitaciones)) (Anexo D) para sumar un total de 72 apartamentos; la zona de recreo se encuentra en el piso 10 y consta de piscina, solárium y vestuarios (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Corte lateral del edificio.

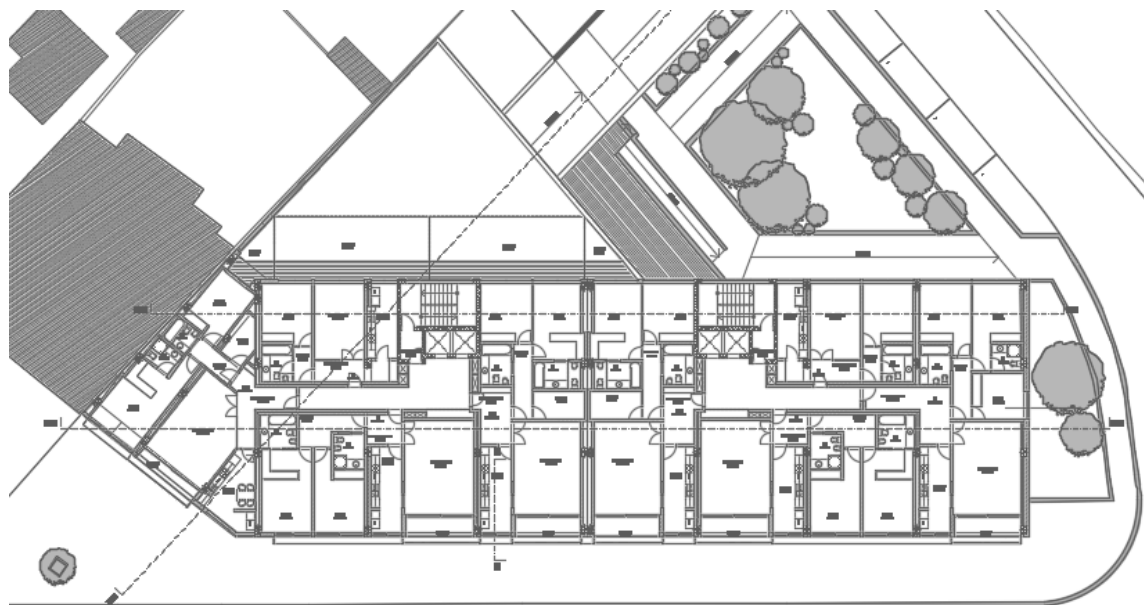


Figura 7. Vista en planta del piso tipo de apartamentos.

3.1. Diseño del sistema hidrosanitario con reutilización de AG

Para el diseño del sistema hidrosanitario con reutilización de AG se tuvo en cuenta la preferencia de los usuarios por los aparatos sanitarios involucrados (sea para producción de AG o uso de las aguas tratadas), procurando el mayor ahorro económico que pueda proveer el sistema y garantizando la seguridad del mismo a través de un sistema de tratamiento eficaz.

3.1.1. Opciones de reutilización de AG/ Encuesta de aceptación social

Se elaboró una encuesta (Anexo E) para determinar la aceptación social, el consumo medio por habitante y las opciones de reutilización de aguas grises, con base, en la preferencia de los usuarios para la selección de los aparatos sanitarios involucrados. Se incluyeron preguntas de información personal (i.e. sexo, edad y formación académica) para verificar la heterogeneidad de la muestra e información del tipo de vivienda.

Debido a la dificultad de realizar las encuestas personalmente en viviendas con características socioeconómicas similares a las del proyecto, se optó por enviarlas a la comunidad UMinho vía e-mail usando el correo institucional, recibiendo un total de 78 respuestas, obteniendo una muestra mayor al número de apartamentos del edificio.

Del número total de encuestados, 40 viven en apartamento y 38 en casa, por lo que, para considerar la muestra completa, fue necesario realizar un análisis comparativo entre las respuestas dadas por usuarios con apartamento y las respuestas en total el cual demostró una similitud considerable (Anexo F), por lo que se elige trabajar con la muestra total.

Según la Figura 8 se verifica que la muestra es heterogénea debido a que presenta encuestados de diferente sexo, formación académica y edad.

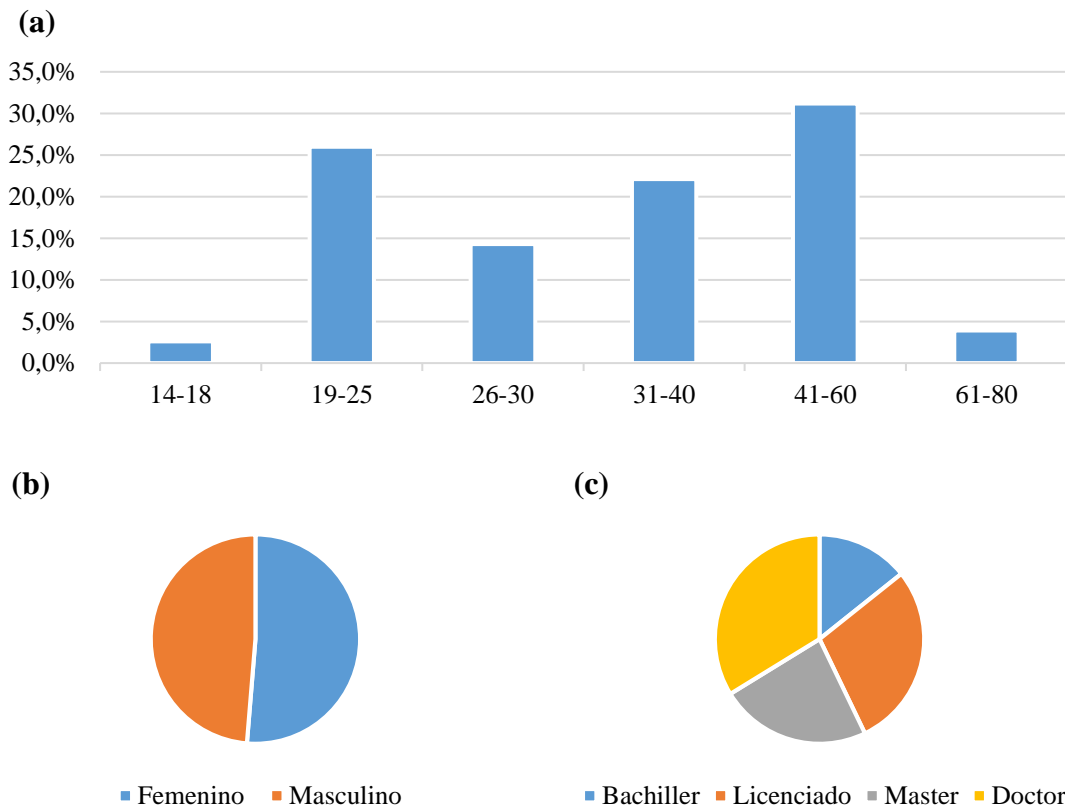


Figura 8. Información personal de la muestra, (a) edad, (b) sexo y (c) formación académica.

3.1.1.1. Aceptación social de la reutilización de AG

Se determinó que el 80% de los encuestados tienen disposición de reutilizar las aguas grises argumentando la protección del medio ambiente sobre el ahorro económico que este sistema podría generar. Este porcentaje es similar a los resultados obtenidos en investigaciones en Colombia, Omán y Siria de 86%, 84%, 83% respectivamente (Rivera y Zaraza, 2015; Prathapar *et al.* 2005; Mourad *et al.* 2011). Los que respondieron negativamente lo hicieron principalmente porque ven el sistema como un problema de higiene que según Gross *et al.* (2015) puede ser debido a la existencia de una barrera psicológica existente en la sociedad

denominada *yuck factor* que es, en general, una sensación de repulsión hacia el uso de agua reciclada alimentada por la percepción de que el agua está sucia y el miedo infundado de presentar alguna infección después del uso, a pesar de no existir un riesgo real en el caso de tratar eficazmente el agua.

La salud pública se presenta como el factor más importante que se debe tener en cuenta para la implantación de estos sistemas según el 65% de los encuestados, lo que lleva a deducir que los factores más relevantes que intervienen en la aceptación social de estos sistemas son la conciencia ambiental y el riesgo a la salud pública.

3.1.1.2. Consumo medio por habitante

La capitación obtenida de la encuesta fue de 115,4 (L/hab.día) con una desviación estándar de 79,39. Debido al alto valor de la desviación se realizó un diagrama de frecuencias (Figura 9), con los intervalos de clase mostrados en la Tabla 7 para descartar los valores inusuales y lograr una corrección de la capitación.

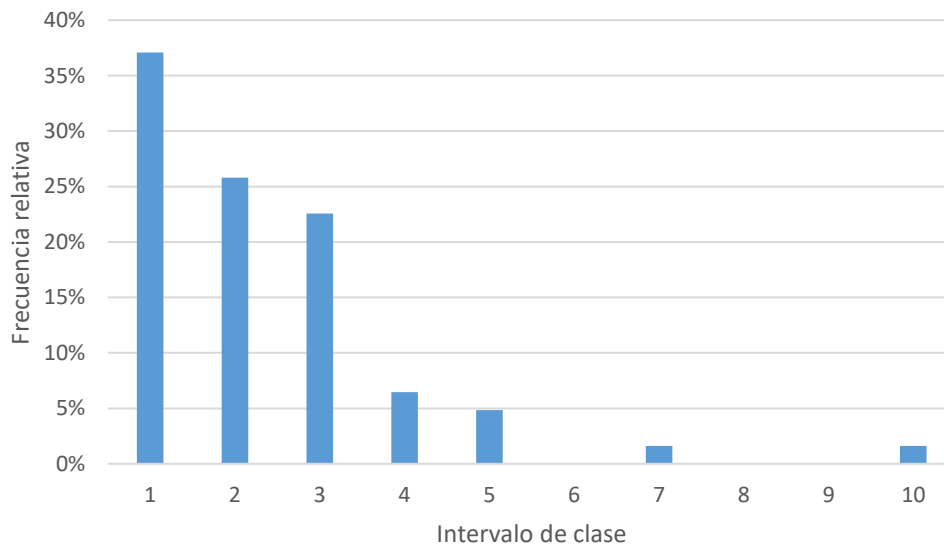


Figura 9. Diagrama de frecuencias de las capitaciones.

La capitación obtenida después de este análisis fue de 102,77 L/hab.día con una desviación estándar de 57,18 al descartar los valores encima de 220 L/hab.día correspondientes a los intervalos de clase 5 a 10. Este valor de capitación de acuerdo con la Tabla 8 se encuentra en el rango de la bibliografía, por lo que finalmente se concluye trabajar con el mismo.

Tabla 7. Intervalos de clase (L/hab.día)

Intervalo de clase	Inicio	Fin
1	33,33	80,00
2	80,00	126,67
3	126,67	173,33
4	173,33	220,00
5	220,00	266,67
6	266,67	313,33
7	313,33	360,00
8	360,00	406,67
9	406,67	453,33
10	453,33	500,00

Tabla 8. Comparación de la capitación obtenida en la encuesta y la obtenida según diferentes autores.

Resultados de capitaciones	L/hab.día
Encuesta	102,77
INSAAR (2011)	169
Melo baptista et al. (2001)	78
Friedler y Hadari (2006)	100 - 180
Matos (2009)	114,7

3.1.1.3. Opciones de reutilización

Para la selección de los aparatos sanitarios de donde provienen las AG para tratamiento y posterior reutilización, se incluyó en la encuesta una pregunta acerca de la preferencia del origen del agua gris (de 1 a 7 de acuerdo a las opciones, donde 1 es la opción de mayor preferencia). En los resultados obtenidos y mostrados en la Figura 10 se observó una mayor aceptación por los aparatos del baño en los que se incluyen bañera/ducha, lavamanos y bidé.

El agua utilizada en el bidé presenta características favorables para su reutilización y esta categorizada como agua gris clara (Matos 2009; Gonçalves 2011) por lo tanto, y siguiendo la

recomendación presentada por Friedler y Hadari (2006) en la sección 2.2., se eligen reutilizar solamente las aguas grises claras.

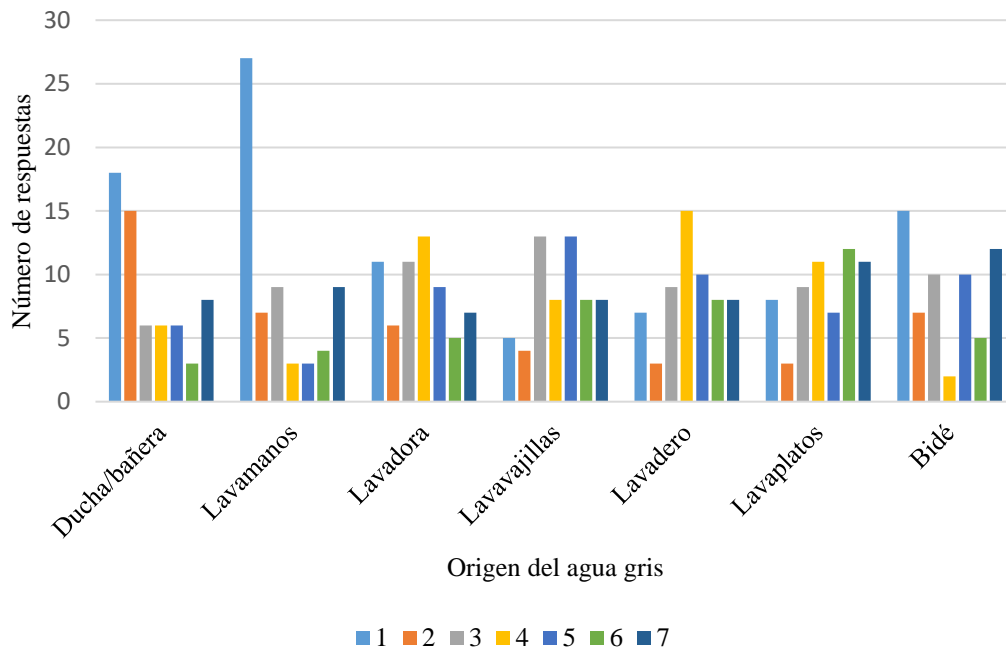


Figura 10. Preferencia del origen del agua gris para reutilización según la encuesta realizada.

Según el análisis de los resultados de la encuesta se determinó que los usos de preferencia para el agua gris tratada corresponden a la descarga de inodoros y el riego del jardín (Figura 11) lo que representa una concordancia con a la información presentada en la Figura 4 sección 2.3.

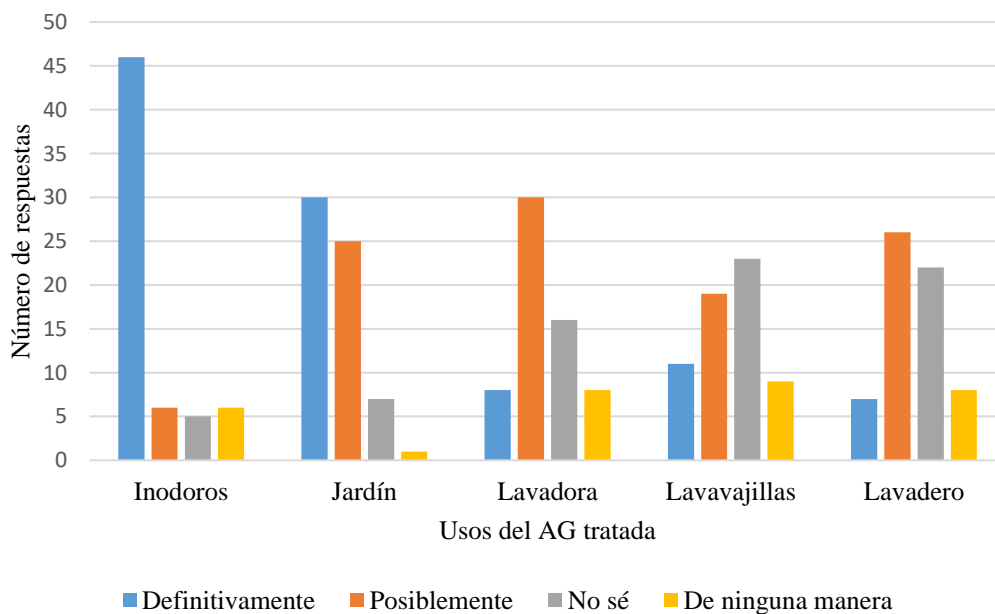


Figura 11. Usos de preferencia para el agua gris tratada.

De acuerdo con las respuestas de la encuesta y los diseños hidrosanitarios actuales se propusieron dos opciones de reutilización (Gráfico 1).

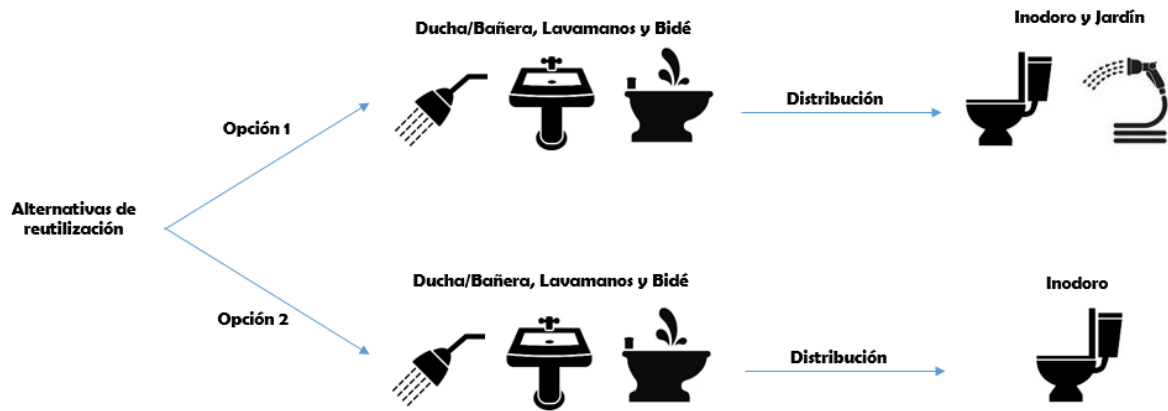


Gráfico 1. Ilustración de las opciones de reutilización propuestas.

3.1.2. Demanda/ Oferta

El cálculo de la demanda y oferta se realizó a partir de la distribución del consumo de agua a nivel residencial, la dotación neta por habitante y el número de residentes según la tipología de los apartamentos (Tabla 9).

Tabla 9. Población estimada por apartamento según la tipología.

Tipología	Número de habitantes (N)
	$T_n \ n \leq 2; N = n + 2$
	$T_n \ n > 2; N = n + 1$
T1	3
T2	4
T2+1	4
T3	4

Fuente: Leitão (2010).

Siguiendo la Tabla 9 se calculó una población 30 habitantes por piso (270 habitantes en total), con esta información y los valores de capitación de cada aparato se estimó la oferta y demanda del sistema de reutilización de aguas grises, teniendo en cuenta que el área de los jardines es de 216,8 m² en el piso 0 y se propone que la red de riego que se encuentra en el piso 10 sea

alimentada por la red de agua potable para evitar la contaminación (por agua gris tratada) de la piscina debido a su proximidad.

3.1.2.1. Caracterización cuantitativa de la producción de aguas grises claras.

Las aguas grises claras son producidas por los aparatos presentes en el cuarto de baño (i.e. ducha/bañera, lavamanos y bidé); la cantidad de aguas producidas en estos usos depende principalmente de los hábitos de los ocupantes y la existencia de reductores de caudal en los aparatos, por lo que una cuantificación exacta aplicable a todos los casos resulta difícil.

Matos (2009) en el norte de Portugal, determinó que la capitación de la ducha/bañera y el lavamanos corresponden a 38,2 y 10,4 L/hab.día respectivamente, lo que corresponde al 33% y 9% de la capitación doméstica de 114,7 L/hab.día determinada por la misma autora. Estos porcentajes son similares a los presentados en la Figura 1 (i.e. proporción de la Ducha/bañera y grifos igual a 37% y 16% respectivamente), teniendo en cuenta que en los grifos se representa el consumo de lavamanos, lavaplatos y bidé en conjunto. La capitación del bidé es de cerca de 2,5 L/hab.día y representa el uso de menor consumo (Gonçalves, 2011; Quercus, 2010).

3.1.2.2. Caracterización cuantitativa de la necesidad de agua para los usos no potables.

Según el Grafico 1 del ítem 3.1.1, el agua gris tratada será usada para descarga de inodoros y riego de jardín. La descarga de inodoros puede ser considerado uno de los grandes pesos en el consumo doméstico, los gastos de agua en este aparato derivan de las necesidades fisiológicas de los usuarios y el caudal por descarga que puede variar de 7 a 15 litros en inodoros tradicionales y de 3 a 6 litros en sistemas duales (PNUEA, 2001). Este uso representa la totalidad de las aguas negras que según diversos autores ronda entre 30- 40% del consumo total en una vivienda (Friedler y Hadari, 2006; Vieira *et al.* 2002; NSW, 2006; PNUEA, 2001).

Por otro lado, el consumo en el riego de jardín depende significativamente de la localización geográfica, la estación del año, las características del suelo y el tipo de vegetación. En verano el consumo en el riego aumenta significativamente, debido a una mayor radiación y temperatura. De acuerdo con el Programa Nacional para el Uso Eficiente del Agua (PNUEA,

2001) se permite hacer una estimativa del consumo suponiendo que el riego solo es efectuado en los 5 meses de menor precipitación (i.e. mayo, junio, julio, agosto y septiembre) y establece que las necesidades medias de agua en un jardín localizado en Portugal son de $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{mes}$.

Por lo tanto, en este estudio, para la realización del cálculo del consumo por dispositivo de utilización se concluyó trabajar con los siguientes porcentajes de la capitación total:

- Ducha/bañera- 33% (Matos, 2009)
- Lavamanos- 9% (Matos, 2009)
- Inodoro- 31% (Vieira *et al.* 2002)

Y las siguientes necesidades medias:

- Bidé- 2,5 L/hab.día (Gonçalves, 2011; Quercus, 2010)
- Riego- $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{mes}$ (PNUEA, 2001)

3.1.3. Ahorro del sistema por reducción en el pago de tarifas de abastecimiento y saneamiento.

El ahorro de agua se calculó con el menor valor entre la oferta y la demanda, tomando la tarifa de venta de agua según el tarifario para 2017 de INDAQUA (Empresa de abastecimiento y saneamiento de la ciudad de Matosinhos) (Tabla 10).

Tabla 10. Tarifa de venta de agua (Valores sujetos a IVA tasa reducida- 6%)

Escalones (m^3/mes)	Precio ($\text{€}/\text{m}^3$)
1° Escalón- 0 a 5 m^3	0,5861
2° Escalón- 6 a 15 m^3	0,9432
3° Escalón- 16 a 25 m^3	1,7233
4° Escalón- superior a 25 m^3	2,5819

Fuente: INDAQUA (2017)

Debido a que el cobro del agua se hace por escalones de consumo, el precio del agua se calculó de acuerdo a las Ecuaciones 1 a 4:

$$\text{Precio}_m = \text{Vol}_m * 0,5861; 0 < \text{Vol}_m \leq 5 \quad (1)$$

$$\text{Precio}_m = 5 * 0,5861 + (\text{Vol}_m - 5) * 0,9432; 6 < \text{Vol}_m \leq 15 \quad (2)$$

$$Precio_m = 5 * 0,5861 + 10 * 0,9432 + (Vol_m - 15) * 1,7233; 16 < Vol_m \leq 25 \quad (3)$$

$$Precio_m = 5 * 0,5861 + 10 * 0,9432 + 10 * 1,7233 + (Vol_m - 25) * 2,5819; Vol_m > 25 \quad (4)$$

Donde,

$Precio_m$, precio mensual (€);

Vol_m , consumo mensual (m³).

Para determinar el consumo mensual por apartamento, se recurrió a la encuesta para definir el porcentaje de apartamentos por tipología (asumiendo 2 y 3 habitantes en T1, 4 habitantes en T2 y T2+1 y 5 habitantes en T3; esta población fue estimada de acuerdo a la cantidad de respuestas recibidas por número de habitantes para garantizar una muestra cercana al 30% recomendada por Robson (1993), por cada tipología) que se encuentra en cada escalón y se calculó el consumo de agua en descarga de inodoros de cada tipología de acuerdo a la capitación y la población definida.

Para el cálculo del ahorro económico de agua por usos de riego se consideró el último escalón, suponiendo que el edificio presenta un alto consumo de agua para zonas comunes de acuerdo a sus instalaciones.

El ahorro por costos de saneamiento se calculó de acuerdo al precio de la tasa de utilización para saneamiento del tarifario 2017 de INDAQUA correspondiente a 0,193 €/ m³ (valores sujetos a tasa reducida- 6%) de agua que entra al sistema de abastecimiento.

3.1.4. Determinación del consumo energético

Para el cobro de la energía, Portugal cuenta con tarifas simples y bi-horarias, éstas últimas son las que dividen las 24 horas del día en dos periodos, siendo los precios diferentes en cada uno de ellos. El precio del consumo varía según el momento del día en el que fue hecho dicho consumo. Estos periodos se clasifican en:

- Horas de vacío: En estas horas el precio de la energía es más bajo, van desde las 22:00 hasta las 08:00.
- Hora fuera de vacío: En estas horas el precio de la energía es más alto, van desde las 08:00 hasta las 22:00.

El cobro de la energía según el tipo de tarifa se muestra a continuación:

Tabla 11. Costo de la energía según GALP ENERGIA.

Tarifa simple (€/kWh)	Tarifa bi-horaria (€/kWh)	
	Vacío	Fuera de vacío
0,1614	0,0939	0,2017

El consumo energético de un sistema de reutilización de AG es debido a la energía requerida por los sistemas de bombeo (que son necesarios para garantizar la presión necesaria en todos los dispositivos de utilización (15 m.c.a.)) y el sistema de tratamiento.

Para la determinación del consumo energético por bombeo se tuvieron en cuenta dos alternativas de diseño (Gráfico 2):

Alternativa 1. Sin reservatorio superior.

Alternativa 2. Con reservatorio superior.

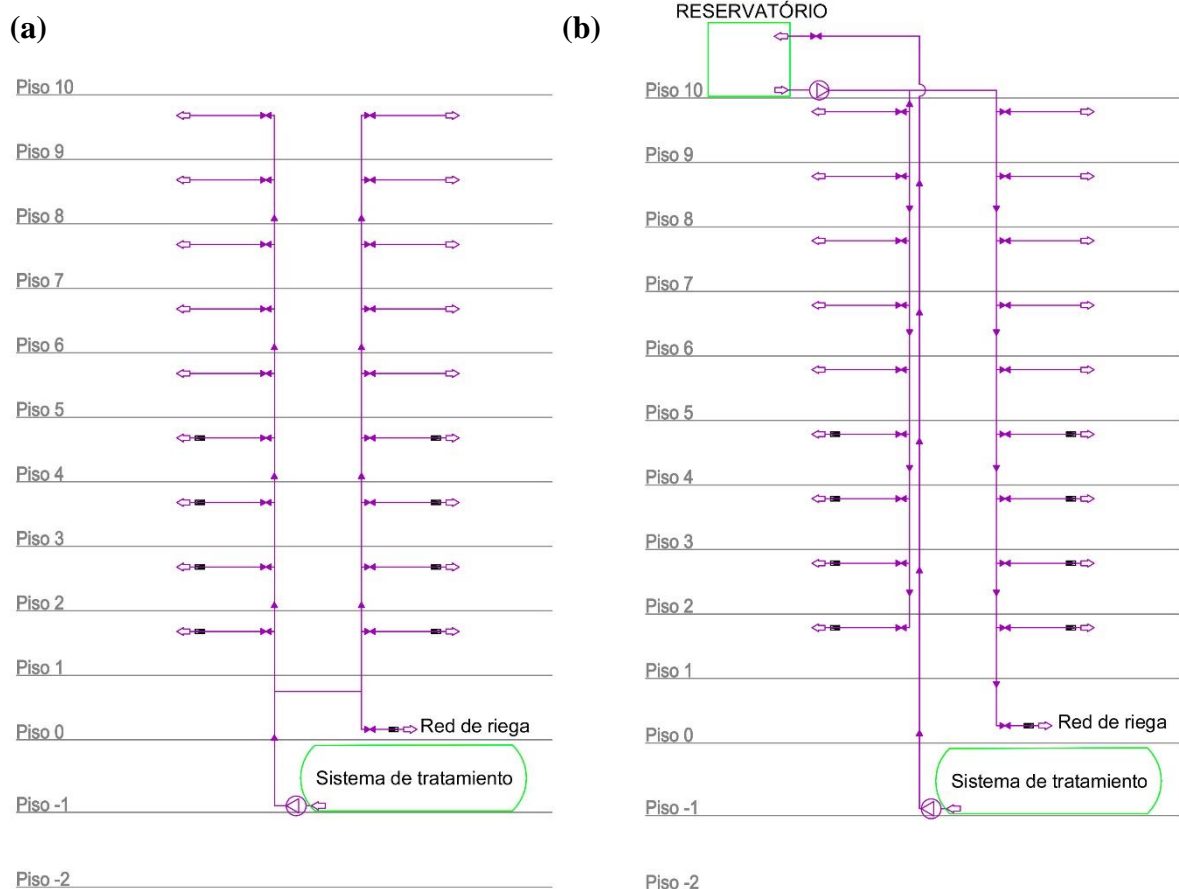


Gráfico 2. Alternativas de diseño, (a) alternativa 1 y (b) alternativa 2.

Seguidamente se determinó el caudal y la altura manométrica de la bomba para cada alternativa planteada con un dimensionamiento preliminar del sistema hidráulico.

Para determinar el consumo energético por el sistema de bombeo, se calculó la potencia y el caudal de la bomba. El volumen a bombear corresponde a la demanda total de agua para los aparatos involucrados en el sistema de reutilización.

$$Q_{bomba} = \frac{Vol}{t * 60 * 60} \quad (5)$$

$$P = \frac{\rho * g * Q_{bomba} * h}{n} \quad (6)$$

$$Gasto\ energetico\ [Kwh] = \frac{P}{1000} * t \quad (7)$$

Donde,

t, tiempo de trabajo (horas);

Vol, volumen de agua a bombear (m³)

Q_{bomba}, caudal de la bomba (m³/s)

ρ, densidad del agua (1000 kg/m³)

g, aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

h, altura dinámica de la bomba (m)

n, eficiencia de la bomba (%)

P, Potencia de la bomba (Vatios)

3.1.5. Selección de la opción de reutilización

Para seleccionar la opción de reutilización de AG más factible se realizó un análisis preliminar de costos teniendo en cuenta el ahorro por reducción del pago de tarifas de abastecimiento y saneamiento y los costos de energéticos, sin tener en cuenta los costos constructivos.

3.1.6. Diseño del sistema hidrosanitario

3.1.6.1. Diseño del sistema de drenaje de aguas residuales

El diseño del sistema de drenaje se realizó de acuerdo al *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas Residuais – Decreto Regulamentar n.º 23/95*.

A partir de las redes sanitarios existentes se elaboró el sistema de recolección de aguas grises. Las aguas grises producidas en los cuartos de baño de cada apartamento serán conducidas por gravedad al piso -1, donde se adecuará el sistema de tratamiento. Toda la red será ventilada a través de la prolongación de las bajantes hasta la cobertura, que debe localizarse a 0,5 m encima de la cobertura de la edificación (ventilación primaria). El sistema se dimensionó a partir de los caudales de descarga de los aparatos sanitarios y las características geométricas de los ramales de descarga (Tabla 12).

Tabla 12. Caudal de descarga y diámetros del ramal de descarga de los dispositivos sanitarios de común utilización.

Dispositivo	Caudal de descarga (L/min)	Ramal de descarga (mm)
Inodoro	90	90
Bañera	60	40
Bidé	30	40
Ducha	30	40
Lavamanos	30	40
Lavavajillas	60	50
Lavadora	60	50
Lavaplatos	30	50
Secadora	0	40
Desagüe de suelo	50	50
Orinal	60	50

Fuente: *Decreto Reglamentar n.º 23/95*.

Bajantes. Los bajantes de agua residual tienen como finalidad la conducción de estas desde los ramales de descarga hasta los colectores prediales, sirviendo simultáneamente para ventilación de la red predial.

Los caudales de cálculo de los bajantes se basan en los caudales de descarga acumulados y los coeficientes de simultaneidad dados por la Ecuación 9.

Para el cálculo del diámetro de los bajantes se debe tener en cuenta los caudales de cálculo y la tasa de ocupación (razón entre el área ocupada por la masa líquida y el área de la sección interior del tubo) que debe estar entre 1/7 y 1/3 según el diámetro de la tubería (Tabla 13). El diámetro nominal de los bajantes no puede ser inferior al mayor de los diámetros de los ramales a él ligados, con un diámetro mínimo de 50 mm.

$$Q_a = \sum Q_{descarga} \quad (8)$$

$$Q_c = 7,3497 * Q_a^{0,5352} \quad (9)$$

$$\emptyset \geq 4,4205 * Q_c^{\frac{3}{8}} * ts^{-\frac{5}{8}} \quad (10)$$

Donde,

Q_a , Caudal acumulado (L/min);

Q_c , Caudal de cálculo (L/min);

\emptyset , Diámetro del bajante (mm).

Tabla 13. Tasa de ocupación de bajantes sin ventilación secundaria.

Diámetro del bajante (mm)	Tasa de ocupación (ts)
D=50	1/3
50<D<=75	1/4
75<D<=100	1/5
100<D<=125	1/6
D>125	1/7

Fuente: *Decreto Reglamentar n.º 23/95.*

En los bajantes es obligatoria la instalación de bocas de limpieza en los siguientes casos:

- a) En las mudanzas de dirección, próximo de las curvas de concordancia;
- b) En las inmediaciones de la más alta inserción de los ramales de descarga en el bajante;

- c) Mínimo de 3 a 3 pisos, junto de la inserción de los ramales de descarga respectivos, siendo aconsejable en todos os pisos;
- d) En su parte inferior, junto a las curvas de concordancia con el colector predial.

Colectores prediales. Los colectores prediales tienen como finalidad la recolección de las aguas residuales provenientes de los bajantes y de ramales de descarga situados en el piso superior adyacente para su conducción al sistema de tratamiento u otro bajante.

Para el dimensionamiento hidráulico se tienen en cuenta los caudales de cálculo, la inclinación que puede estar entre 1% y 4% y la rugosidad del material. El colector se dimensiona para un flujo no superior a media sección.

El diámetro nominal de los colectores se calcula con la Ecuación 11 y no puede ser inferior al mayor de los diámetros de las canalizaciones ligadas, con un mínimo de 100 mm.

$$\varnothing \geq \frac{Q_c^{3/8}}{0,498 * k^{3/8} * i^{3/16}} * 1000 \quad (11)$$

Donde,

k , coeficiente del material

i , inclinación de la tubería (%)

\varnothing , Diámetro del bajante (mm).

En los colectores prediales enterrados deben ser instaladas cámaras de inspección en su inicio, en mudanza de dirección, de inclinación, de diámetro y en las confluencias. Cuando los colectores prediales estén instalados a la vista o en locales fácilmente visitables las cámaras de inspección deben ser sustituidas por curvas de transición, reducciones, conexiones y por bocas de limpieza localizadas en los puntos apropiados y en número suficiente, a modo de permitir un eficiente servicio de mantenimiento.

3.1.6.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y no potable

El dimensionamiento de la red de abastecimiento se realizó con base en el *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas Residuais – Decreto Regulamentar n.º 23/95*.

Los principales criterios que se deben tener en consideración son:

- a. La presión disponible en la red general de alimentación y la necesaria en los dispositivos de utilización que debe estar entre 50 kPa y 600 kPa, siendo recomendable por razones de confort y durabilidad que se mantengan entre 150 kPa y 300 kPa;
- b. El tipo y número de dispositivos de utilización;
- c. El grado de confort pretendido;
- d. La minimización de tiempos de retención del agua en las canalizaciones.

Los caudales de cálculo deben basarse en los caudales instantáneos de los dispositivos de utilización acumulados (Tabla 14) y las Ecuaciones 12 a 14. Los diámetros internos de las tuberías fueron calculados de acuerdo a la Ecuación 15 a partir de los caudales de cálculo y las velocidades de flujo (que deben estar ente 0.5 m/s y 2.0 m/s).

$$Q_c = 0,5469 * Q_a^{0,5137} * 10^{-3}; Q_a < 3,5 L/s \quad (12)$$

$$Q_c = 0,5226 * Q_a^{0,5364} * 10^{-3}; 25 \geq Q_a > 3,5 L/s \quad (13)$$

$$Q_c = 0,2525 * Q_a^{0,7587} * 10^{-3}; 500 \geq Q_a > 25 L/s \quad (14)$$

$$\varnothing \geq \sqrt{\frac{1.274 * Q_c}{V}} * 10^3 \quad (15)$$

Donde,

V, velocidad (m/s).

Ø, Diámetro interno (mm)

Tabla 14. Caudales mínimos en los dispositivos de común utilización

Dispositivo de utilización	Caudal mínimo (L/s)
Lavamanos	0,1
Ducha	0,15
Inodoro	0,1
Lavaplatos	0,2
Lavavajillas	0,15
Lavadora	0,2
Lavadero	0,2
Bidé	0,1

Fuente: *Decreto Reglamentar n.º 23/95.*

A partir del diámetro interno comercial y la velocidad se determinó la pérdida de carga continua por la fórmula de Flamant (Ecuación 16). Para la determinación de las pérdidas de carga localizadas (provocada por las singularidades de cada tramo) se asumió un incremento de 20% de las pérdidas de carga continuas de cada tramo.

$$j = 4 * b \sqrt[4]{\frac{V^7}{\emptyset^5}} \quad (16)$$

Donde,

\emptyset , Diámetro interno (m);

V, Velocidad (m/s);

b, Rugosidad del material (m) (0.000134 para materiales plásticos);

j, Pérdida de carga unitaria (m/m).

Finalmente se verificaron las condiciones de presión a través de la Ecuación (17). Teniendo en cuenta que de encontrar presiones inferiores a 15 m.c.a. se deben recurrir a instalaciones de bombeo para lograr el grado de confort pretendido, igualmente, al encontrar presiones sobre 30 m.c.a. se deben instalar válvulas reductoras de presión.

$$P_x = P_d - Z_n - \Delta H_T \quad (17)$$

Donde,

P_x , presión disponible en el punto considerado (m.c.a.);

P_d , presión disponible en el punto aguas arriba del tramo (m.c.a.);

Z_n , Diferencia de cotas entre los puntos P_x y P_d (m);

ΔH , Pérdida de carga total (m).

3.1.7. Sistema de tratamiento

Como sistema de tratamiento se optó por implantar un sistema comercial ya establecido en el mercado, debido a la garantía de funcionamiento. El sistema escogido se comercializa en Portugal con un P.V.P de € 26.146,00 y pertenece al grupo Remosa de España bajo el nombre de Estación de reciclaje de aguas grises- GREM 10000 para reutilización de 10000 L/día.

La estación recicladora de aguas de Remosa es un conjunto de sistemas de elevado rendimiento para el tratamiento de aguas grises obteniéndose agua con calidad de reutilización mediante tecnología de membranas. El sistema cumple con la calidad indicada para las aplicaciones de

uso residencial (i.e. descarga de inodoros y riego de jardín) que se establece en el Real Decreto 1620/2007 de España por el que se establece el régimen jurídico de reutilización de las aguas depuradas.

El sistema está diseñado para ser enterrado, cuenta con una entrada de aguas grises con un rebosadero en cada compartimiento que deriva las aguas en exceso a la red de alcantarillado y una entrada de agua potable activada por una electroválvula que llenará parcialmente el compartimiento de acumulación en el caso en que en este no haya nivel de aguas por paro en las membranas, esto para asegurar el suministro de agua. Es importante prever un by-pass a la entrada de la estación de tratamiento para derivar las aguas a la red de alcantarillado cuando se realice el mantenimiento del sistema.

Para su funcionamiento, la estación cuenta con una potencia instalada <850 W y su consumo eléctrico es <1,7 kWh/m³.

3.1.7.1. Descripción del tratamiento

El sistema de tratamiento está compuesto por desbaste, un reactor aerobio seguido por ultrafiltración con membranas y desinfección con hipoclorito de sodio para un posterior almacenamiento en un compartimiento de acumulación (Gráfico 3), su funcionamiento se describe a continuación de acuerdo con la memoria técnica del sistema GREM 10000.

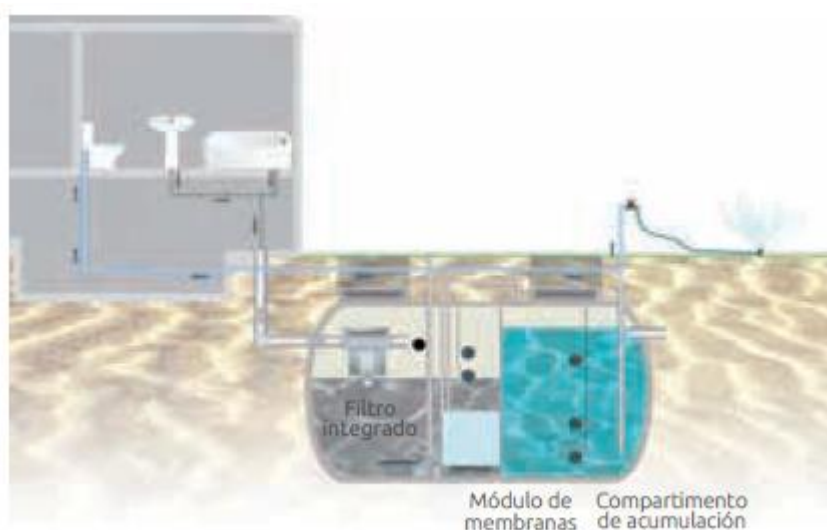


Gráfico 3. Sistema de tratamiento [Tomado de: Catálogo GREM grupo Remosa]

Desbaste. Está compuesto por dos filtros de 1 mm de paso que retiran los sólidos gruesos que pueden dañar las membranas.

Reactor biológico de membranas. Está constituido por un reactor aerobio seguido de ultrafiltración por membranas, cuenta con soplantes que permiten las condiciones aerobias en el reactor y mantienen los microorganismos suspendidos, también crean un flujo ascendente en forma de burbujas que permiten limpiar la superficie de la pared exterior de las membranas; además, de bombas sumergibles para la extracción del permeado, cuya función consiste en generar la depresión necesaria en las membranas a modo de que se produzca, por flujo cruzado, la filtración de las aguas grises. Las características del biorreactor de membranas se muestran a continuación:

Tabla 15. Características del biorreactor de membranas.

	Parámetro	Unidad	Valor
Reactor	Volumen útil	m ³	9,7
	Tiempo de retención	h	23
	Concentración de sólidos	g/L	3
Membranas	Superficie de membrana	m ²	32
	Flujo de permeado de diseño	L/m ²	15

Fuente: Memoria técnica GREM 10000

Cloración y acumulación. El agua tratada es clorada mediante un contador de impulsos que permite la dosificación de hipoclorito sódico en función del caudal de extracción del permeado consiguiendo una concentración de cloro libre de 1 mg/L para ser finalmente almacenada en el compartimiento de acumulación que cuenta con un tiempo de retención y un volumen útil de 24 horas y 10 m³ respectivamente.

Tabla 16. Características a cumplir por el efluente

Parámetro	Unidad	Valor
DBO5	mg/L	<15
DQO	mg/L	<50
SST	mg/L	<2
Turbidez	UNT	<1
<i>E. coli</i>	UFC/100 mL	0
Huevos de Nematodos	huevo/10 L	<1

Fuente: Memoria técnica GREM 10000

3.1.7.2. Equipos incluidos

El precio del sistema incluye los siguientes equipos:

- Estación regeneradora biorreactor de membranas para la reutilización de 10000 L/día de 2 m de diámetro y 7,3 m de largo.
- Deposito circular para la cloración del agua regenerada de 100 L, 0,6 m de diámetro y 0,55 m de alto.
- Deposito rectangular para limpieza de membranas de 50 L, 0,47 m de largo y 0,41 m de alto.
- Compresor de membranas para la aireación de las membranas (2 soplantes con potencia total de 0,41 kW).
- Soplante del reactor (potencia total de 0,115 kW)
- Bombas sumergibles para la extracción del permeado.
- Contador emisor de pulsos (4 imp./L)
- Bomba dosificadora proporcional al caudal.
- Cuadro eléctrico de protección y maniobra monofásico 230 V.

3.1.7.3. Mantenimiento del sistema

Según el manual de mantenimiento del sistema GREM 10000 el mantenimiento se debe realizar:

Quincenalmente

- Revisar el estado del filtro.

Bimensualmente

- Llenar el depósito de hipoclorito con 32 litros de lejía comercial y 68 litros de agua.

Semestralmente

- Limpiar el filtro de aspiración de los compresores de membrana
- Limpiar las membranas con 50 litros de disolución de hipoclorito sódico (lejía comercial) al 0,16%. Esta actividad la debe realizar personal calificado.

Anualmente

- Realizar un vaciado del 50% del volumen del primer compartimiento para desechar lodos en exceso. Aprovechar la limpieza de las membranas para vaciar los lodos.
- Limpiar el filtro de fondo de la bomba dosificadora de hipoclorito de sodio.

3.2. Costos de construcción, operación y mantenimiento de sistema hidrosanitarios con reutilización de AG

El costo del sistema de reutilización de aguas grises se obtuvo como la diferencia del costo del sistema hidrosanitario nuevo (con reutilización) y el costo del sistema original. Las cantidades de obra se obtuvieron a partir del diseño de AutoCAD y el presupuesto de ambos sistemas se realizó con ayuda de la versión campus del Software Arquimedes de CYPE que cuenta con un generador de costos unitarios de la misma empresa.

Los costos de operación son representados por la energía necesaria para que el sistema trabaje correctamente y la depreciación de los equipos, que fue calculada suponiendo una vida útil de la bomba de suministro y el sistema de tratamiento de 15 y 10 años respectivamente. Para el sistema de tratamiento se asumió un 80% del costo total para representar las válvulas, soplantes y membranas del mismo.

Los costos de mantenimiento se calcularon de acuerdo a los insumos necesarios para el sistema GREM 10000 (ítem 3.1.7.3), el salario del técnico que va a realizar la limpieza de las

membranas, teniendo en cuenta el tiempo que demanda dicha actividad y el costo del vaciado de lodos (€ 26,11/m³) según tarifario existente de Portugal. No se tiene en cuenta el costo del encargado del resto del mantenimiento, debido a que, estas actividades las puede realizar el personal encargado del mantenimiento de la totalidad del edificio.

El incremento del costo de cada apartamento y en administración debido la implantación, operación y mantenimiento del sistema se calcularon de acuerdo al consumo por descarga de inodoros de cada tipología de apartamento.

3.2.1. Aceptación social de los costos

Con los resultados obtenidos del ítem anterior se realizó una segunda encuesta (Anexo G) y se envió de nuevo a la comunidad UMinho para determinar la aceptación social de los costos.

3.3. Viabilidad financiera del proyecto

Para comprobar la viabilidad del proyecto se realizó un flujo de caja, para determinar el periodo de recuperación de la inversión (PR), el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y la razón costo/beneficio (B/C).

Para su realización se tuvo en cuenta la inversión inicial, expresada como egresos iniciales, que representan el costo de implementación del sistema de reutilización. Los ingresos de operación del sistema, como el ahorro en el pago de servicios de abastecimiento y saneamiento. Los egresos de operación del sistema, como los costos de la energía consumida por el sistema de reutilización, la depreciación de los equipos y los insumos y mano de obra necesarios para el mantenimiento del sistema.

El flujo de caja fue proyectado suponiendo un horizonte de vida útil de las instalaciones de almacenamiento, tratamiento y distribución de agua de 40 años (Jiménez, 2010). Para los costos de los servicios (abastecimiento, alcantarillado y energía eléctrica), de productos para el hogar y equipamientos domésticos y el salario del técnico de mantenimiento se consideró una tasa de inflación de 3,45%, 0,75% y 3,32% anual respectivamente, correspondiente a la media de la variación del índice de precios del consumidor para cada consumo y la variación del salario mínimo en Portugal de los últimos 10 años (Pordata.pt, 2017; Portugal, 2017).

Según Florio (2006), la tasa social de descuento para Portugal calculada por el método de la tasa social de preferencia es de 4%, sin embargo, según Seroa (2006) algunos especialistas sugieren el uso de una tasa de descuento menor para proyectos donde se verifican beneficios ambientales, por lo tanto, se sugirió el uso de una tasa social de descuento de 3,5%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diseño del sistema hidrosanitario con reutilización de AG

4.1.1. Demanda/Oferta

De acuerdo con la metodología planteada en el ítem 3.1.2. se obtiene el consumo de cada aparato sanitario involucrado en el sistema de reutilización (Tabla 17).

Tabla 17. Oferta y demanda del sistema de reutilización de aguas grises

	Aparato sanitario	Capitación (L/hab.día)	Consumo (m ³ /día)
Oferta	Ducha/bañera (33%)	33,91	9,16
	Lavamanos (9%)	9,25	2,50
	Bidé	2,5	0,68
	Total Oferta		12,33
Demanda	Inodoro (31%)	31,86	8,60
	Jardín (m ³ /m ² .mes)	0,2	1,45
	Total Demanda		10,05

4.1.2. Ahorro del sistema por reducción en el pago de tarifas de abastecimiento y saneamiento.

De acuerdo con la Tabla 17, la oferta supera la demanda en el caso de las dos opciones de reutilización planteadas. La demanda total de la Opción 1 (10,05 m³/día) es mayor a la capacidad del sistema de tratamiento (10 m³/día), entonces el ahorro de agua potable diario será igual a la capacidad del sistema de tratamiento, aproximadamente 300 m³/mes en los 5 meses de menor precipitación y de 258 m³/mes en el resto del año para un total de 3351,92 m³/año. En la opción 2 el ahorro de agua potable es de 8,6 m³/día para un ahorro anual de 3139 m³.

En la Tabla 18 se encuentra el cálculo del ahorro económico de acuerdo a la metodología planteada en el ítem 3.1.3.

Tabla 18. Ahorro de agua potable en descarga de inodoros en los apartamentos.

Consumo total (m ³ /mes)	Porcentaje de encuestados	Número de apartamentos	Costo (€/mes.apto)	Costo Total (€/mes)
T1, Consumo en descarga de inodoro = 2,39 m ³ /mes				
0-5	41%	7	1,40	9,80
6	9%	2	1,76	3,52
7	6%	1	2,11	2,11
8-15	44%	8	2,25	18,03
Σ		18		33,46
T2, T2+1, Consumo en descarga de inodoro= 3,82 m ³ /mes				
0-5	14%	7	2,24	15,68
6	7%	3	2,60	7,79
7	7%	3	2,95	8,86
8	7%	3	3,31	9,94
9-15	50%	23	3,61	82,94
16	7%	3	4,39	13,16
17	0%	0	5,17	0,00
18	0%	0	5,95	0,00
19-25	7%	3	6,59	19,76
Σ		45		158,14
T3, Consumo en descarga de inodoro = 4,78 m ³ /mes				
0-5	0%	0	2,80	0,00
6	17%	1,5	3,16	4,74
7	0%	0	3,52	0,00
8	0%	0	3,87	0,00
9	17%	1,5	4,23	6,34
10-15	17%	1,5	4,51	6,76
16	0%	0	5,29	0,00
17	0%	0	6,07	0,00
18	0%	0	6,85	0,00
19	0%	0	7,63	0,00
20-25	33%	3	8,24	24,71
26	0%	0	9,09	0,00
27	0%	0	9,95	0,00
28	0%	0	10,81	0,00
29	0%	0	11,67	0,00
30	17%	1,5	12,34	18,51
Σ		9		61,06
Total				252,65

El ahorro por uso de jardín que es de 1.4 m³/día debido a la capacidad del sistema de tratamiento y de acuerdo con la metodología planteada en el ítem 3.1.3. se calcula con el 4° escalón para un total de €108,44 en los meses de menor precipitación. Los costos de saneamiento según el ítem 3.1.3. resultan en 646,92 €/año y 605,83 €/año para la Opción 1 y 2 respectivamente (Tabla 19).

Tabla 19. Ahorro anual de agua potable en términos de volumen y costos de abastecimiento y saneamiento.

Ahorro	Opción 1	Opción 2
Volumen (m ³ /año)	3351,92	3139
Costo de abastecimiento (€/año)	3574,01	3031,86
Costo saneamiento (€/año)	646,92	605,83
Ahorro total (€+IVA/año)	4474,19	3855,95

4.1.3. Determinación del consumo energético

El dimensionamiento preliminar del sistema hidráulico planteado en el ítem 3.1.4. es mostrado en la Tabla 20.

De acuerdo a los resultados, para cada alternativa de diseño es necesario:

Alternativa 1. Un sistema de presurización desde el tanque del sistema de tratamiento hacia los dispositivos de utilización que funcione continuamente, con tarifa simple.

Alternativa 2. Un sistema de bombeo desde el tanque del sistema de tratamiento hacia un reservatorio de agua no potable ubicado en el piso 10 que funcione 10 horas al día (horas de vacío) + un sistema de presurización desde el reservatorio hacia los dispositivos de utilización para garantizar una presión superior a 15 m.c.a. que funcione continuamente, con tarifa bi-horaria.

Con la aplicación del Product Center para dimensionamiento del sistema de bombeo de Grundfos se obtuvieron los consumos de los sistemas de bombeo necesarios en cada alternativa y los costos dependiendo de la tarifa adoptada (Tabla 21) donde se escoge la Alternativa 1 al observar claramente un menor consumo y costo en las dos opciones de reutilización.

Tabla 20. Caudal y altura manométrica para el dimensionamiento de los sistemas de bombeo.

Parámetros	Alternativa 1		Alternativa 2	
	DU-ST	DU-RA	RA-ST	
Trozo				
Qacumulado (l/s)	13,00	13,00	0,28	
Qcalculado (l/s)	2,07	2,07	0,28	
Dcalculado (mm)	44,95	44,95	16,63	
Dcomercial (mm)	63,00	63,00	25,00	
Dinterno (mm)	51,40	51,40	20,40	
Velocidad (m/s)	1,00	1,00	0,87	
L(m)	78,60	28,83	65,42	
1,2*L (m)	94,32	34,60	78,50	
j (m/m)	0,02	0,02	0,05	
ΔH (m)	2,05	0,75	4,25	
H geométrica (m)	30,00	-3,60	35,90	
H manométrica aguas abajo (m.c.a)	15,00	15,00	5,00	
H manométrica aguas arriba (m.c.a)	47,05	12,15	45,15	

DU- Dispositivo de utilización con la presión más baja

ST- Reservorio del sistema de tratamiento

RA- Reservorio ubicado en el piso 10

Tabla 21. Consumo y costo de cada alternativa de bombeo.

Sistema de bombeo	Consumo según la temporada (kWh/año)		Opción 1		Opción 2	
	Con riego	Sin riego	Consumo (kWh/año)	Costo (Euros/kWh)	Consumo (kWh/año)	Costo (Euros/kWh)
Alt. 1 Hydro Multi-E3 CRE 5-04	1303,00	1126,00	1199,75	193,64	1126,00	181,74
Alt. 2 Hydro Multi-E2 CRE 10-01	516,00	448,00	476,33	96,08	448,00	90,36
Hydro Solo E CRE 1-9 HQQE	1274,00	1188,00	1223,83	114,92	1188,00	111,55
Total Alt. 2			1700,17	210,99	1636,00	201,91

De acuerdo al ítem 3.1.7 el consumo energético del sistema de tratamiento es de 1,7 kWh/m³, dando como resultado un consumo mayor en la Opción de reutilización 1 (Tabla 22).

Tabla 22. Consumo energético del sistema de tratamiento.

Opción de reutilización	Consumo según la temporada (kWh/año)		Consumo (kWh/año)	Costo anual (Euros/kWh)
	Con riego	Sin riego		
Opción 1	6205,00	5336,30	5698,26	919,70
Opción 2	N/A	5336,30	5336,30	861,28

4.1.4. Selección de la opción de reutilización.

La evaluación económica preliminar del sistema teniendo en cuenta solamente el ahorro por costos de agua potable y el consumo energético se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Evaluación económica preliminar de las opciones en el primer año (precios con IVA incluido)

Ahorro	Opción 1	Opción 2
Agua potable (€/año)	4474,19	3855,95
Consumo eléctrico (€/año)	1180,14	1105,60
Ahorro total (€/año)	3294,05	2750,35

Nota: No se incluyen para esta selección otras variables mas detalladas.

De acuerdo con los resultados, se selecciona la Opción de reutilización 1 ya que cuenta con un ahorro 16,5% mayor comparado con la Opción 2.

4.1.5. Diseño del sistema hidrosanitario

El agua proveniente de lavamanos, duchas, bañeras y bidés en el sistema original se integran en un único bajante, separadas de las aguas negras del inodoro, hecho que facilitó el dimensionamiento del sistema de drenaje de aguas grises hacia el sistema de tratamiento ubicado en el piso -1. A partir del reservatorio del sistema de tratamiento y con ayuda del sistema de aumento de presión para garantizar una presión mínima en los dispositivos de utilización de 15 m.c.a., el agua es enviada a la red de riego en el piso 0 y a los sanitarios de todos los apartamentos. En la red de riego ubicada en el piso 0 y en los ramales de distribución

de los pisos 1 al 4 fueron necesarias válvulas reductoras de presión para mantener la presión máxima del sistema debajo de 30 m.c.a.

En la sección de anexos se encuentran los cálculos para el dimensionamiento del sistema sanitario (Anexos H e I), sistema de bombeo (Anexo J), diámetros, velocidades, pérdidas de carga y presiones del sistema hidráulico (Anexo K) y los respectivos trazados del diseño (Anexo L).

4.1.6. Sistema de tratamiento

El sistema de tratamiento se encuentra enterrado, localizado a nivel del piso -1, el rebosadero incluido en el sistema, mantiene un volumen en el tanque del reactor de 10000 litros, en los meses en que no se realiza riego de jardín la demanda de agua disminuye a 8600 litros por lo que al servirse solo de dicho rebosadero se estaría tratando más agua de la necesaria. Para optimizar el volumen de agua a tratar la solución propuesta fue instalar un segundo rebosadero a un nivel inferior que mantenga el volumen de agua en el tanque del reactor a 8600 litros el cual se ajustara manualmente de acuerdo a la época del año con ayuda de una válvula de seccionamiento.

Según la Tabla 16 presente en la sección 3.1.7, el sistema cumple con los valores máximos admisibles para *E.coli* (200 UFC/100 mL), parásitos entéricos (1 huevo/10 L), SST (10 mg/L) y turbidez (2 UNT) definidos por la ANQIP como los requisitos destinados del agua para riego y descarga de inodoros. Sin embargo, no existe una legislación completa en Portugal con los diferentes parámetros a tener en cuenta para realizar una comparación más exacta.

4.2. Costos de construcción, operación y mantenimiento del sistema hidrosanitario con reutilización de AG

Según el numeral 3.2., se obtiene el presupuesto detallado del sistema hidrosanitario con reutilización de aguas grises (sistema nuevo) y del sistema original (Anexo M) y un resumen por capítulos (Tabla 24), además de los costos por la operación y el mantenimiento del sistema (Tabla 25)

Tabla 24. Resumen del presupuesto de construcción

Capítulo	Sistema original	Sistema nuevo
1. Redes de drenaje horizontales	€ 1.586,07	€ 1.714,59
2. Instalaciones hidrosanitarias	€ 163.568,50	€ 180.954,50
2.1. Abastecimiento	€ 125.569,85	€ 137.467,09
2.2. Drenaje de aguas	€ 38.148,47	€ 43.487,41
3. Equipamiento fijos	€ 104.350,27	€ 104.350,27
3.1. Aparatos sanitarios	€ 92.403,09	€ 92.403,09
3.2. Cocina	€ 11.947,18	€ 11.947,18
4. Sistema de tratamiento de aguas grises	€ -	€ 26.251,97
<i>Costo total</i>	€ 269.504,84	€ 313.271,33
<i>Diferencia de los sistemas</i>		€ 43.766,49

Tabla 25. Costos de operación y mantenimiento para el año 2017.

Tipo de egreso		Costo anual (€/año)
Energía	Sistema de bombeo	€ 168,94
	Sistema de tratamiento	€ 974,88
Mantenimiento	Insumos	€ 38,61
	Limpieza de membranas	€ 50
	Vaciado de lodos	€ 130,55
Depreciación de los equipos	Sistema de bombeo	€ 545,05
	Sistema de tratamiento	€ 2.091,68
Total		€ 3.999,72

Con la metodología del numeral 3.2 se calculó el pago por cada apartamento según su tipología (Tabla 26).

Tabla 26. Incremento en el precio del apartamento por el costo del sistema de tratamiento y costo mensual de operación y mantenimiento por tipología.

Tipología	Número de apartamentos	Consumo (m ³ /mes)	Construcción		Operación y mantenimiento	
			Costo (€)	Costo/apto (€)	Costo (€)	Costo/apto (€/mes)
T1	18	43,02	7.299,51	404,53	667,09	3,09
T2, T2+1	45	171,9	29.167,48	648,17	2.665,55	4,94
T3	9	43,02	7.299,51	811,06	667,09	6,18

4.2.1. Aceptación social de los costos

En la segunda encuesta se recibieron un total de 131 respuestas, donde la aceptación social de reutilización de aguas grises en este caso fue mayor (i.e. 82%), teniendo en cuenta que se especificó que el agua tratada sería usada solo en descarga de inodoros y riego de jardín; este valor es similar al determinado en Portugal por Matos *et al.* (2014) donde el porcentaje de aceptación para reutilización de aguas residuales en descarga de inodoros es de 86% sin embargo difiere del porcentaje de aceptación para riego de jardines (i.e. 58%) determinado en el mismo estudio. En esta encuesta, no se preguntó información personal (i.e. sexo, edad y formación académica), por lo tanto, no se tiene una distribución de estos parámetros y no se puede concluir una similitud entre las muestras de las dos encuestas.

De acuerdo a la Figura 12 aproximadamente el 70% de los encuestados estarían dispuestos a pagar los costos de construcción y operación de un sistema de reutilización de aguas grises para un apartamento T1; el 32% para un T2 y T2+1 y solo el 12% para un T3; sin embargo, los costos de construcción de un apartamento T3 se pueden disminuir a €730 aumentando solo en €6 y €14 lo costos de los apartamentos T1 y T2 respectivamente, de la misma manera los costos de operación y mantenimiento de un T3 se pueden disminuir a €5,5 aumentando solo en €0,05 y €0,11 los costos de los T1 y T2 respectivamente (Tabla 27) logrando una mayor aceptación de los costos para los apartamentos T3 (i.e. 32%).

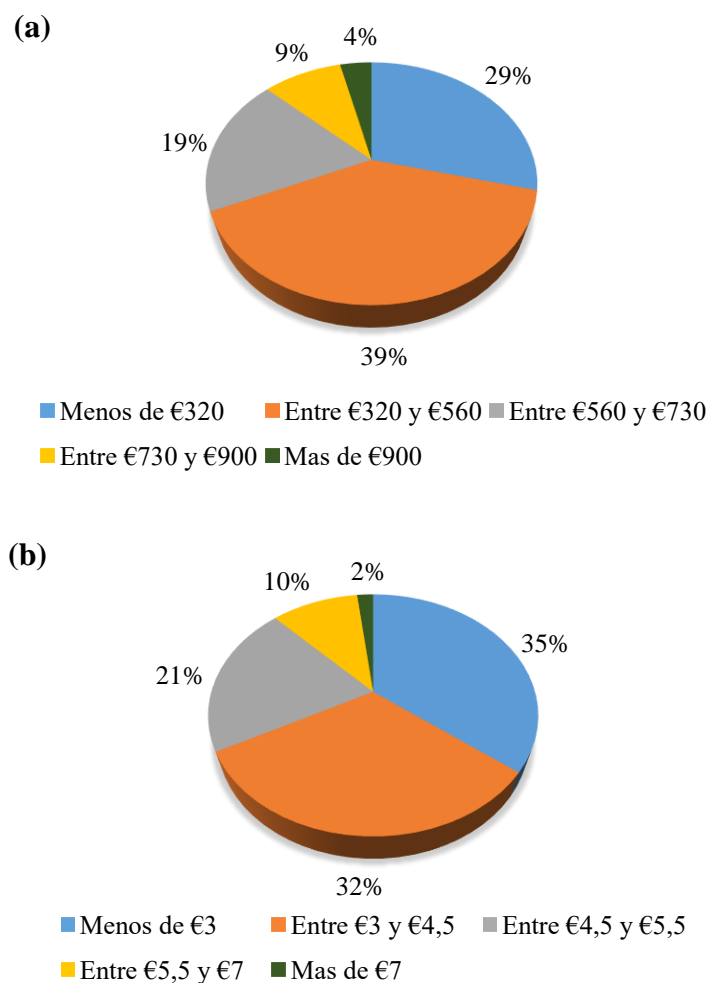


Figura 12. Aceptación de los costos por apartamento car de un sistema de reutilización de aguas grises, (a) costo de construcción, (b) costo mensual de operación y mantenimiento

Tabla 27. Costos corregidos para lograr una mayor aceptación.

Tipología	Construcción		Operación y mantenimiento	
	Costo/apto (€/apto)	Costo total (€)	Costo/apto (€/apto.mes)	Costo total (€/año)
T1	411,47	7406,49	3,14	678,72
T2, T2+1	662	29790	5,05	2727,00
T3	730	6570	5,50	594,00
Σ		43766,49		3999,72

En general la aceptación de los costos generados por el sistema de reutilización de agua grises no es favorable, la principal causa de que estos sean elevados recae en el sistema de tratamiento, este tiene un costo que representa más de la mitad del costo de implantación del sistema y presenta un alto consumo energético, además de tener una vida útil reducida por el uso de membranas.

4.3. Viabilidad financiera del proyecto

El flujo de caja realizado se muestra en el Anexo N, donde se observan ganancias a partir del año 23,70 (periodo de retorno), también se determinó una TIR de 4,64%, un VPN de €12.975,48 y una relación B/C de 1,08. De acuerdo con los resultados se verifica la viabilidad financiera del proyecto.

El periodo de retorno obtenido es mayor al de diferentes estudios realizados en diferentes países del mundo (Tabla 28), sin embargo, el valor es cercano en el caso de Alemania donde el sistema de tratamiento elegido y la tarifa de agua son similares al presente caso.

Tabla 28. Periodo de retorno en diferentes investigaciones.

País/Tarifa de abastecimiento	de Sistema de tratamiento	Número de apartamentos	de Periodo de retorno (años)
Siria [1]	Humedales artificiales	10	7
	Biofiltro comercial	10	52
Colombia [2] 2.060,38 COP/m ³	Tratamiento químico (Coagulación/floculación)	300	11
Alemania [3] 1,9 USD/m ³	RBC	70	4
	MBR	70	18
Israel [3] 1,16 USD/m ³	RBC	70	6
	MBR	70	Inviabile
U.S.A [3] 0,51 USD/m ³	RBC	70	16
	MBR	70	Inviabile
Brasil [4]	Humedales artificiales	17	5

[1] Mourad et al. (2011);

[2] Ardila (2013);

[3] Friedler y Hadari (2006);

[4] Ghisi y Ferreira (2007).

Se realizó un análisis de sensibilidad de la tasa de inflación de los servicios, siendo ésta, la que origina una mayor variación en los resultados, asumiendo el rango de valores de los últimos 10 años (i.e. 0,2%-8,7%) y se comprueba que el proyecto solo es viable para una tasa de inflación mayor a 2,87% (Figura 13), también se observa un decrecimiento potencial en el periodo de retorno a medida que la tasa de inflación es mayor llegando hasta 14,19 años para 8,7% (Figura 14).

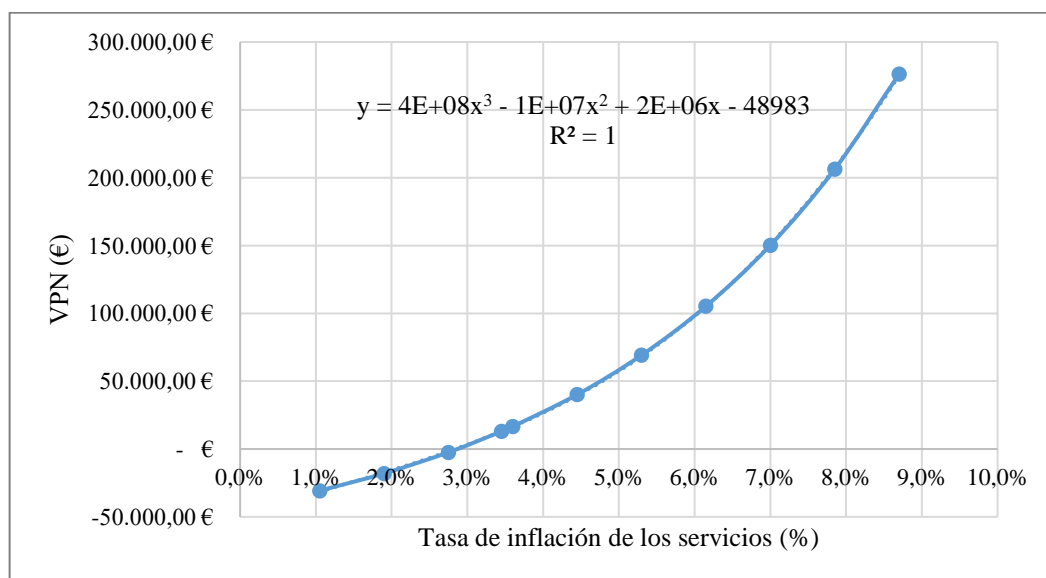


Figura 13. Viabilidad del proyecto en términos de VPN.

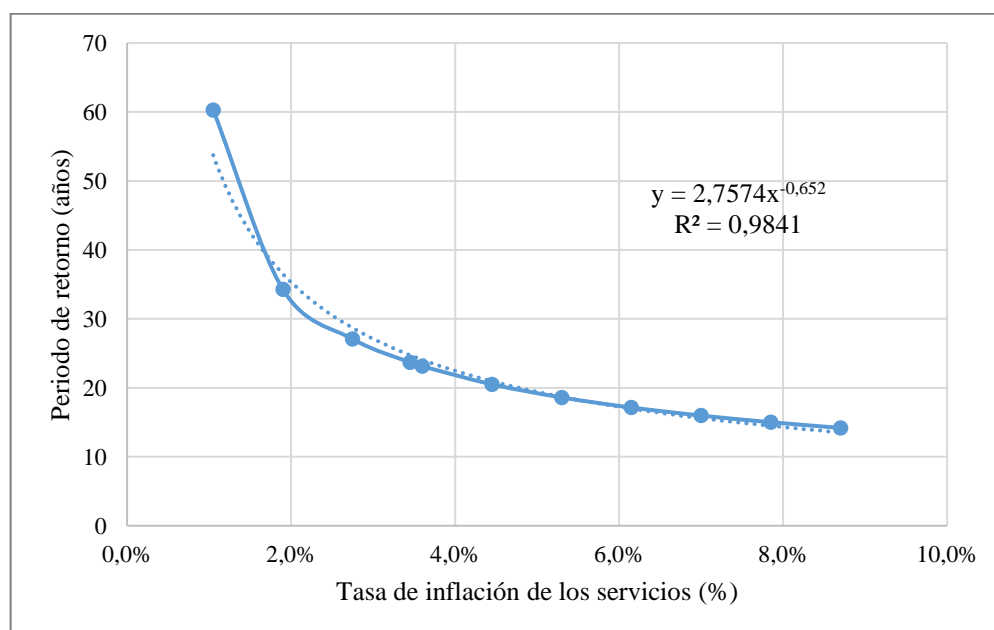


Figura 14. Periodo de retorno según la tasa de inflación de los servicios.

Según Gross *et al.* (2015) la implantación de sistemas de reutilización de aguas grises trae beneficios significativos a la comunidad en general. En primer lugar, dado que disminuye el consumo de agua del usuario individual, los costos del agua para todo el público se reducen debido a la menor necesidad de desarrollar nuevas fuentes de agua y la consiguiente reducción en los costos de producción, tratamiento y transporte del agua. En segundo lugar, la reducción del consumo de agua reduce la cantidad de aguas residuales producidas y, en consecuencia, afecta positivamente el proceso de recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales; lo que a largo plazo permitiría reducir la capacidad del sistema de tratamiento centralizado, generando ahorros al público.

Por consiguiente, las autoridades locales y/o nacionales que busquen mejorar la gestión de los recursos hídricos y traer los beneficios anteriormente explicados a la comunidad general, pueden implementar medidas tales como subsidios por m³ de agua reutilizada o financiamiento para la implementación de estos sistemas con intereses reducidos (Friedler y Hadari, 2006), favoreciendo la viabilidad financiera del proyecto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

- La implementación de un sistema de reutilización de aguas grises en el caso de estudio es financieramente viable, desde que la tasa de inflación de los servicios se mantenga por encima de 2,87%, esto es posible teniendo en cuenta la escasez de recursos hídricos y energéticos al que se enfrenta el mundo el cual generaría un sobre costo en dichos servicios.
- Es necesario cuantificar los beneficios y posibles costos ambientales y sociales para realizar un análisis beneficio/costo más completo y así demostrar además de la viabilidad financiera, la viabilidad económica del proyecto.
- Uno de los principales problemas de la implementación de estos sistemas en complejos multifamiliares es la aceptación del total de los residentes por la reutilización de las AG, en estos sistemas no existe la posibilidad de que solo una fracción del edificio pueda utilizar en su totalidad agua potable, esto es debido a la configuración del diseño y la prohibición que existe en el *Artículo 82, Decreto Reglamentar n° 23/95* de ligar de alguna manera las dos redes (i.e. potable y de agua gris tratada). Una solución para este problema sería la implementación de un sanitario que permitiera dos entradas de agua; actualmente en el mercado no existe dicho sistema, sin embargo, existe una patente de un sanitario con doble cisterna que tiene dos entradas independientes de agua, aunque su objetivo está encaminado a una doble descarga (i.e. para material sólido y líquido) (Nieto, 2001).
- El sistema de tratamiento elegido es implantado bajo tierra por lo que no ocupa espacio en el complejo, lo cual representa una ventaja técnica, sin embargo, a pesar de ser confiable, es costoso y presenta un alto consumo energético; se aconseja la implementación de plantas piloto para estudiar la posibilidad de alternativas de tratamiento más económicas e igualmente fiables.

- Es necesaria la implantación de una legislación en Portugal relacionada con la reutilización de las aguas grises en el sector doméstico que determine los criterios de calidad y todos los posibles usos de las aguas grises tratadas para disminuir el riesgo de problemas de salud pública y generar una mayor aceptación por parte de la comunidad en general, además de permitir el desarrollo comercial de estos sistemas en el país.
- Para lograr índices financieros más atractivos se recomienda la creación de subsidios e incentivos por parte de la autoridad local y/o nacional para la instalación de estos sistemas, sustentados en una mejoría de la gestión de los recursos hídricos y en los beneficios que traería a la comunidad en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, M., Vieira, P. e Ribeiro, R. (2006). *Guía técnico 8. Uso eficiente da agua no sector urbano*. ISBN: 972-99354-9-1.

ANQIP (2011). *Especificação técnica ANQIP ETA 0905. Sistema prediais de reutilização e reciclagem de aguas cinzentas (SPRAC)*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais.

APDA (1999). *Água, quem é quem*. Suplementaria. Lisboa, Portugal.

Ardila, M. (2013). *Viabilidad técnica y económica del aprovechamiento de aguas grises domésticas*. Universidad Nacional de Colombia.

Asano, T., burton, H., Tsuchihashi, Tchobanoglous, G. (2007). – *Water Reuse – Issues, Technologies and Applications*. New York, United States. McGraw-Hill.

Bailey, R. J., Jolly, P. K., Lacey, R. F. (1986). *Domestic water use patterns*. Water Research Center (WRc), UK.

Birks, R., Hills, S. (2007). *Characterization of indicator organism and pathogens*. Environ Monit Assess 129:61-69.

Birks, R., Hills, S., Diaper, C., Jeffrey, P. (2003). *Assessment of water savings from single house domestic greywater recycling systems*. XI Congresso Mundial da Água.

Brewer, D., Brown, R., Stanfield, G. (2000). *Rainwater and greywater in buildings: project report and case studies*. BSRIA Ltd., Bracknell, UK, Report 13285/1.

Chaillou, K., Gérente, C., Andrés, Y. (2011). *Bathroom greywater characterization and potential treatments for reuse*. Water Air Soil Pollut 215:31 -42.

Christova- Boal, C., Eden, R. E., McFarlane, S. (1996). *An investigation into greywater reuse for urban residential properties*. Desalination, 106, 391-397.

ERSAR (2016). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (2016). Volume 1- Caracterização do setor de águas e resíduos*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. ISBN: 978-989-8360-33-5.

Fernandez, S. (2007). *Los proyectos de inversion*. ISBN 9977-66-185-5. Primera edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Fewkes, A., Ferris, S.A. (1982). *The recycling of domestic waste water. A study of the factors influencing the storage capacity and the simulation of the usage patterns*. Building and Environment. Volume 17, Issue 3, Pages 209- 216.

Florio, M. (2006). *Cost–Benefit Analysis and the European Union Cohesion Fund: On the Social Cost of Capital and Labour*. Regional Studies, Vol. 40.2, pp. 211-225.

Friedler, E., Hadari, M. (2006). *Economic feasibility of on-site greywater reuse in multi-storey buildings*. Desalination 190:221-234.

Ghaitidak, D.M., Yadav, K.D. (2013). *Characteristics and treatment of greywater- a review*. Environ Sci Pollut Res 20:2795-2809.

Ghisi, E., Ferreira, D. (2007). *Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi- storey residential building in southern Brazil*. Building and Environment 42:2512-2522.

Godfrey, S., Labhasetwar, P., Wate, S. (2009). *Greywater reuse in residential schools in Madhya Pradesh, India- a case study of cost- benefit analysis*. Resour. Conservat. Recycl. 53, 287-293.

Gonçalves, C. (2011). *Viabilidade da reutilização de águas residuais em habitações unifamiliares*. Dissertação de Mestrado. Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Universidade do Minho, Portugal.

Gross, A., Maimon, A., Alfiya, Y., Friedler, E. (2015). *Greywater Reuse*. Boca Raton, Florida. Taylor & Francis Group.

Gual, M., Moià, A., March, J.G. (2008). *Monitoring of an indoor pilot plant for osmosis rejection and greywater reuse to flush toilets in a hotel*. *Desalination* 219: 81-88.

Hall, J.B., Batten, C.E., Wailkinns, J.R. (1974). *Domestic wash water reclamation for reuse as commode water supply using a filtration – reverse osmosis technique*. NASA, USA, Technical Note D-7600.

Hernández, F. S., Molinos, M. S., Sala, R. G. (2010). *Estudios de viabilidad económica para el tratamiento de aguas residuales a través de un análisis coste beneficio*. Universidad de Valencia, España.

Hills S., Smith, A., Hardy, P., Birks, R. (2001). *Water recycling at the millennium dome*. *Water Sci. Technol.*, **43**, No. 10, 287-294.

Holden, B., Ward, M. (1998). *An overview of domestic and commercial re-use of water*. Paper presented at the IQPC Conference on Water Recycling and Effluent Re-use, London. December, 1998.

INAG (2001). *Plano Nacional da Água. Parte I- Enquadramento e contextualização. Volume II- Caracterização e diagnostico da situação dos recursos hídricos. Capítulo 4: Usos, consumos e necessidades de agua*. Instituto da Água, Lisboa. Abril de 2001.

INDAQUA (2017). *Tarifário para 2017. Abastecimento de água*. Matosinhos.

INSAAR (2011). *Relatório do Estado do Abastecimento de água e do tratamento de águas residuais*. Sistemas públicos urbanos INSAAR 2010 (dados 2009). Junho 2011.

Jiménez, J. (2010). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Facultad de Ingeniería Civil, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana, Mexico.

Laine, A. (2001). *Technology for greywater recycling in buildings*. PhD thesis, Cranfield University, Cranfield, Bedfordshire, UK.

Leitão, D. (2010). *Instalações e equipamentos hidráulicos. Rede de abastecimento de água e drenagem de águas residuais*. Memória descritiva e justificativa. Matosinhos, março 2010.

March, J. G., Gual, M., Orozco, F. (2004). *Experiences on greywater re-use for toilet flushing in a hotel (Mallorca Island, Spain)*. *Desalination*, No. 241-247.

Marecos do Monte, H. e Albuquerque, A. (2013). *Guia técnico 14. Reutilização de águas residuais*. ISBN: 978-989-8360-01-4.

Matos, C. (2009). *Reutilização de água. Utilização de águas cinzentas in situ*. PhD tesses, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Matos, C., Friedler, E., Monteiro, A., Rodrigues, A., Teixeira, R., Bentes, I., Varajão, J. (2014). *Academics perception towards various water reuse options: University of Trás-os-Montes e Alto-Douro - UTAD Campus (Portugal) as a case study*. *Urban Water Journal* Vol. 11, No. 4, 311-322.

Melo Baptista, J., Almeida, M.C., Vieira, P., Silva, A.M., Ribeiro, R., Fernando, R.M., Serafim, A., Alves, I., Cameira, M.R. (2001). *Uso Eficiente da Água – Proposta de programa nacional*. Volume 1. Relatório 286/01–NES Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Agosto de 2001.

Metcalf & Eddy, Inc. (2003). *Wastewater engineering- treatment and reuse*. New Delhi, India. Tata McGraw Hill Education Private Limited,

Morel, A., Diener, S. (2006). *Greywater management in low and middle-income countries, review of different treatment systems for households or neighborhoods*. Eawag, Dübendorf, ISBN: 3-906484-37-8.

Mourad, K., Berndtsson, J., Berndtsson, R. (2011). *Potential fresh water saving using greywater in toilet flushing in Syria*. *Journal of Environment Management* 92, 2447-2453.

Nieto, G. (2001). *Double-cistern water-conserving sanitary water tank*. US 6173456 B1, Janeiro 2001.

Noah, M. (2002) *Greywater use still a gray area*. J Environ Health 64(10):22-25.

Novotny, V., Ahern, J., Brown, P. (2010). *Water centric sustainable communities. Planning, retrofitting and building the next urban environment*. New Jersey, United States of America. John Wiley & Sons, Inc.

Pidou, M., Avery, L., Stephenson, T., Jeffrey, P., Parsons, S.S., Liu, S., Memon, F.A., Jefferson, B. (2008). *Technical note chemical solutions or greywater recycling*. Chemosphere 71, 147-155.

Pidou, M., Memon, F. A., Stephson, T., Jefferson, B., Jeffrey, P. (2007). *Greywater recycling: A review of treatment options and applications*. Inst. Civ. Eng., vol. 160, pp. 119-131.

PNUEA (2001). *Programa Nacional para o uso eficiente da água, Versão preliminar*. Ministerio do ambiente e ordenamento do territorio, Outubro 2001.

PNUEA (2012). *Programa Nacional para o uso eficiente da água. Implementación 2012- 2020*. Agencia Portuguesa do Ambiente, I.P., Junho 2012.

Pordata.pt. (2017). *PORDATA - Taxa de Inflação (Taxa de Variação do Índice de Preços no Consumidor): total e por consumo individual por objetivo - Portugal*. [online] Disponible en: [http://www.pordata.pt/Portugal/Taxa+de+Infla%C3%A7%C3%A3o+\(Taxa+de+Varia%C3%A7%C3%A3o+do+%C3%8Dndice+de+Pre%C3%A7os+no+Consumidor\)+total+e+por+consumo+individual+por+objetivo-2315](http://www.pordata.pt/Portugal/Taxa+de+Infla%C3%A7%C3%A3o+(Taxa+de+Varia%C3%A7%C3%A3o+do+%C3%8Dndice+de+Pre%C3%A7os+no+Consumidor)+total+e+por+consumo+individual+por+objetivo-2315) [Accedido 2 Jun. 2017].

Portugal, S. (2017). *SMI en Portugal 2017*. [online] datosmacro.com. Disponible en: <http://www.datosmacro.com/smi/portugal> [Accedido 2 Jun. 2017].

Prathapar, S., Jamrah, A., Ahmed, M., Al Adawi, S., Al Sidan, S., Al Harassi, A. (2005). *Overcoming constraint in treated greywater reuse in Oman*. Desalination 186 pp. 177-186.

Quercus (2010). *EcoFamílias- Água. Relatório final dezembro 2008- janeiro 2010*. Associação Nacional de Conservação da Natureza. Veolia Água. Águas de Mafra. Março 2010.

Ramon, G., Green, M., Semiat, R., Dosoretz, C. (2004). *Low strength graywater characterization and treatment by direct membrane filtration*. *Desalination*, 170, 241- 250.

Rivera, M. L., Zaraza, J. M. (2015). *Factibilidad técnica y económica de un sistema hidrosanitario para la reutilización de aguas grises y pluviales, caso de estudio en vivienda de alto consumo del A. M. de Bucaramanga*. Proyecto de grado de Ingeniería Civil. Universidad Industrial de Santander, Colombia.

Robson, C. (1993). *Real World Research. A Resource for Social Scientist and Practitioner-Researchers*. Blackwell, Oxford UK & Cambridge USA.

Rose, J. B., Sun, G. S., Gerba, C. P., Sinclair, N. A. (1990). *Microbial quality and persistence of enteric pathogens in graywater from various sources household sources*. *Water research*, 25(1), 37-42.

Seroa, R. (2006) *Economía ambiental*. Brasil. EDITORA FGV 85-225-0544-6.

Surendran, S., Wheatley, A.D. (1998). *Greywater reclamation for non- potable reuse*. *Journal of the chartered Institution of Water and Environment Management*, 12,406-413.

UNESCO (2015). *Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015. Agua para un mundo sostenible: datos y cifras*. División de Ciencias del Agua, Colombella.

US EPA (2004). *Guidelines for Water Reuse*. Report EPA/625/R-04/108, Environmental Protection Agency, Washington D.C., USA.

Vieira, P., Silva, A.M., Melo Baptista, J., Almeida, M.C., Ribeiro, R. (2002). *Inquérito aos hábitos de utilização e consumos de agua na habitação*. 10º Encontro Nacional de Saneamento Básico/ 10º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Braga, Portugal.

Winpenny, J., Heinz, I., Koo-Oshima, S. (2013). *Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?* Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. ISBN: 978-92-5-3065-78-3.

ANEXOS

Anexo A. Características de las aguas grises según su origen [Tomado de: Ghaitidak y Yadav, 2013]

Parámetro	Lavamanos	Baño	Ducha	Lavandería	Lavaplatos	Lavavajillas
pH	7-7.3	7.1-7.6	7.3-7.5	8.3-9.3	6.5-7.7	8.2-8.3
Turbidez (NTU)*	164	59.8	84.8-375	328-444	133-211	
EC (mS/m)*		43.7	1.4-89	2.9-703	1.4-97	90.61
ST	835	777	520-1090	2021-2700	679-1272	2819
SST	153-259	58-78	89-353	188-315	134-625	525
SDT			279-565	2140-2444	312-903	
DBO	155-205	129-173	40.2-424	44.3-462	40.8-890	470-4450
DQO	386-587	230-367	77-645	58-1339	58-1340	1296
Alcalinidad			203	333.6	205.4	
Cloruros	237	166	147-284	205-450	158-223	716
N total	10.4	6.6	8.7-10.92	14.28	6.44	
P total			1.12	51.58	0.69	
CT (MPN)*	9.42E3	6.35-5.1E6	2E2-6.8E3	2E2-4.2E6	2E2-5.29E2	4.30E6
CF (MPN)*	3.50E4	1.5E5-4E6	64-4E6	13-4E6	2E2-1.2E6	6E4-3.2E5
<i>E. coli</i> (MPN)*	10	82.7	2E2-1.49E3		2.00E2	
Boro (B)	0.44	0.41	0.35	0.4	0.02	3.8
Calcio (Ca)			15.7-59.9	18.7-24	19.69-23.6	
Magnesio (Mg)			23-56.1	15.1-60.8	16.6-21	
Sodio (Na)	131	112	109.5-184.5	302.1-667	70.1-148.9	641
Arsénico (AS)			0.03		0.015	
Cobre (Cu)			0.01-0.0127	0.0064-0.01		
Plomo (Pb)			0.1036	0.0829	0.0622	
Níquel (Ni)			0.035	0.0352-0.12	0.0352-0.04	
Zinc (Zn)			2.4	0.14	0.039-0.04	

* Unidades en paréntesis; todas las demás en mg/L (excepto pH).

Anexo B. Lista de regulaciones existentes en diferentes países para reutilización de agua
[Tomado de: Chaillou *et al.*, 2011]

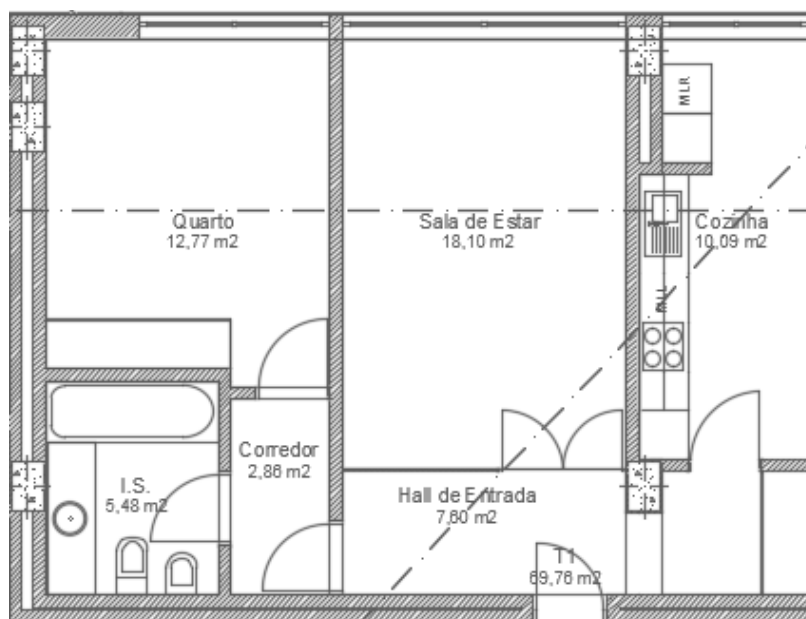
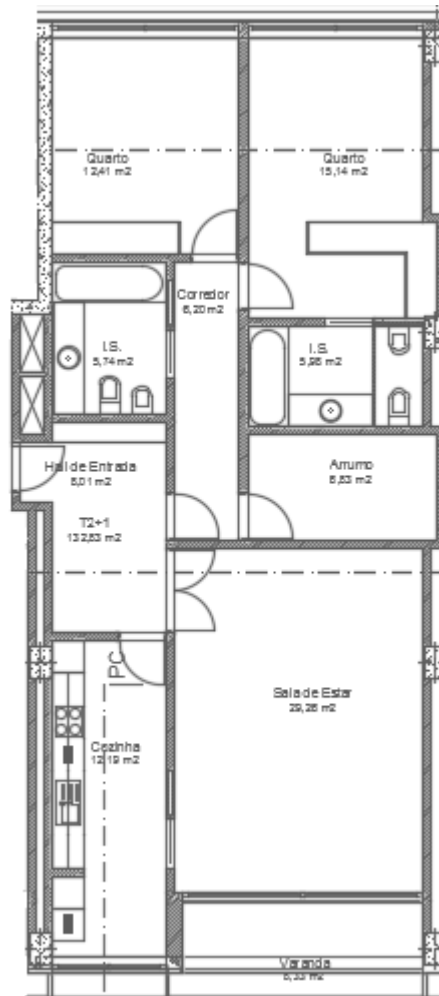
País	Tipo de uso	Criterios fisicoquímicos	Criterios microbiológicos (CFU/100mL)	Referencia
Australia	Riego superficial; descarga de inodoros; lavandería; lavado de auto	SST<30 mg/L; DBO ₅ < 20mg/L	Coliformes termotolerantes	<10 (Australian capital territory, 2004)
Canadá	Agua regenerada en el hogar	SST<10 mg/L; Turbidez< 2 NTU; DBO ₅ < 10 mg/L; Cl ₂ residual> 0.5 mg/L	Coliformes termotolerantes <i>E. coli</i>	ND (Canadian guidelines, 2007)
Alemania	Descarga de inodoros	DBO ₇ < 5 mg/L; O ₂ disuelto >50%	Coliformes totales Coliformes fecales <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<100/mL <10/mL <1/mL (Nolde, 1999)
Israel	Regulación de tratamiento de aguas residuales	SST< 10 mg/L; DBO ₅ < 10 mg/L; DQO< 100 mg/L	-	- (Ramon <i>et al.</i> 2004)
Italia	Riego; reutilización urbana	pH 6-9; SST< 10 mg/L; DBO ₅ < 20 mg/L; DQO< 100 mg/L; P total< 2 mg/L; N total< 15 mg/L	<i>E. coli</i> <i>Salmonella</i>	<10 ND (decreto 2 maggio, 2006)
España	Reutilización residencial urbana	SST< 10 mg/L; Turbidez< 2 NTU	<i>E. coli</i> Nematode	<0 1 huevo/10 L (real decreto 1620, 2007)
Estados Unidos	Reutilización urbana	pH 6-9; Turbidez< 2 NTU; DBO ₅ < 10 mg/L; Cl ₂ residual> 1ppm	Coliformes fecales	0 (US EPA, 2004)

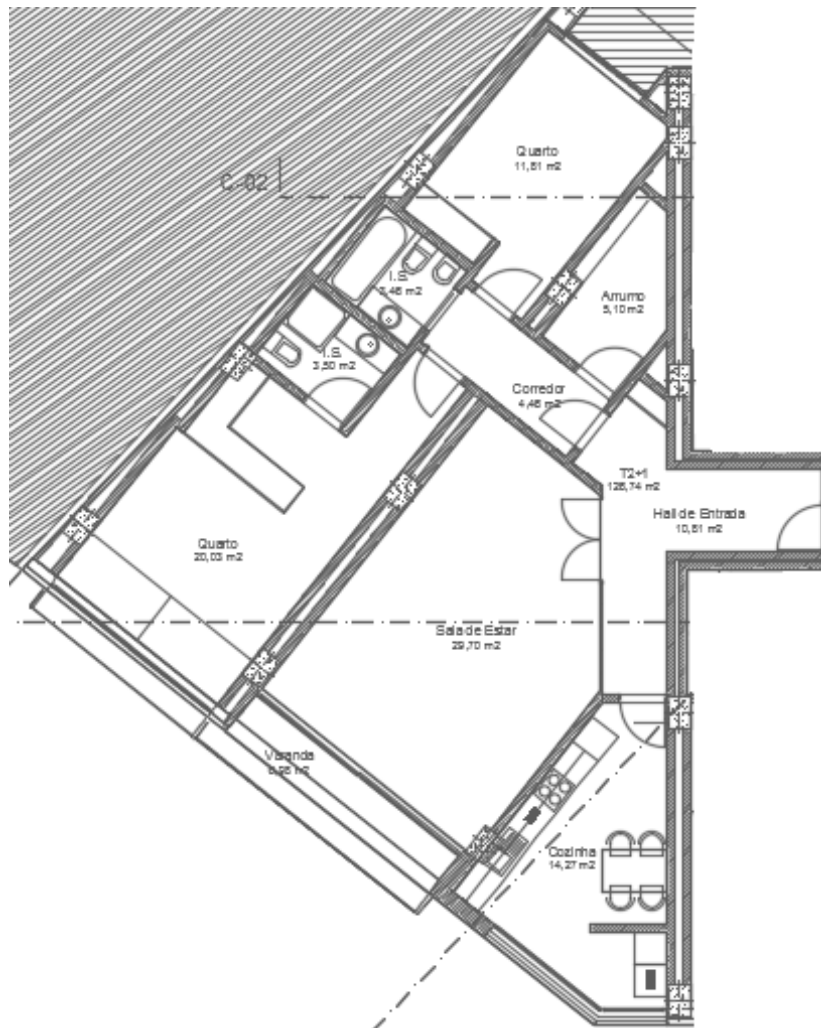
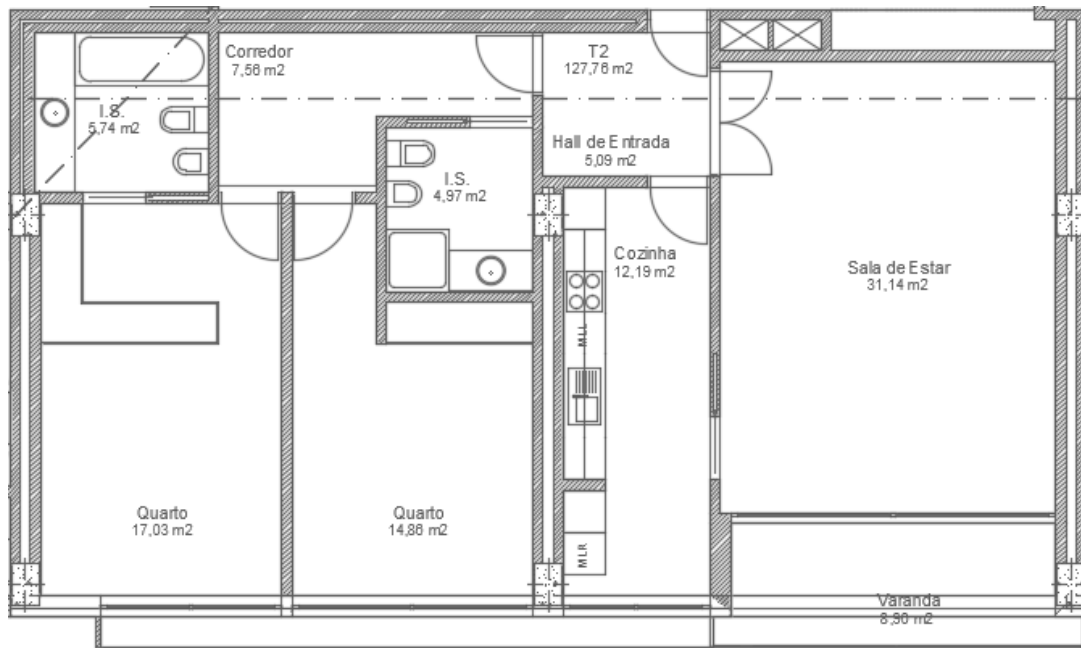
ND: No detectable

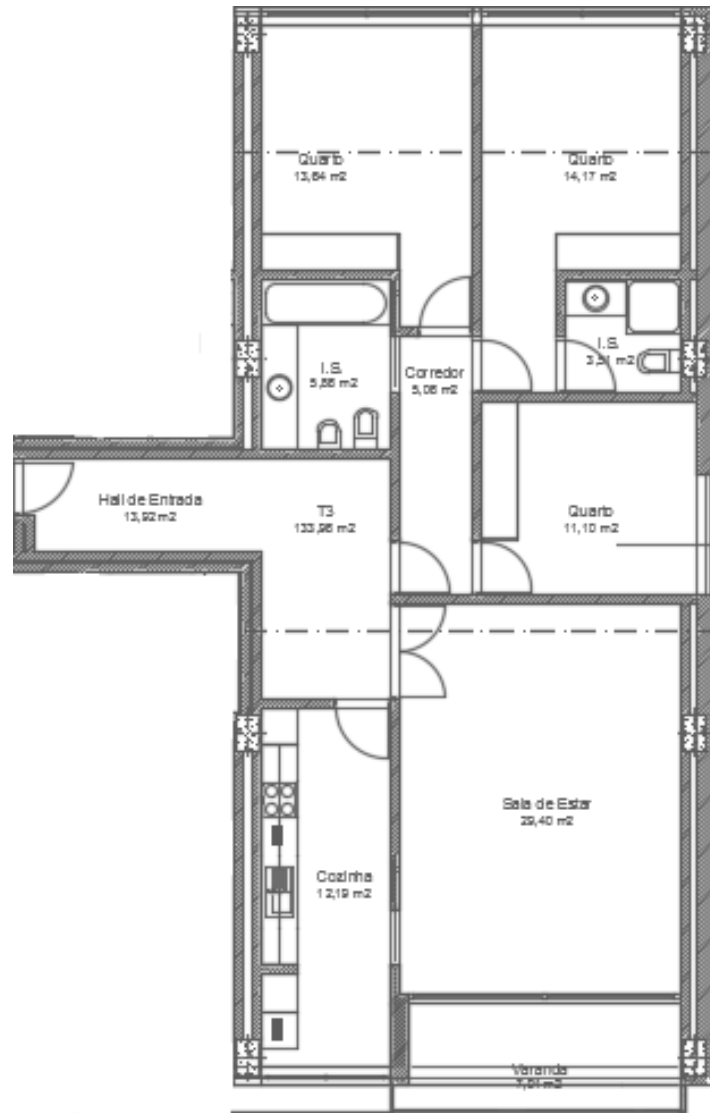
Anexo C. Calidad de agua destinada al riego [Tomado de: Decreto- Ley n° 236/98 de 1 de agosto]

Parámetro	Unidad	VMR	VMA
Aluminio (Al)	mg/L	5	20
Arsénico (As)	mg/L	0,1	10
Bario (Ba)	mg/L	1	
Berilio (Be)	mg/L	0,5	1
Boro (B)	mg/L	0,3	3,75
Cadmio (Cd)	mg/L	0,01	0,05
Plomo (Pb)	mg/L	5	20
Cloretos (Cl)	mg/L	70	
Cobalto (Co)	mg/L	0,05	10
Cobre (Cu)	mg/L	0,2	5
Cromo total (Cr)	mg/L	0,1	20
Estaño (Sn)	mg/L	2	
Hierro (Fe)	mg/L	5	
Flúor (F)	mg/L	1	15
Litio (Li)	mg/L	2,5	5,8
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2	10
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,005	0,05
Níquel (Ni)	mg/L	0,5	2
Nitratos (NO ₃)	mg/L	50	
Salinidad	mg/L	640	
Selenio (Se)	mg/L	0,02	0,05
SST	mg/L	60	
Sulfatos (SO ₄)	mg/L	545	
Vanadio (V)	mg/L	0,1	1
Zinc (Zn)	mg/L	2	10
pH	-	6,5-8,4	4,5-9
Coliformes fecales	/100 mL	100	
Huevos de parásitos intestinales	N/L		1

Anexo D. Apartamentos Tipo 1, 2, 3, 4 y 5.







Anexo E. Encuesta de aceptación de reutilización de aguas grises.

Inquérito/Reutilização das águas cinzas

O seguinte inquérito corresponde a uma actividade a desenvolver na realização de uma dissertação para obter o título de Mestre em Engenharia Civil na Universidade do Minho, este pretende estudar a aceitação social da reutilização de águas cinzas para avaliar a sua viabilidade financeira e potenciar o uso de água alternativa com o fim de preservar os meios hídricos.

Aclaração: As águas residuais estão divididas em águas cinzentas, as quais são as geradas pelo banho, e pela lavagem da roupa e loiça, e em águas negras que são as geradas só nas descargas de autoclismos.

A investigação é da responsabilidade da discente Julisse Andrea Meléndez, sob supervisão da

Doutora Manuela Lemos Lima.

Caso necessite de algum esclarecimento, pode contactar-me (Julisse Meléndez: a80024@alunos.uminho.pt).

Informação inicial

As respostas não serão divulgadas e só serão usadas para o desenvolvimento da dissertação mencionada.

Sexo

- Feminino
- Masculino

Idade

- 14- 18
- 19- 25
- 26- 30
- 31- 40
- 41- 60
- 61- 80
- 81- 100

Formação académica

- Ensino básico
- Ensino secundário

- Licenciado
- Master
- Doutor

Dados da habitação**Tipo de habitação ***

- Casa
- Apartamento
- Quarto universitario
- Outros:

A sua habitação é...

- Própria
- Arrendada

Qual é o consumo médio de água na sua habitação (m³/mês)? Para responder por favor consulte o registo da sua conta de água. *

Quantas pessoas moram na sua habitação? ***Reutilização**

Tem intenção de reutilizar águas cinzas (águas geradas nos usos domésticos com exceção das geradas por o autoclismo) que provém do seu complexo tendo em conta que terá um tratamento prévio. *

- Sim
- Não

Porquê?

- Medio ambiente
- Poupar dinheiro
- Higiene
- Necessidade de manutenção

Outros:

No caso em que esteja disposto a reutilizar as águas cinzas tratadas, de quais as actividades que gostaria que as águas cinzas fossem provenientes? Organize por ordem de preferência onde 1 é a opção de maior preferência.

	1	2	3	4	5	6	7
Duche/banheira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Torneiras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maquina de roupa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maquina de louça	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pia de roupa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pia de cozinha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bidê	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

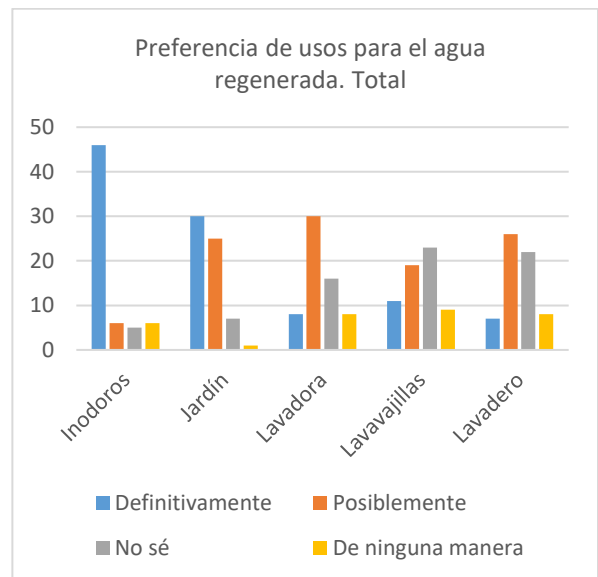
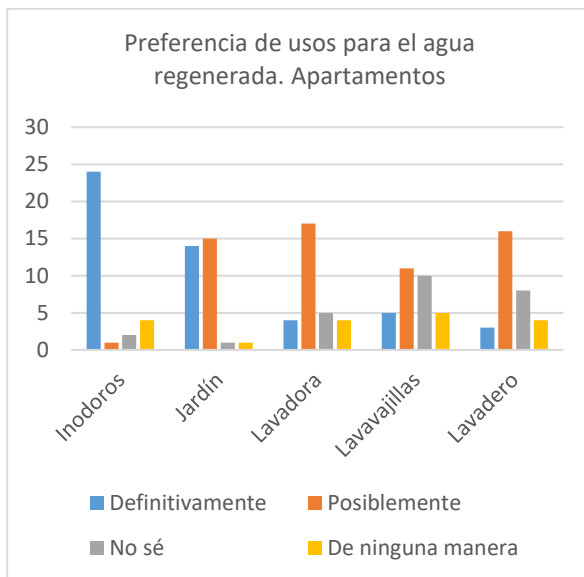
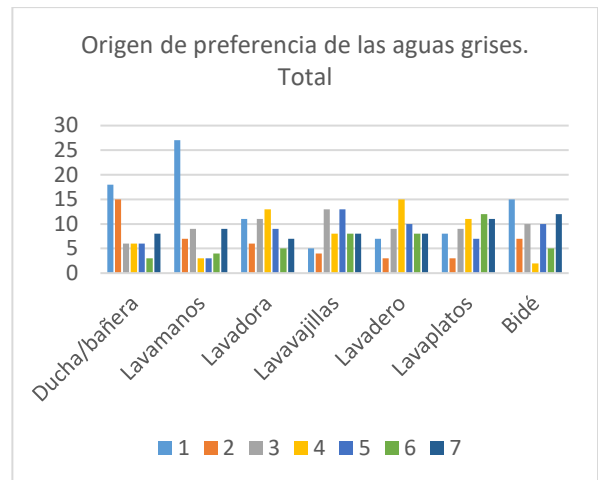
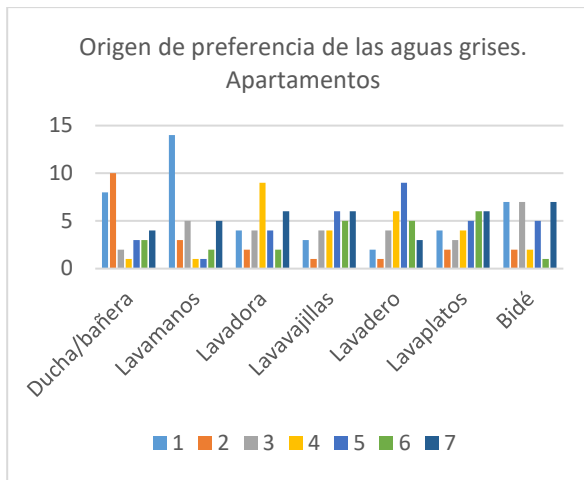
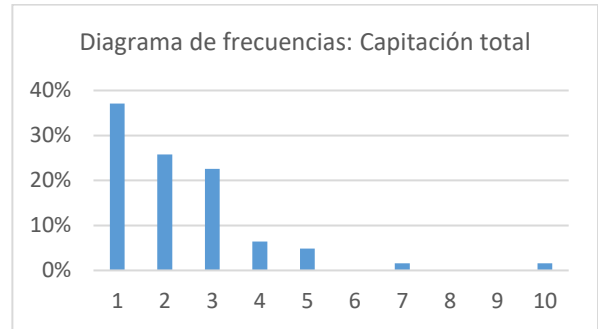
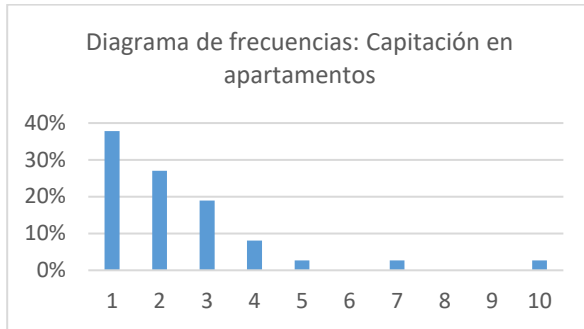
Utilizaria as águas cinzas tratadas nos seguintes usos?

	Definitivamente	Possivelmente	Não tenho certeza	De jeito nenhum
Autoclismos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jardim	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Máquina de roupa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Máquina de louça	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pia de roupa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Na sua opinião, qual é o aspecto mais importante a ter em conta quando se reutiliza água residual tratada?

- Saúde pública
- Opinião dos usuários
- Economia da água
- Monitorização/Controlo
- Outros:

Anexo F. Análisis comparativo entre las respuestas dadas por habitantes de apartamentos y las respuestas en total.



Anexo G. Encuesta de aceptación de los costos de construcción, operación y mantenimiento de un sistema de reutilización de aguas grises en un edificio de apartamentos

Aceitação dos custos de um sistema de reutilização de águas cinzentas claras

O seguinte inquérito corresponde a uma atividade a desenvolver para a realização de uma dissertação para obter o título de Mestre em Engenharia Civil na Universidade do Minho. As perguntas seguidamente apresentadas estão relacionadas com os custos que pode ter um sistema de reutilização de águas cinzentas claras num edifício de apartamentos, pretendendo-se estudar a aceitação social dos mesmos. Esclarecimento: As águas cinzentas claras são as águas residuais geradas pelos dispositivos da casa de banho, com exceção da sanita. A investigação é da responsabilidade da discente Julisse Andrea Meléndez, sob supervisão da Professora Doutora Manuela Lemos Lima. Caso necessite de algum esclarecimento, pode contactar-me.

(Julisse Meléndez: a80024@alunos.uminho.pt).

Dados da habitação

Tipo de habitação *

- Casa
- Apartamento
- Outros:

Qual é a tipologia da sua habitação? *

- T1 (um quarto)
- T2 (dois quartos)
- T2+1 (dois quartos+um espaço menor do que um quarto)
- T3 (três quartos)
- Outros:

Aceitação

Tem intenção de reutilizar águas cinzentas claras (águas geradas na casa de banho com exceção das geradas pela sanita) que provêm do seu complexo habitacional, para descarga de autoclismos e rega de jardim, tendo em conta que terão um tratamento prévio e a sua reutilização poderá reduzir os custos nas faturas de abastecimento e saneamento. *

- Sim
- Não

Para o caso de estar disposto a reutilizar as águas cinzas tratadas, se comprasse uma habitação, qual a quantia que estaria disposto a pagar pelo sistema de reutilização? O valor inclui o custo dos materiais e da mão-de-obra para sua construção.

- Menos de €320
- Entre €320 e €560
- Entre €560 e €730
- Entre €730 e €900
- Mais de €900

Para o caso de estar disposto a reutilizar as águas cinzas tratadas, qual a quantia que estaria disposto a pagar mensalmente pela manutenção e operação do sistema de reutilização de águas cinzas? O valor inclui os custos dos materiais, da mão-de-obra, da depreciação dos equipamentos e da energia necessária para que o sistema de tratamento funcione corretamente.

- Menos de €3
- Entre €3 e €4,5
- Entre €4,5 e €5,5
- Entre €5,5 e €7
- Mais de €7

Anexo H. Dimensionamiento de las bajantes del sistema sanitario.

Bajante	Q _{acum} (l/min)	Q _{calc} (l/min)	Tasa de ocupación	Diámetro obtenido (mm)	Diámetro adaptado (mm)
D1	810	264,78	0,17	109,75	110
D2	540	213,13	0,17	101,17	110
D3	1080	308,86	0,17	116,27	125
D4	810	264,78	0,17	109,75	110
D5	1350	348,04	0,17	121,60	125
D6	1080	308,86	0,17	116,27	125
D7	810	264,78	0,17	109,75	110
D8	810	264,78	0,17	109,75	110
D9	1080	308,86	0,17	116,27	125
D10	1350	348,04	0,17	121,60	125
D11	810	264,78	0,17	109,75	110
D12	810	264,78	0,17	109,75	110
D13	1500	368,23	0,17	124,20	125
D14	180	118,38	0,20	72,41	90
D15	90	81,69	0,25	54,81	75
D16	90	90,00	0,20	65,34	90
D17	1350	348,04	0,17	121,60	125
D18	810	264,78	0,17	109,75	110
D19	1080	308,86	0,17	116,27	125
D20	810	264,78	0,17	109,75	110
D21	1080	308,86	0,17	116,27	125
D22	810	264,78	0,17	109,75	110
D23	1080	308,86	0,17	116,27	125
D24	1350	348,04	0,17	121,60	125
D25	810	264,78	0,17	109,75	110
D26	1080	308,86	0,17	116,27	125
D27	4860	690,81	0,14	173,15	200
D28	1890	416,71	0,14	143,25	160
D29	810	264,78	0,17	109,75	110
D30	1350	348,04	0,17	121,60	125

D31	1350	348,04	0,17	121,60	125
D32	1080	308,86	0,17	116,27	125
D33	810	264,78	0,17	109,75	110
D34	810	264,78	0,17	109,75	110
D35	1080	308,86	0,17	116,27	125
D36	810	264,78	0,17	109,75	110
D37	1080	308,86	0,17	116,27	125
D38	810	264,78	0,17	109,75	110
D39	540	213,13	0,17	101,17	110
D40	90	81,69	0,25	54,81	75
D41	4860	690,81	0,14	173,15	200
D42	1080	308,86	0,17	116,27	125
D43	810	264,78	0,17	109,75	110
D44	5670	750,22	0,14	178,59	200
D45	3240	556,05	0,14	159,62	160
D46	5670	750,22	0,14	178,59	200

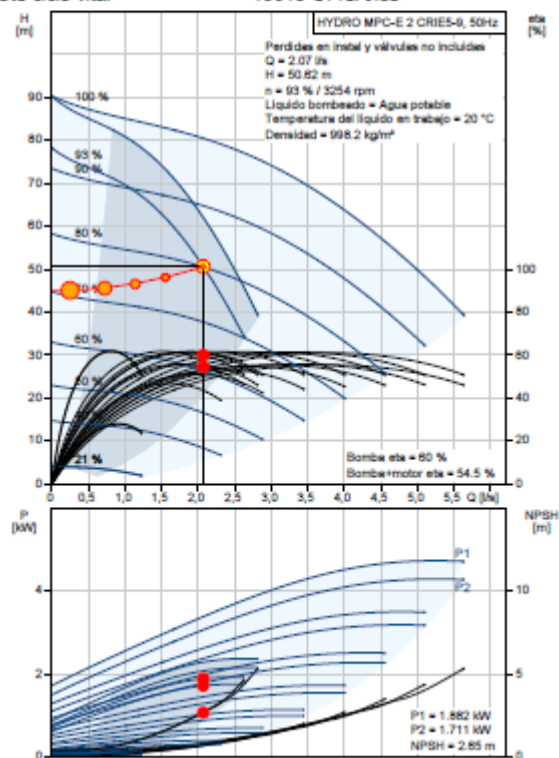
Anexo I. Dimensionamiento de los colectores prediales del sistema sanitario con $k=95$.

Colector	Q_{acum} (l/min)	Q_{calc} (l/min)	i (%)	Diámetro calculado (mm)	Diámetro adaptado (mm)
C1	1620	383,71	1,5%	120,31	125
C2	2430	476,70	2,0%	123,66	125
C3	810	264,78	1,5%	104,69	110
C4	2430	476,70	2,0%	123,66	125
C5	1350	348,04	1,5%	115,99	125
C6	810	264,78	1,5%	104,69	110
C7	2160	447,58	1,5%	127,46	160
C8	810	264,78	2,0%	99,19	110
C9	990	294,80	2,0%	103,26	110
C10	90	81,69	2,0%	63,82	110
C11	810	264,78	2,0%	99,19	110
C12	5670	750,22	1,5%	154,70	160
C13	1350	348,04	1,5%	115,99	125
C14	2700	504,35	1,5%	133,30	160
C15	1470	364,27	1,5%	117,99	200
C16	6450	803,80	1,0%	171,30	200
C17	7260	856,33	1,5%	162,57	200
C18	22920	1584,3	2,0%	194,01	200
C19	810	264,78	1,5%	104,69	110
C20	1620	383,71	1,5%	120,31	125
C21	1670	390,00	1,5%	121,05	125
C22	120	95,29	1,5%	71,36	110
C23	1790	404,76	1,5%	122,74	125
C24	1680	391,25	1,5%	121,19	125
C25	1080	308,86	1,5%	110,91	125
C26	2760	510,32	1,5%	133,89	160
C27	4550	666,86	1,5%	148,02	160
C28	10220	1028,32	1,5%	174,12	200
C29	2160	447,58	2,0%	120,77	125
C30	3240	556,05	1,5%	138,27	160

C31	540	213,13	1,5%	96,50	110
C32	2700	504,35	2,0%	126,30	160
C33	1080	308,86	1,0%	119,67	125
C34	1620	383,71	1,5%	120,31	125
C35	2700	504,35	1,5%	133,30	160
C36	3780	603,87	2,0%	135,12	160
C37	1080	308,86	1,0%	119,67	125
C38	5670	750,22	1,5%	154,70	160
C39	5130	711,09	1,5%	151,63	160
C40	5670	750,22	1,0%	166,92	200
C41	10800	1059,15	1,0%	189,97	200

Anexo J. Resultado de la selección de Product Center de Grundfos del sistema de aumento de presión desde el tanque del sistema de tratamiento hacia los dispositivos de utilización.

Resultado de la selección	
Tipo	HYDRO MPC-E 2 CRIE5-9
Cantidad * Motor	2 * 2.2 kW
Caudal	2.07 l/s
H total	50.85 m
Pot. P1	1.882 kW
Pot. P2	1.711 kW
BombaEta	60.0 %
Motor Eta	90.9 %
Bomb+motor Eta	54.5 % =Bomba Eta *motor Eta
Total Eta	54.5 %
Caudal tot	3679 m ³ /año
Consumo energía	1075 kWh/Año
Prec.	Bajo pedido
Precio+Costes energ.	Bajo pedido /10Años
Cte ciclo vital	19613 € /10Años



Anexo K. Diámetros, velocidades y presiones en el sistema abastecimiento de agua potable y no potable.

Trozo	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
Red de abastecimiento de agua potable													
Apto tipo 1													
IS1- 1	0,4	0,34	18,27	25	20,4	1,05	0,56	0,67	0,08	0,05	0	22,12	22,17
IS2- 1	0,4	0,34	18,27	25	20,4	1,05	4,68	5,62	0,08	0,42	0	21,75	22,17
1-3	0,8	0,49	21,83	32	26	0,92	5,3	6,36	0,04	0,28	0	22,17	22,45
coz-2	0,55	0,40	19,82	25	20,4	1,23	1,8	2,16	0,10	0,22	0	21,90	22,12
cal-2	1	0,55	23,11	32	26	1,03	5,5	6,6	0,05	0,36	0	21,76	22,12
2-3	1,55	0,68	25,87	32	26	1,29	3,5	4,2	0,08	0,34	0	22,12	22,45
3-Cont	2,35	0,85	28,79	40	32,6	1,02	4,7	5,64	0,04	0,22	0	22,45	22,68
Apto tipo 2													
IS1-4	0,4	0,34	18,27	25	20,4	1,05	4,8	5,76	0,08	0,43	0	21,03	21,47
coz-4	0,55	0,40	19,82	25	20,4	1,23	0,75	0,9	0,10	0,09	0	21,38	21,47
cal-4	0,6	0,42	20,27	25	20,4	1,29	3,4	4,08	0,11	0,44	0	21,02	21,47
4-Cont	1,55	0,68	25,87	32	26	1,29	12,6	15,12	0,08	1,21	0	21,47	22,68
Apto tipo 3													
IS1-5	0,4	0,34	18,27	25	20,4	1,05	3,5	4,2	0,08	0,32	0	21,64	21,95
IS2-5	0,3	0,29	16,97	25	20,4	0,90	3,4	4,08	0,06	0,24	0	21,72	21,95
5-7	0,7	0,46	21,09	32	26	0,86	6,6	7,92	0,04	0,31	0	21,95	22,26
coz-6	0,55	0,40	19,82	25	20,4	1,23	1,8	2,16	0,10	0,22	0	21,88	22,09
cal-6	0,9	0,52	22,50	32	26	0,98	5,5	6,6	0,05	0,32	0	21,77	22,09
6-7	1,45	0,66	25,43	32	26	1,25	1,9	2,28	0,08	0,17	0	22,09	22,26
7-Cont	2,15	0,81	28,14	40	32,6	0,97	9,4	11,28	0,04	0,41	0	22,26	22,68
Apto tipo 4													
IS1-8	0,4	0,34	18,27	25	20,4	1,05	2,3	2,76	0,08	0,21	0	21,33	21,54
IS2-8	0,2	0,24	15,29	20	16	1,19	6,8	8,16	0,13	1,04	0	20,50	21,54
8-10	0,6	0,42	20,27	25	20,4	1,29	5,2	6,24	0,11	0,67	0	21,54	22,21
coz-9	0,55	0,40	19,82	25	20,4	1,23	0,6	0,72	0,10	0,07	0	21,45	21,52
cal-9	0,8	0,49	21,83	32	26	0,92	0,3	0,36	0,04	0,02	0	21,51	21,52
9-10	1,35	0,64	24,97	32	26	1,20	8,1	9,72	0,07	0,69	0	21,52	22,21
10-Cont	1,95	0,77	27,44	40	32,6	0,92	16,9	20,28	0,03	0,68	0	22,21	22,89
Apto tipo 5													
IS1-11	0,4	0,34	18,27	25	20,4	1,05	0,6	0,72	0,08	0,05	0	21,26	21,31
IS2-11	0,2	0,24	15,29	20	16	1,19	2,3	2,76	0,13	0,35	0	20,96	21,31
11-13	0,6	0,42	20,27	25	20,4	1,29	5,1	6,12	0,11	0,66	0	21,31	21,98
coz-12	0,55	0,40	19,82	25	20,4	1,23	1,8	2,16	0,10	0,22	0	21,44	21,66
cal-12	0,8	0,49	21,83	32	26	0,92	5,5	6,6	0,04	0,29	0	21,37	21,66
12-13	1,35	0,64	24,97	32	26	1,20	3,7	4,44	0,07	0,31	0	21,66	21,98
13-Cont	1,95	0,77	27,44	40	32,6	0,92	17,4	20,88	0,03	0,70	0	21,98	22,68
Columna montante- CM2													
14a-14	8	1,59	39,47	50	40,8	1,22	3	3,6	0,04	0,15	3	22,89	26,04
14-15	16	2,31	47,53	63	51,4	1,11	3	3,6	0,03	0,10	3	26,04	29,14
15-16	24	2,87	52,99	75	61,4	0,97	3	3,6	0,02	0,06	3	29,14	32,20

16-17	32	3,50	58,48	75	61,4	1,18	3	3,6	0,02	0,08	3	32,20	35,28
17-18	40	4,15	63,65	90	73,6	0,97	3	3,6	0,01	0,05	3	35,28	38,33
18-19	48	4,76	68,21	90	73,6	1,12	3	3,6	0,02	0,06	3	38,33	41,39
19-20	56	5,35	72,32	90	73,6	1,26	3	3,6	0,02	0,08	3	41,39	44,47
20-21	64	5,92	76,07	110	90	0,93	3	3,6	0,01	0,03	3	44,47	47,50
21-22	72	6,48	79,55	110	90	1,02	3	3,6	0,01	0,04	3	47,50	50,54
Columna montante- CM3													
23a-23	8	1,59	39,47	50	40,8	1,22	3	3,6	0,04	0,15	3	22,68	25,83
23-24	16	2,31	47,53	63	51,4	1,11	3	3,6	0,03	0,10	3	25,83	28,92
24-25	24	2,87	52,99	75	61,4	0,97	3	3,6	0,02	0,06	3	28,92	31,98
25-26	32	3,50	58,48	75	61,4	1,18	3	3,6	0,02	0,08	3	31,98	35,07
26-27	40	4,15	63,65	90	73,6	0,97	3	3,6	0,01	0,05	3	35,07	38,11
27-28	48	4,76	68,21	90	73,6	1,12	3	3,6	0,02	0,06	3	38,11	41,18
28-29	56	5,35	72,32	90	73,6	1,26	3	3,6	0,02	0,08	3	41,18	44,25
29-30	64	5,92	76,07	110	90	0,93	3	3,6	0,01	0,03	3	44,25	47,29
30-31	72	6,48	79,55	110	90	1,02	3	3,6	0,01	0,04	3	47,29	50,33
Condominio													
ISF/ISM-36	0,5	0,38	19,34	25	20,4	1,17	2,9	3,48	0,09	0,32	0	16,07	16,39
ISD/Coz-36	0,6	0,42	20,27	25	20,4	1,29	0,7	0,84	0,11	0,09	0	16,30	16,39
36-37	1,1	0,57	23,69	32	26	1,08	3,69	4,428	0,06	0,26	0	16,39	16,65
cal-37	0,5	0,38	22,06	32	26	0,72	2,51	3,012	0,03	0,09	0	16,56	16,65
37- cont C	1,6	0,70	26,08	40	32,6	0,83	47	56,4	0,03	1,59	33,6	16,65	51,84
Tiendas													
TA- cont	0,2	0,24	15,29	25	20,4	0,73	27,8	33,36	0,04	1,34	0	50,68	52,03
TB- cont	0,2	0,24	15,29	25	20,4	0,73	4,1	4,92	0,04	0,20	0	49,75	49,94
TC- cont	0,2	0,24	15,29	25	20,4	0,73	12,1	14,52	0,04	0,58	0	49,36	49,94
General													
31-22	72	6,48	79,55	110	90	1,02	16,1	19,32	0,01	0,22	0	50,33	50,54
22-33	144	10,96	96,33	125	102,2	1,34	6,02	7,224	0,02	0,11	3	50,54	53,65
Cont TB-32	0,2	0,24	15,29	25	20,4	0,73	2	2,4	0,04	0,10	1	49,94	51,04
Cont TC-32	0,2	0,24	15,29	25	20,4	0,73	2	2,4	0,04	0,10	1	49,94	51,04
32-33	0,4	0,34	18,27	25	20,4	1,05	29	34,8	0,08	2,61	0	51,04	53,65
Llaves-cont C	2,25	0,83	22,95	32	26	1,56	2,95	3,54	0,11	0,40	1	52,44	51,84
ST-cont C	0,3	0,30	13,80	25	20,4	0,92	8,27	9,924	0,06	0,59	1	50,24	51,84
cont C-35	4,15	1,12	26,68	40	32,6	1,34	3,8	4,56	0,06	0,30	1	51,84	53,13
Cont TA-35	0,2	0,24	15,29	25	20,4	0,73	2,22	2,664	0,04	0,11	1	52,03	53,13
35-33	4,35	1,15	31,20	40	32,6	1,38	6,41	7,692	0,07	0,52	0	53,13	53,65
33-Grupo de bombeo	148,8	11,23	97,52	125	102,2	1,37	32,69	39,23	0,02	0,63	5,4	53,65	59,69
Red de abastecimiento de agua no potable													
Apartamentos													

b-a	0,2	0,24	15,29	20	16	1,19	7,68	9,22	0,13	1,18	0	17,57	18,75
e-c	0,2	0,24	15,29	20	16	1,19	8,89	10,67	0,13	1,36	0	16,12	17,48
d-c	0,2	0,24	15,29	20	16	1,19	3,6	4,32	0,13	0,55	0	16,93	17,48
AP2-c	0,1	0,10	9,20	16	12,4	0,83	4,9	5,88	0,09	0,55	0	16,93	17,48
c-a	0,5	0,38	19,34	25	20,4	1,17	11,49	13,79	0,09	1,27	0	17,48	18,75
a-CN2	0,7	0,46	21,09	32	26	0,86	1,38	1,656	0,04	0,06	0	18,75	18,81
f-g	0,2	0,24	15,29	20	16	1,19	11,34	13,61	0,13	1,74	0	15,10	16,84
g-h	0,5	0,38	19,34	25	20,4	1,17	11,49	13,79	0,09	1,27	0	16,84	18,10
h-CN3	0,7	0,46	21,09	32	26	0,86	1,38	1,656	0,04	0,06	0	18,10	18,17
Columna no potable CN2													
k-l	0,7	0,46	21,09	32	26	0,86	3	3,6	0,04	0,14	3	18,81	21,95
l-m	1,4	0,65	25,20	32	26	1,22	3	3,6	0,07	0,26	3	21,95	25,22
m-n	2,1	0,80	27,97	40	32,6	0,96	3	3,6	0,04	0,13	3	25,22	28,35
n-ñ	2,8	0,93	30,11	40	32,6	1,11	3	3,6	0,05	0,17	3	28,35	31,51
ñ-o	3,5	1,02	31,62	40	32,6	1,23	3	3,6	0,06	0,20	3	31,51	34,71
o-p	4,2	1,13	33,20	50	40,8	0,86	3	3,6	0,02	0,08	3	34,71	37,79
p-q	4,9	1,23	34,60	50	40,8	0,94	3	3,6	0,03	0,09	3	37,79	40,89
q-r	5,6	1,32	35,87	50	40,8	1,01	3	3,6	0,03	0,11	3	40,89	43,99
r-i	6,3	1,40	37,02	50	40,8	1,07	3	3,6	0,03	0,12	3	43,99	47,11
Columna no potable CN3													
s-t	0,7	0,46	21,09	32	26	0,86	3	3,6	0,04	0,14	3	18,17	21,31
t-u	1,4	0,65	25,20	32	26	1,22	3	3,6	0,07	0,26	3	21,31	24,57
u-v	2,1	0,80	27,97	40	32,6	0,96	3	3,6	0,04	0,13	3	24,57	27,70
v-w	2,8	0,93	30,11	40	32,6	1,11	3	3,6	0,05	0,17	3	27,70	30,87
w-x	3,5	1,02	31,62	40	32,6	1,23	3	3,6	0,06	0,20	3	30,87	34,07
x-y	4,2	1,13	33,20	50	40,8	0,86	3	3,6	0,02	0,08	3	34,07	37,15
y-z	4,9	1,23	34,60	50	40,8	0,94	3	3,6	0,03	0,09	3	37,15	40,24
z-aa	5,6	1,32	35,87	50	40,8	1,01	3	3,6	0,03	0,11	3	40,24	43,35
aa-j	6,3	1,40	37,02	50	40,8	1,07	3	3,6	0,03	0,12	3	43,35	46,47
General													
Riega- j	0,4	0,40	19,77	25	20,4	1,22	22,77	27,32	0,10	2,70	0	43,76	46,47
j-i	6,7	1,45	37,63	50	40,8	1,11	15,32	18,38	0,04	0,64	0	46,47	47,11
i- ST	13	2,07	44,95	63	51,4	1,00	19,48	23,38	0,02	0,51	3	47,11	50,62

[1] Caudal acumulado (l/s)

[2] Caudal calculado (l/s)

[3] Diámetro calculado (mm)

[4] Diámetro comercial (mm)

[5] Diámetro interno (mm)

[6] Velocidad (m/s)

[7] Longitud (m)

[8] 1,2*L (m)

[9] Perdidas de carga unitaria- j (m/m)

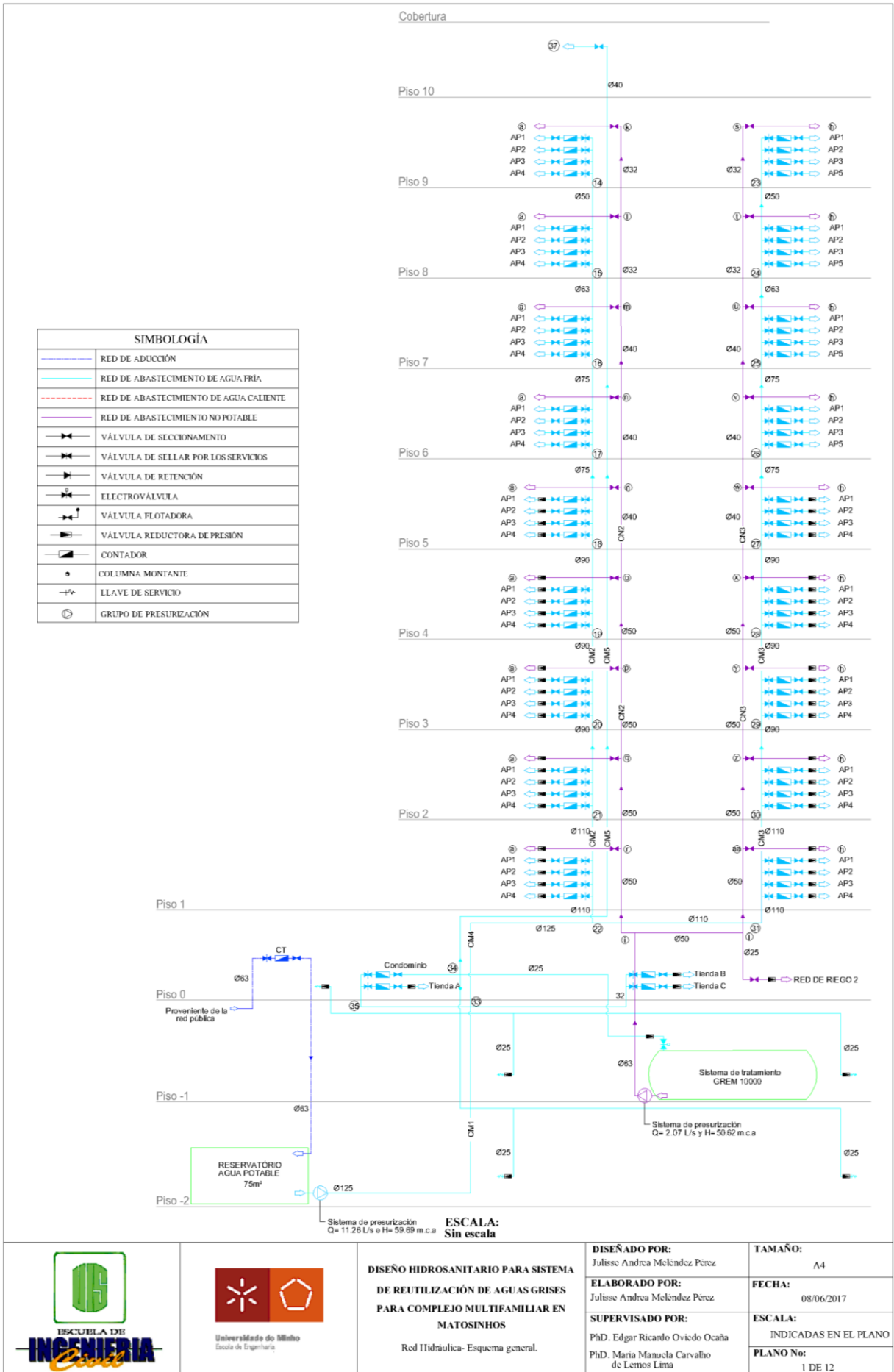
[10] Perdida de carga total- ΔH (m)

[11] H geométrica (m)

[12] H manométrica (m.c.a.) (aguas abajo)

[13] H manométrica (m.c.a.) (aguas arriba)

Anexo L. Trazados del diseño hidrosanitario



SIMBOLOGÍA	
	RED DE ADUCCIÓN
	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRÍA
	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE
	RED DE ABASTECIMIENTO NO POTABLE
	VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
	VÁLVULA DE SELLAR POR LOS SERVICIOS
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	ELECTROVÁLVULA
	VÁLVULA FLOTADORA
	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN
	CONTADOR
	COLUMNA MONTANTE
	LLAVE DE SERVICIO
	GRUPO DE PRESURIZACIÓN



DISEÑO HIDROSANITARIO PARA SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES PARA COMPLEJO MULTIFAMILIAR EN MATOSINHOS
 Red Hidráulica- Esquema general.

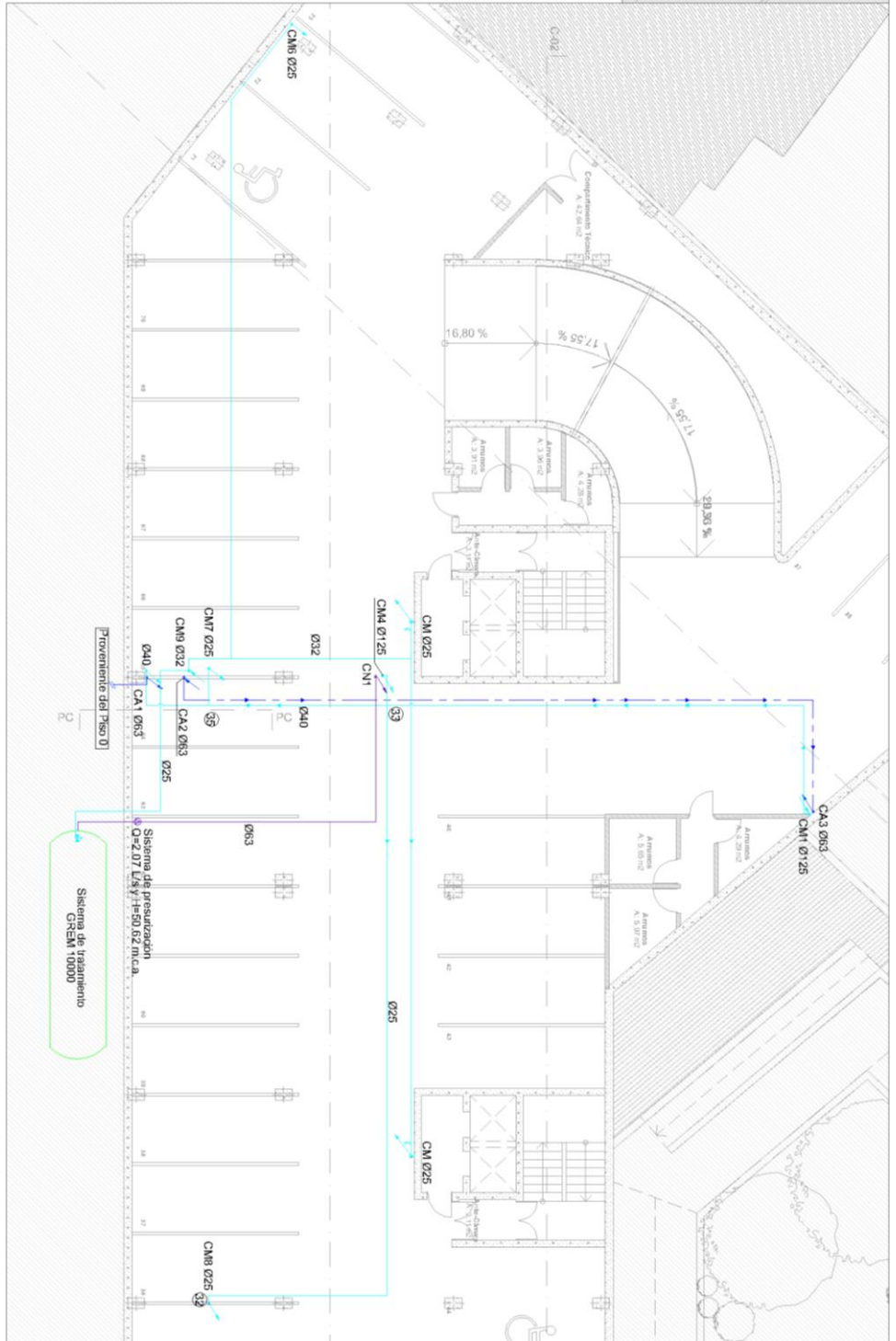
DISEÑADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez
ELABORADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez
SUPERVISADO POR: Ph.D. Edgar Ricardo Oviedo Ocaña
 Ph.D. Maria Manuela Carvalho de Lemos Lima

TAMAÑO: A4
FECHA: 08/06/2017
ESCALA: INDICADAS EN EL PLANO
PLANO No: 1 DE 12



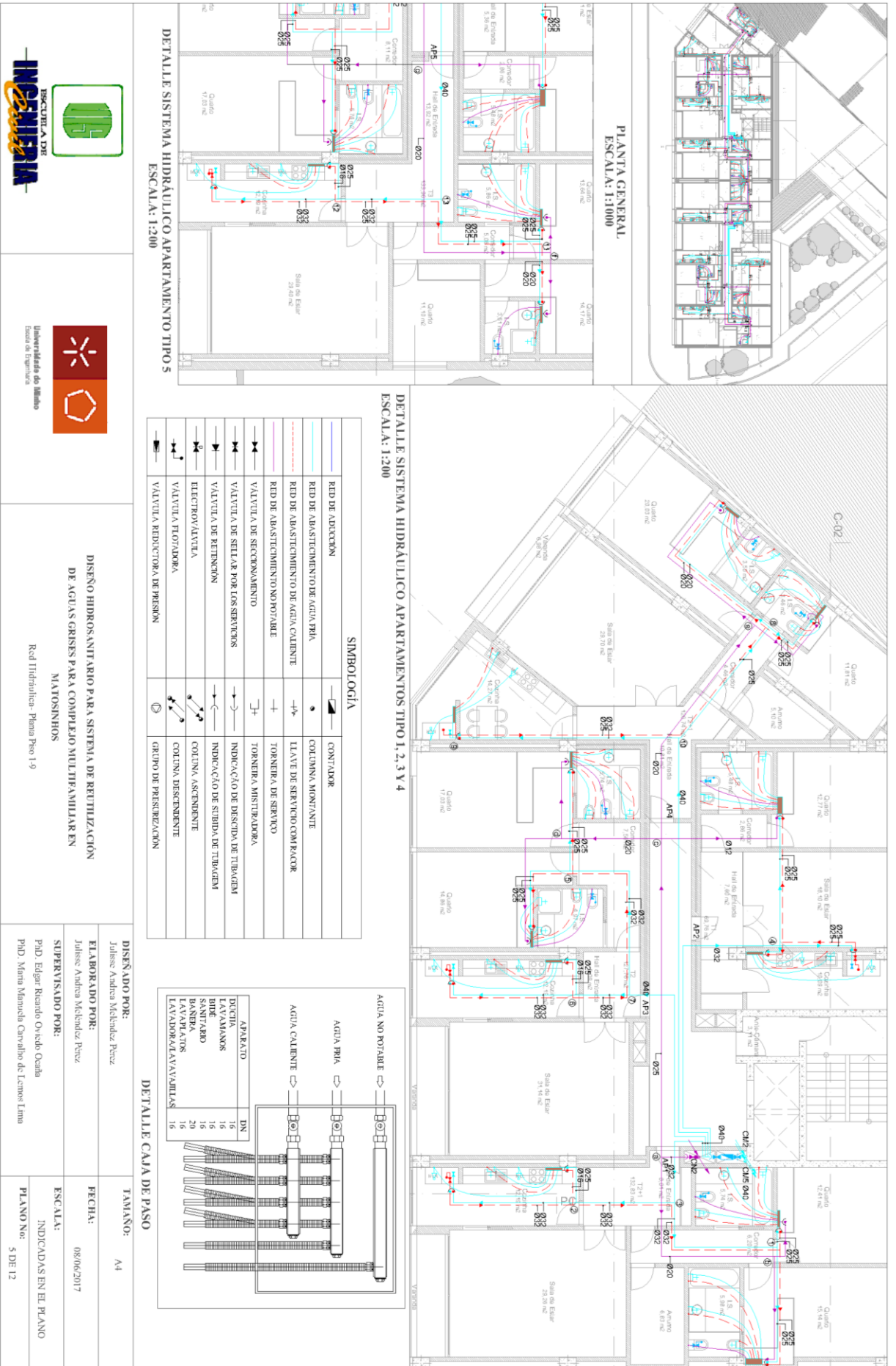
PLANTA GENERAL
ESCALA: 1:1500

SIMBOLOGÍA	
	RED DE ABUSCACION
	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRIA
	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE
	RED DE ABASTECIMIENTO NO MOTIVABLE
	VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
	VÁLVULA DE SELLAR POR LOS SERVICIOS
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	ELECTROVÁLVULA
	VÁLVULA FLOTADORA
	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESION
	COLUMNA MONTANTE
	LLAVE DE SERVICIO COMPAÑOR
	TORNIERA DE SERVICIO
	TORNIERA MISTRADORA
	INDICACIÓN DE DESCLIVA DE TUBERIAM
	INDICACIÓN DE SUBIDA DE TUBERIAM
	COLUMNA DESCENDENTE
	GREMO DE PRESURIZACIÓN



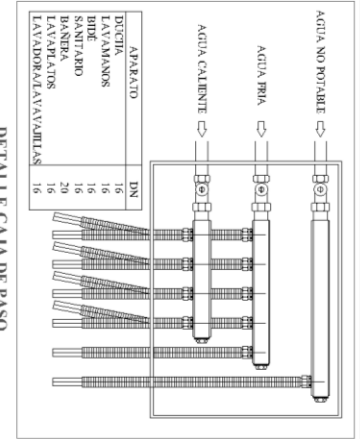
DETALLE SISTEMA HIDRÁULICO
ESCALA: 1:250

		<p> DISEÑO HIDROSANITARIO PARA SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS PARA COMPLEJO MULTIFAMILIAR EN MATOSINHOS Red Hidráulica: Planta Piso - 1 </p>	<p> DISEÑO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez </p>	<p> TAMAÑO: A4 </p>
		<p> SUPERVISADO POR: Ptd. Edgar Ricardo Oviedo Ocaña Ptd. Miroslava Mena de Cevallos de Lemos Lima </p>	<p> ESCALA: INDICADAS EN EL PLANO </p>	<p> PLANO No: 3 DE 12 </p>



SIMBOLOGÍA

	RED DE DIRECCION		CONTADOR
	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRIA		COLUINA, MONITORE
	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE		LLAVE DE SERVICIO COMPACTOR
	RED DE ABASTECIMIENTO NO PORTABLE		TORNERIA DE SERVICIO
	VALVULA DE SECCIONAMIENTO		TORNERIA MISTRADORA
	VALVULA DE SELLAR POR LOS SERVICIOS		INDICACION DE DISQUA DE TIRAGEM
	VALVULA DE RETENCION		INDICACION DE SUBIDA DE TIRAGEM
	ELECTROVALVULA		COLUINA, ASCENDENTE
	VALVULA ROTATORIA		COLUINA, DESCENDENTE
	VALVULA REDUCTORA DE PRESION		GRUPO DE PRESERIZACION

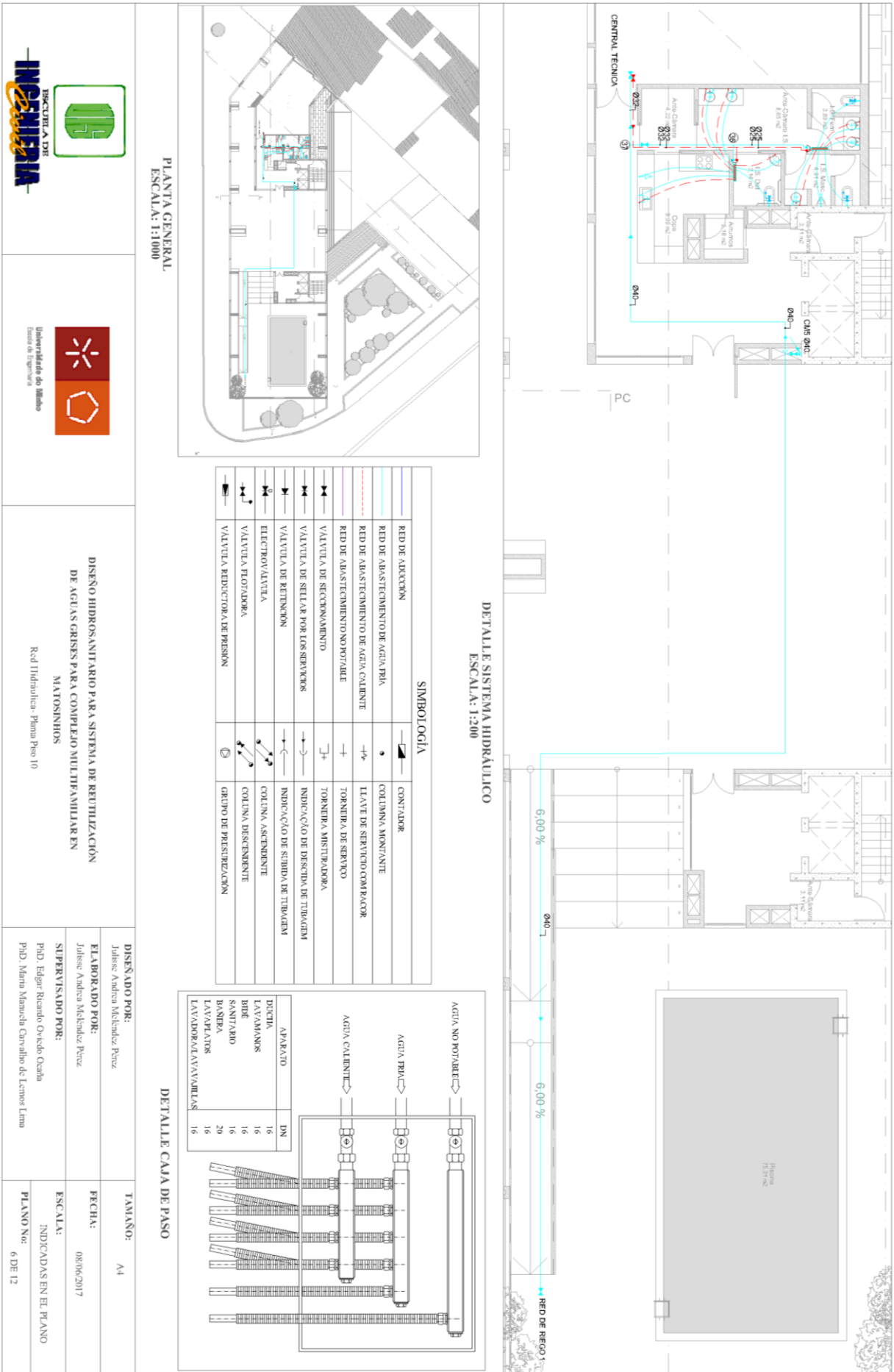


DISEÑO HIDROSANITARIO PARA SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS CRISIS PARA COMPLEJO MULTIFAMILIAR EN MATOSINHOS

Ref. Hidráulica - Planta Piso 1-9

DISEÑADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	TAMAÑO: A4
ELABORADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	FECHA: 08/06/2017
SUPERVISADO POR: PHD. Edgar Ricardo Oviedo Quarta PHD. Mariana Marmola Cavallo de Lemos Lima	ESCALA: INDICADAS EN EL PLANO
	PLANO No.: 5 DE 12





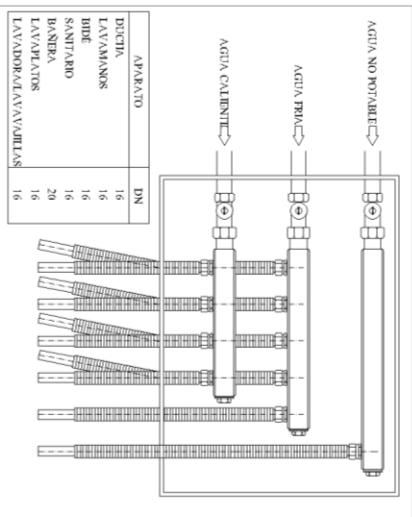
PLANTA GENERAL
ESCALA: 1:1000

DETALLE SISTEMA HIDRÁULICO
ESCALA: 1:200

DETALLE CAJA DE PASO

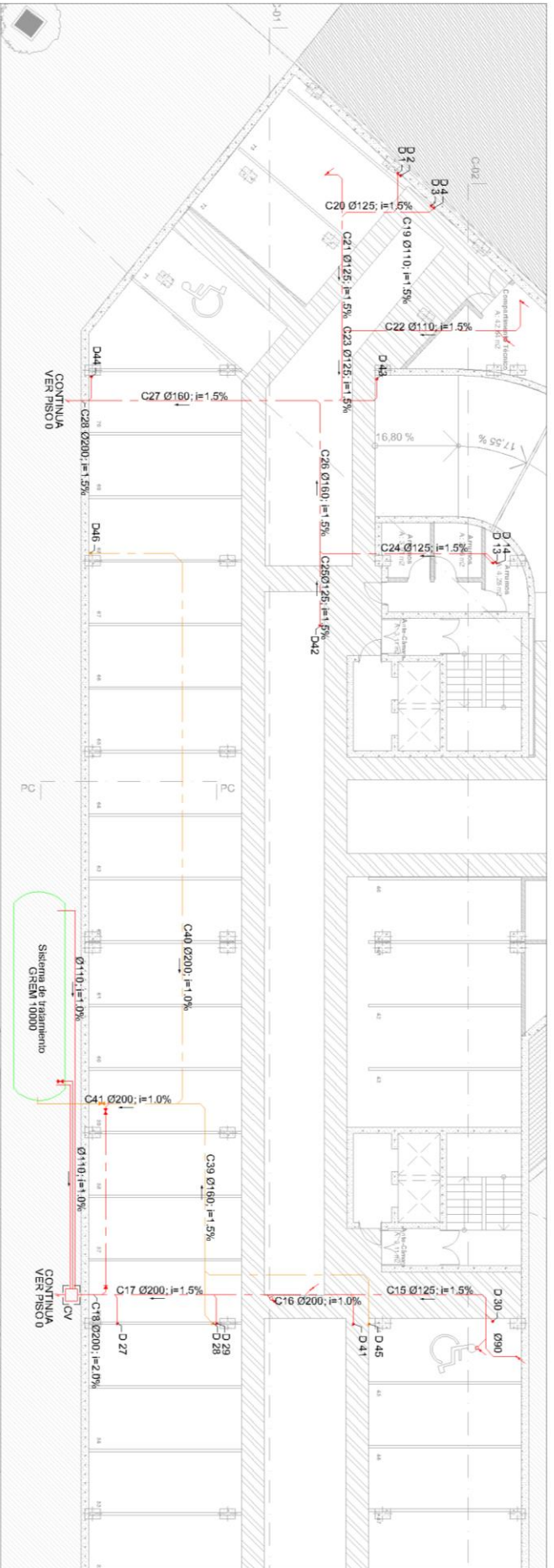
SIMBOLOGÍA

	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRÍA		CONTADOR
	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE		COLUMNA MONTANTE
	RED DE ABASTECIMIENTO ROTABLE		LLAVE DE SERVICIO TORNERA DE SERVICIO
	VALVULA DE SECCIONAMIENTO		TORNERA MISTRADORA
	VALVULA DE SELLAR POR LOS SERVICIOS		INDICACION DE DISEÑO DE TIRAJEM
	VALVULA DE RETENCION		INDICACION DE SIBIDA DE TIRAJEM
	ELECTROVALVULA		COLUMNA ASCENDENTE
	VALVULA FLOTADORA		COLUMNA DESCENDENTE
	VALVULA REDUCTORA DE PRESION		GRUPO DE PRESERVACION



DISEÑO HIDROSANITARIO PARA SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES PARA COMPLEJO MULTIFAMILIAR EN MATOSINHOS
Red Hidráulica - Planta Piso 10

DISEÑADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	TAMAÑO: A4
ELABORADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	FECHA: 08/06/2017
SUPERVISADO POR: P.D. Edgar Ricardo Oviedo Ocaña P.D. Miriam Mariela Camacho de Lemos Lima	ESCALA: INDICADAS EN EL PLANO
	PLANO N.º: 6 DE 12



DETALLE SISTEMA SANITARIO
ESCALA: 1:250

SIMBOLOGÍA	
—	RED DE DRENAGE DE AGUAS RESIDUALES
—	DOMESTICAS (EMBEBIDO/SIN TUBERADIA)
—	RED DE DRENAGE DE AGUAS RESIDUALES
—	DOMESTICAS (SUSPENSAS A LA VISTA)
—	RED DE DRENAGE DE AGUAS RESIDUALES
—	DOMESTICAS (EMBEBIDO/SIN TUBERADIA)
—	RED DE DRENAGE DE AGUAS RESIDUALES
—	DOMESTICAS (SUSPENSAS A LA VISTA)
—	RED DE VENTILACION
—	CAJA DE PASO
○	SIFON
○	LEVACION A LAS REDES RESERVORIOS EN EL TETTO
○	DEL TETTO INTERIOR
○	DOMESTICAS N.º DE LA SECCION X
○	TIPO DE VENTILACION N.º DE LA SECCION X
○	R
○	SIFON DE PAVIMENTO DE 100x100-SALIDA Ø90
○	CV
○	CAJA DE VISTA RESIDUAL
○	CVL
○	CAJA DE RAMAL DE LEVACION

BAVANTES			
DESIG.	DIAMETRO (mm)	DESIG.	DIAMETRO (mm)
D1	110	D24	125
D2	110	D25	110
D3	125	D26	125
D4	110	D27	200
D5	125	D28	160
D6	125	D29	110
D7	110	D30	125
D8	110	D31	125
D9	125	D32	125
D10	125	D33	110
D11	110	D34	110
D12	110	D35	125
D13	125	D36	110
D14	90	D37	125
D15	75	D38	110
D16	90	D39	110
D17	125	D40	75
D18	110	D41	200
D19	125	D42	125
D20	110	D43	110
D21	125	D44	200
D22	110	D45	160
D23	110	D46	200

APARELLO	Ø (mm)
LAVAMANOS	40
W.C.	40
SANITARIO	90
URINAL	50
LAVAFATOS	50
BANINIA	40
DUCHA	40
SIFON CON CAJA DE PASO	75
LAVABOYAS	50
LAVABOYAS	50
CALENTADOR	50



PLANTA GENERAL
ESCALA: 1:1000

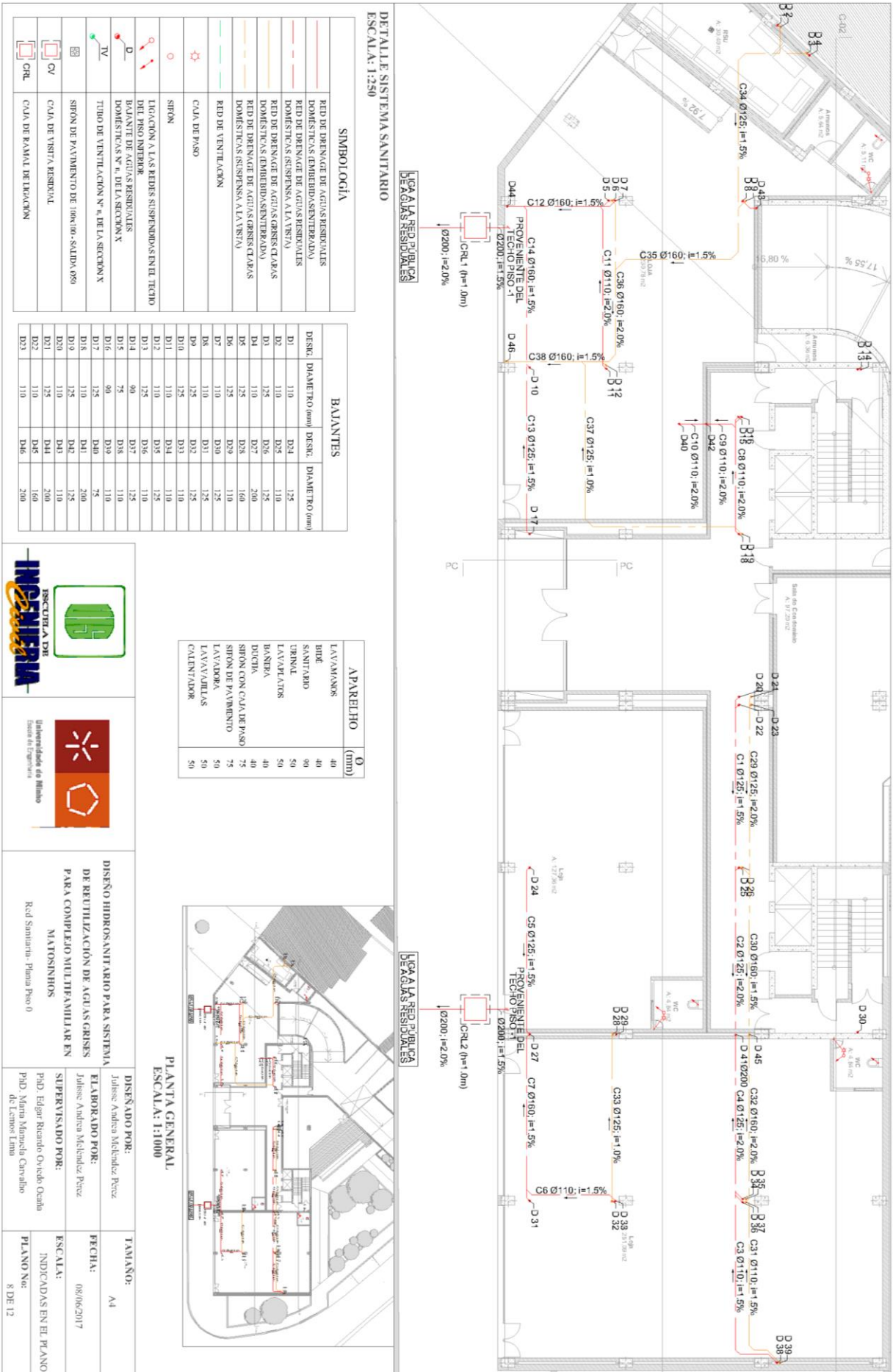
INGENIERIA

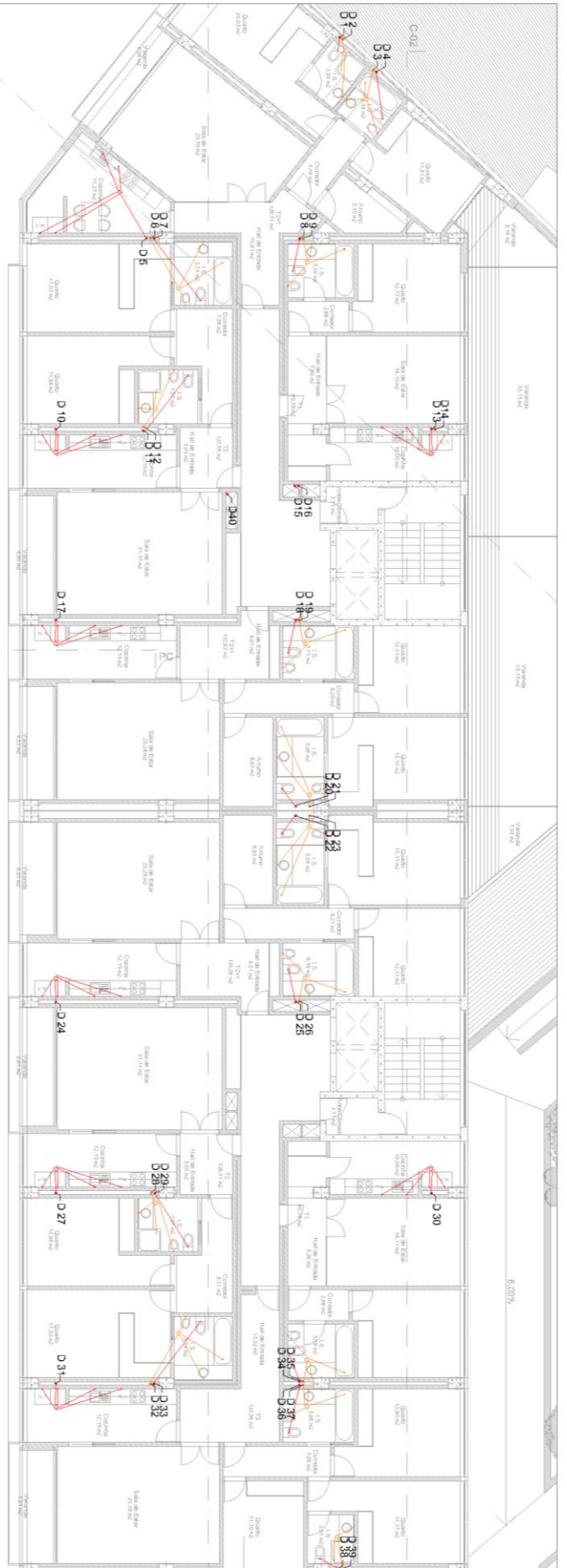
Universidad de Biallino
Facultad de Ingeniería

DISÑO HIDROSANITARIO PARA SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISAS PARA COMPLEJO MULTIFAMILIAR EN MATOSINHOS

Red Sanitaria - Planta Piso - 1

DISEÑADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	TAMAÑO: A4
ELABORADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	FECHA: 08/06/2017
SUPERVISADO POR: PI.D. Edgar Ricardo Oviedo Quana PI.D. María Mercedes Cervellio de Lemos Lema	ESCALA: INDICADAS EN EL PLANO PLANO No: 7 DE 12





DETALLE SISTEMA SANITARIO
ESCALA: 1:250

SIMBOLOGÍA	
	RED DE DRENAGE DE AGUAS RESIDUALES
	DOMESTICAS (EMBRIDAS/SENTRERADA)
	RED DE DRENAGE DE AGUAS RESIDUALES
	DOMESTICAS (SUSPNSA A LA VISTA)
	RED DE DRENAGE DE AGUAS GRISAS (CLARAS)
	DOMESTICAS (EMBRIDAS/SENTRERADA)
	RED DE DRENAGE DE AGUAS GRISAS (CLARAS)
	DOMESTICAS (SUSPNSA A LA VISTA)
	RED DE VENTILACION
	CAJA DE PASO
	SIFON
	TIAGION A LAS REDES SUSPENDIDAS EN EL TEJIDO
	DEL PISO INTERIOR
	BOYANTE DE AGUAS RESIDUALES
	DOMESTICAS N° n. DE LA SECCION X
	TIPO DE VENTILACION N° n. DE LA SECCION X
	SIFON DE PAVIMENTO DE 100x100 - S.A.R.B.A. 050
	CAJA DE VISTA RESIDUAL
	CAJA DE RAMAL DE DERIVACION

BAYANTES			
DESCR.	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (mm)	
D1	110	D24	125
D2	110	D28	110
D3	125	D26	125
D4	110	D27	200
D5	125	D28	160
D6	125	D29	110
D7	110	D30	125
D8	110	D31	125
D9	125	D32	125
D10	125	D33	110
D11	110	D34	110
D12	110	D35	125
D13	125	D36	110
D14	90	D37	125
D15	75	D38	110
D16	90	D39	110
D17	125	D40	75
D18	110	D41	200
D19	125	D42	125
D20	110	D43	110
D21	125	D44	200
D22	110	D45	160
D23	110	D46	200

APARELHO	Ø (mm)
LAVAMANOS	40
BIDE	40
SANITARIO	90
URINAL	50
LAVAPLATOR	50
PAVIMENTO	40
REJILLA	40
SIFON CON CAJA DE PASO	75
LAVADORA	50
LAVAPLATOR	50
CALIENTABOR	50



PLANTA GENERAL
ESCALA: 1:1000



INGENIERIA

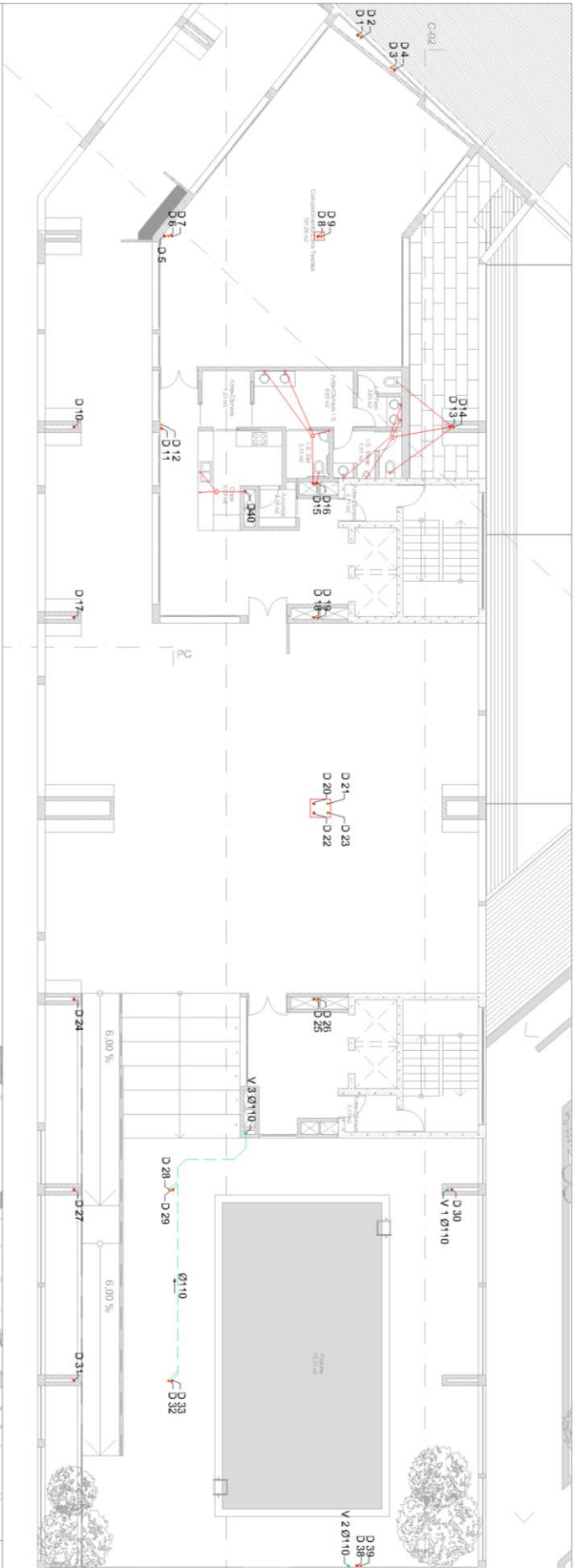


Universidad de Milagro

DISEÑO HIDROSANITARIO PARA SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS PARA COMPLEJO MULTIFAMILIAR EN MATOSINHOS

Red Sanitaria - Planta Piso 1-8

DISEÑADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	TAMAÑO: A4
ELABORADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	FECHA: 08/06/2017
SUPERVISADO POR: PHD. Edgar Ricardo Oviedo García PHD. Mariana Mampelo Carvajal de Espinoza Lem	ESCALA: INDICADAS EN EL PLANO PLANO N°: 9 DE 12



DETALLE SISTEMA SANITARIO
ESCALA: 1:250

SIMBOLOGÍA	
	RED DE DRENAGE DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS (EMBRIDAS/SENTERRADA)
	RED DE DRENAGE DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS SUSPENSAS A LA VISTA
	RED DE DRENAGE DE AGUAS GRISAS TABAS DOMESTICAS (EMBRIDAS/SENTERRADA)
	RED DE DRENAGE DE AGUAS GRISAS TABAS DOMESTICAS SUSPENSAS A LA VISTA
	RED DE VENTILACION
	CAJA DE PASO
	SIFON
	LEVACION A LAS REDES SUSPENDIDAS EN EL TEJIDO DEL PISO INTERIOR
	BALANTE DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS N° H. DE LA SECCION X
	TIPO DE VENTILACION N° H. DE LA SECCION X
	SIFON DE PAVIMENTO DE 100x100 - SALIDA 090
	CAJA DE VISITA RESIDUAL
	CAJA DE RAMAL DE LAVACION

BALANTES			
DESIG.	DIAMETRO (mm)	DESIG.	DIAMETRO (mm)
D1	110	D24	75
D2	110	D25	110
D3	125	D26	75
D4	110	D27	200
D5	125	D28	160
D6	125	D29	110
D7	110	D30	75
D8	110	D31	75
D9	125	D32	75
D10	125	D33	110
D11	110	D34	110
D12	110	D35	125
D13	125	D36	110
D14	90	D37	110
D15	90	D38	110
D16	125	D39	75
D17	110	D40	75
D18	110	D41	200
D19	125	D42	125
D20	110	D43	110
D21	125	D44	200
D22	110	D45	160
D23	110	D46	200

APARELLO	Ø (mm)
LAVABANOS	40
BIDÉ	40
SANITARIO	90
URINAL	50
LAVAPLATOS	50
BAÑERA	40
COCINA	40
SIFON CON CALA DE PASO	75
LAVADORA	50
LAVABIDILLOS	50
CALENTADOR	50



PLANTA GENERAL
ESCALA: 1:1000

		DISEÑO HIDROSANITARIO PARA SISTEMA DE RETILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS PARA COMPLEJO MULTIFAMILIAR EN MATOSINHOS Red Sanitaria - Planta Piso 10	DISEÑADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	TAMAÑO: A4
			ELABORADO POR: Julisse Andrea Meléndez Pérez	FECHA: 08/06/2017
			SUPERVISADO POR: PHD. Edgar Ricardo Oviedo Ocarina PHD. María Mercedes Carralho de Larrosa Lemus	INDICADAS EN EL PLANO PLANO N°: 11 DE 12

Anexo M. Presupuesto del sistema hidrosanitario nuevo (con reutilización de aguas grises) y del sistema original [Generado con Arquimedes de CYPE] (cada item presenta un incremento porcentual debido a accesorios tales como conexiones y demás).

Ud	Resumo	Preço (€)	Sistema novo		Sistema original	
			Quantidade	Importância (€)	Quantidade	Importância (€)
Sistema hidrosanitario				313.271,33		269.504,84
Redes de drenagem horizontais				1.714,59		1.586,07
Ud	Câmara de inspeção, de 1,20 m de diâmetro interior e de 1,6 m de altura útil interior, de alvenaria de tijolo cerâmico furado de uma vez de espessura assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6, reboco e brunidura interior com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:3 e elementos pré-fabricados de betão simples, sobre base de 25 cm de espessura de betão armado C35/45 (XC4(P) + XA2(P); D25; S2; CI 0,2) ligeiramente armada com malha electrossoldada, com fecho de tampa circular com bloqueio e aro de ferro fundido classe D-400 segundo NP EN 124, instalado em faixas de rodagem, incluindo vias pedonais, ou zonas de estacionamento para todo o tipo de veículos.	498,15	2,000	996,30	2,000	996,30
m ³	Betão C35/45 (XC4(P) + XA2(P); D25; S2; CI 0,2), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	96,87	0,867	83,99	0,867	83,99
m ²	Malha electrossoldada AR82 100x300 mm, com arames longitudinais de 8,2 mm de diâmetro e arames transversais de 6,5 mm de diâmetro, aço A500 EL.	4,11	2,890	11,88	2,890	11,88
m ³	Betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; CI 0,4), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	104,56	0,472	49,35	0,472	49,35
Ud	Tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x9 cm, segundo NP EN 771-1.	0,09	95,000	8,55	95,000	8,55
m ³	Água.	1,32	0,038	0,05	0,038	0,05
t	Areia de pedreira, para argamassa preparada em obra.	15,41	0,297	4,58	0,297	4,58
kg	Cimento Portland CEM II/B-L 32,5 R, cor cinzento, em sacos, segundo NP EN 197-1.	0,09	62,429	5,62	62,429	5,62
kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilização de argamassas ou betões.	1,06	0,679	0,72	0,679	0,72
Ud	Manilha pré-fabricada de betão simples, com união rígida macho-fêmea com junta de borracha, segundo EN 1917, de 120 cm de diâmetro interior e 50 cm de altura, resistência à compressão maior que 250 kg/cm ² , para formação de câmara de inspeção.	43,35	1,000	43,35	1,000	43,35
Ud	Cone assimétrico pré-fabricado de betão simples, com união rígida macho-fêmea com junta de borracha, segundo EN 1917, de 120 a 60 cm de diâmetro interior e 60 cm de altura, resistência à compressão maior que 250 kg/cm ² , para formação de câmara de inspeção.	54,82	1,000	54,82	1,000	54,82
kg	Lubrificante para união com junta elástica, em câmaras de inspeção pré-fabricadas.	2,25	0,008	0,02	0,008	0,02
Ud	Tampa circular com bloqueio através de trincos e aro de ferro fundido dúctil de 850 mm de diâmetro exterior e 100 mm de altura, passagem livre de 600 mm, para câmara, classe D-400 segundo NP EN 124. Tampa revestida com tinta betuminosa e aro provido de junta de insonorização de polietileno e dispositivo anti-roubo.	68,00	1,000	68,00	1,000	68,00
Ud	Degrau de polipropileno enformado em U, para câmara, de 330x160 mm, secção transversal de D=25 mm, segundo EN 1917.	3,72	4,000	14,88	4,000	14,88

ANEXOS

h	Camião com grua de carga máxima 6 t.	44,70	0,201	8,98	0,201	8,98
h	Betoneira.	1,55	0,135	0,21	0,135	0,21
h	Oficial de 1ª construção de obra civil.	16,09	4,638	74,63	4,638	74,63
h	Ajudante de construção de obra civil.	15,70	3,742	58,75	3,742	58,75
%	Custos directos complementares	488,38	2,000	9,77	2,000	9,77
Ud	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 70x70x80 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	128,52	1,000	128,52	0,000	0,00
m³	Betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	104,56	0,229	23,94	0,229	23,94
Ud	Tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x9 cm, segundo NP EN 771-1.	0,09	49,000	4,41	49,000	4,41
m³	Água.	1,32	0,014	0,02	0,014	0,02
t	Areia de pedraira, para argamassa preparada em obra.	15,41	0,097	1,49	0,097	1,49
kg	Cimento Portland CEM II/B-L 32,5 R, cor cinzento, em sacos, segundo NP EN 197-1.	0,09	24,050	2,16	24,050	2,16
Ud	Conjunto de peças de PVC para realizar no fundo da caixa de passagem, as aberturas correspondentes.	4,52	1,000	4,52	1,000	4,52
kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilização de argamassas ou betões.	1,06	0,369	0,39	0,369	0,39
Ud	Conjunto de elementos necessários para garantir o fecho hermético à passagem de maus odores em caixas de saneamento, composto por: angulares e chapas metálicas com os seus elementos de fixação e ancoragem, junta de neopreno, óleo e outros acessórios.	6,27	1,000	6,27	1,000	6,27
Ud	Tampa de betão armado pré-fabricada, 85x85x5 cm.	24,43	1,000	24,43	1,000	24,43
h	Betoneira.	1,55	0,045	0,07	0,045	0,07
h	Oficial de 1ª construção.	16,09	1,892	30,44	1,892	30,44
h	Operário não qualificado construção.	15,10	1,845	27,86	1,845	27,86
%	Custos directos complementares	126,00	2,000	2,52	2,000	2,52
m	Ramal de ligação geral de saneamento à rede geral do município, de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 200 mm de diâmetro, colado com adesivo.	64,83	4,280	277,47	4,280	277,47
m³	Areia de 0 a 5 mm de diâmetro.	10,29	0,385	3,96	0,385	3,96
m	Tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 200 mm de diâmetro exterior e 4,9 mm de espessura, segundo NP EN 1401-1.	7,64	1,050	8,02	1,050	8,02
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,079	0,73	0,079	0,73
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,039	0,55	0,039	0,55
m³	Betão simples C20/25 (X0(P); D25; S2; Cl 1,0), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	91,57	0,090	8,24	0,090	8,24
h	Compressor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.	6,07	0,684	4,15	0,684	4,15
h	Martelo pneumático.	3,59	0,684	2,46	0,684	2,46
h	Retroescavadora sobre pneus, de 70 kW.	32,14	0,031	1,00	0,031	1,00
h	Apiloador (Saltitão) de condução manual, de 80 kg, com placa de 30x30 cm.	3,22	0,225	0,72	0,225	0,72
h	Oficial de 1ª construção.	16,09	1,177	18,94	1,177	18,94
h	Operário especializado construção.	15,58	0,589	9,18	0,589	9,18

h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,136	2,26	0,136	2,26
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,136	2,13	0,136	2,13
%	Custos directos complementares	62,34	4,000	2,49	4,000	2,49
Ud	Ligação do ramal de ligação do edifício à rede geral de saneamento do município.	156,15	2,000	312,30	2,000	312,30
m³	Água.	1,32	0,013	0,02	0,013	0,02
t	Areia de pedreira, para argamassa preparada em obra.	15,41	0,106	1,63	0,106	1,63
kg	Cimento Portland CEM II/B-L 32,5 R, cor cinzento, em sacos, segundo NP EN 197-1.	0,09	16,250	1,46	16,250	1,46
Ud	Material para execução de junta flexível na união do ramal de ligação à câmara de inspecção.	11,78	1,000	11,78	1,000	11,78
h	Compressor portátil diesel média pressão 10 m³/min.	6,09	1,009	6,14	1,009	6,14
h	Martelo pneumático.	3,59	2,017	7,24	2,017	7,24
h	Betoneira.	1,55	0,046	0,07	0,046	0,07
h	Oficial de 1ª construção.	16,09	2,959	47,61	2,959	47,61
h	Operário especializado construção.	15,58	4,951	77,14	4,951	77,14
%	Custos directos complementares	153,09	2,000	3,06	2,000	3,06
Instalações				180.954,50		163.568,50
Abastecimento de água potável e não potável				137.467,09		125.420,03
Ud	Ramal de ligação enterrado de abastecimento de água potável de 1,5 m de comprimento, formado por tubo de polietileno PE 100, de 63 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 3,8 mm de espessura e válvula de corte alojada na caixa de visita pré-fabricada de polipropileno.	258,35	1,000	258,35	1,000	258,35
m³	Betão simples C20/25 (X0(P); D25; S2; Cl 1,0), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	91,57	0,260	23,81	0,260	23,81
m³	Areia de 0 a 5 mm de diâmetro.	10,29	0,183	1,88	0,183	1,88
Ud	Abraçadeira de tomada em carga de PP, para tubo de polietileno, de 63 mm de diâmetro exterior, segundo EN ISO 15874-3.	2,50	1,000	2,50	1,000	2,50
m	Ramal de ligação de polietileno PE 100, de 63 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 3,8 mm de espessura, segundo NP EN 12201-2, inclusive p/p de acessórios de ligação e peças especiais.	2,93	1,500	4,40	1,500	4,40
Ud	Caixa de passagem de polipropileno, 40x40x40 cm.	37,82	1,000	37,82	1,000	37,82
Ud	Tampa de PVC, para caixas de abastecimento de água de 40x40 cm.	25,25	1,000	25,25	1,000	25,25
Ud	Válvula de esfera de latão niquelado para enroscar de 2", com manípulo de encaixe quadrado.	23,90	1,000	23,90	1,000	23,90
h	Compressor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.	6,07	0,454	2,76	0,454	2,76
h	Martelo pneumático.	3,59	0,454	1,63	0,454	1,63
h	Oficial de 1ª construção.	16,09	1,261	20,29	1,261	20,29
h	Operário não qualificado construção.	15,10	0,690	10,42	0,690	10,42
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	3,827	63,60	3,827	63,60
h	Ajudante de canalizador.	15,68	1,923	30,15	1,923	30,15
%	Custos directos complementares	248,41	4,000	9,94	4,000	9,94
Ud	Ramal de introdução de água potável, de 2 m de comprimento, colocado superficialmente, formada por	24,05	1,000	24,05	1,000	24,05

	tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm.					
Ud	Material auxiliar para montaje e fixación das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diámetro exterior.	0,27	2,000	0,54	2,000	0,54
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm e 5,8 mm de espesura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	8,63	2,000	17,26	2,000	17,26
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,179	2,97	0,179	2,97
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,179	2,81	0,179	2,81
%	Custos directos complementares	23,58	2,000	0,47	2,000	0,47
m	Tubagem para ramal de introdução de água potável, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm.	12,05	40,340	486,10	40,340	486,10
Ud	Material auxiliar para montaje e fixación das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diámetro exterior.	0,27	1,000	0,27	1,000	0,27
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm e 5,8 mm de espesura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	8,63	1,000	8,63	1,000	8,63
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,090	1,50	0,090	1,50
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,090	1,41	0,090	1,41
%	Custos directos complementares	11,81	2,000	0,24	2,000	0,24
m	Tubagem para ramal de introdução de água potável, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 125 mm de diámetro exterior, PN=10 atm.	39,47	29,690	1.171,86	29,690	1.171,86
Ud	Material auxiliar para montaje e fixación das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 125 mm de diámetro exterior.	1,06	1,000	1,06	1,000	1,06
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 125 mm de diámetro exterior, PN=10 atm e 11,4 mm de espesura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	33,48	1,000	33,48	1,000	33,48
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,129	2,14	0,129	2,14
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,129	2,02	0,129	2,02
%	Custos directos complementares	38,70	2,000	0,77	2,000	0,77
Ud	Sistema de aumento de presión HYDRO MULTI-E 3 CRE15-5 de Grundfos con potencia de la bomba principal de 7,5 kW	17.008,70	1,000	17.008,70	1,000	17.008,70
Ud	Sistema de aumento de presión, formado por 3 bombas CRE (1 de reserva) acopladas en paralelo montadas sobre un armazón base común, que se suministra con todas las fijaciones necesarias. En el lado de aspiración van montados un colector de aspiración, un interruptor de presión acoplado a una válvula de drenaje y una válvula de aislamiento. En el lado de descarga de las bombas van montados una válvula de retención, una válvula de aislamiento, un manómetro, dos transmisores de presión acoplados a una válvula de drenaje, un	16.614,84	1,000	16.614,84	1,000	16.614,84

	depósito de membrana de 12 L y un colector de descarga de acero inoxidable. Incluye 2 salidas digitales, 2 entradas digitales (una de ellas se utiliza como protección frente a la marcha en seco), 2 entradas analógicas (una de ellas se utiliza para el sensor de presión de descarga), función multimaestro, 2 funciones de límite, función de influencia del punto de ajuste, función de llenado de tuberías, motores PM de alta eficiencia energética					
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	9,939	165,19	9,939	165,19
h	Ajudante de canalizador.	15,68	4,969	77,91	4,969	77,91
%	Custos directos complementares	7.490,64	2,000	149,81	2,000	149,81
Ud	Sistema compacto de aumento d epresión HYDRO MPC-E 2 CRIE5-9 de Grundfos con potencia nominal de 2,2 kW	8.334,69	1,000	8.334,69	0,000	0,00
Ud	Grupo de aumento de presión, formado por 2 bombas CRIE5-9 con potencia nominal de 2,2 kW, incluye dos colectores en acero inoxidable EN DIN 1.4571, bancada en acero inoxidable EN DIN 1.4301 hasta CR 90; y superiores las bombas se colocan en una bancada en galvanizado I-Beam, una válvula de retención (POM) y dos válvulas de aislamiento para cada bomba, adaptador con válvula de aislamiento para laconexión a un tanque de diafragma, indicador de presión y transmisor de presión (salida analógica 4 - 20 mA), control MPC en un armario metálico, IP54, incluyendo los interruptores principales, todos los fusibles necesarios, protección del motor, equipo de conmutación y microprocesador CU 352.	8.175,81	1,000	8.175,81	1,000	8.175,81
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	4,392	73,00	4,392	73,00
h	Ajudante de canalizador.	15,68	2,196	34,43	2,196	34,43
%	Custos directos complementares	2.525,12	2,000	50,50	2,000	50,50
Ud	Válvula limitadora de pressão de latão, de 1" DN 25 mm de diâmetro, pressão máxima de entrada de 15 bar, com filtro de retenção de resíduos.	64,09	10,000	640,90	9,000	576,81
Ud	Válvula limitadora de pressão de latão, de 1" DN 25 mm de diâmetro, pressão máxima de entrada de 15 bar e pressão de saída regulável entre 0,5 e 4 bar, temperatura máxima de 70°C, com racores.	39,58	1,000	39,58	1,000	39,58
Ud	Manómetro com banho de glicerina e diâmetro de esfera de 100 mm, com tomada vertical, para montagem roscado de 1/4", escala de pressão de 0 a 10 bar.	7,92	1,000	7,92	1,000	7,92
Ud	Filtro de retenção de resíduos de latão, com peneiro de aço inoxidável com perfurações de 0,4 mm de diâmetro, com rosca de 1", para uma pressão máxima de funcionamento de 16 bar e uma temperatura máxima de 110°C.	8,76	1,000	8,76	1,000	8,76
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,174	2,89	0,174	2,89
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,174	2,73	0,174	2,73

ANEXOS

%	Custos directos complementares	62,83	2,000	1,26	2,000	1,26
Ud	Válvula limitadora de pressão de latão, de 1 1/4" DN 32 mm de diâmetro, pressão máxima de entrada de 15 bar, com filtro de retenção de resíduos.	88,90	18,000	1.600,20	0,000	0,00
Ud	Válvula limitadora de pressão de latão, de 1 1/4" DN 32 mm de diâmetro, pressão máxima de entrada de 15 bar e pressão de saída regulável entre 0,5 e 4 bar, temperatura máxima de 70°C, com racores.	58,40	1,000	58,40	1,000	58,40
Ud	Manómetro com banho de glicerina e diâmetro de esfera de 100 mm, com tomada vertical, para montagem roscado de 1/4", escala de pressão de 0 a 10 bar.	7,92	1,000	7,92	1,000	7,92
Ud	Filtro de retenção de resíduos de latão, com peneiro de aço inoxidável com perfurações de 0,5 mm de diâmetro, com rosca de 1 1/4", para uma pressão máxima de funcionamento de 16 bar e uma temperatura máxima de 110°C.	13,07	1,000	13,07	1,000	13,07
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,211	3,51	0,211	3,51
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,211	3,31	0,211	3,31
%	Custos directos complementares	87,16	2,000	1,74	2,000	1,74
Ud	Válvula limitadora de pressão de latão, de 1 1/2" DN 40 mm de diâmetro, pressão máxima de entrada de 15 bar, com filtro de retenção de resíduos.	117,57	30,000	3.527,10	40,000	4.702,80
Ud	Válvula limitadora de pressão de latão, de 1 1/2" DN 40 mm de diâmetro, pressão máxima de entrada de 15 bar e pressão de saída regulável entre 0,5 e 4 bar, temperatura máxima de 70°C, com racores.	81,22	1,000	81,22	1,000	81,22
Ud	Manómetro com banho de glicerina e diâmetro de esfera de 100 mm, com tomada vertical, para montagem roscado de 1/4", escala de pressão de 0 a 10 bar.	7,92	1,000	7,92	1,000	7,92
Ud	Filtro de retenção de resíduos de latão, com peneiro de aço inoxidável com perfurações de 0,5 mm de diâmetro, com rosca de 1 1/2", para uma pressão máxima de funcionamento de 16 bar e uma temperatura máxima de 110°C.	17,45	1,000	17,45	1,000	17,45
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,239	3,97	0,239	3,97
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,239	3,75	0,239	3,75
%	Custos directos complementares	115,26	2,000	2,31	2,000	2,31
m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	2,93	8,000	23,44	8,000	23,44
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior.	0,04	1,000	0,04	1,000	0,04
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,3 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,22	1,000	1,22	1,000	1,22
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,050	0,83	0,050	0,83
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,050	0,78	0,050	0,78
%	Custos directos complementares	2,87	2,000	0,06	2,000	0,06

m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	4,12	13,000	53,56	1,000	4,12
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior.	0,07	1,000	0,07	1,000	0,07
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,9 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	2,03	1,000	2,03	1,000	2,03
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,060	1,00	0,060	1,00
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,060	0,94	0,060	0,94
%	Custos directos complementares	4,04	2,000	0,08	2,000	0,08
m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	5,60	18,000	100,80	30,000	168,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior.	0,11	1,000	0,11	1,000	0,11
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 3,7 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	3,09	1,000	3,09	1,000	3,09
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,071	1,18	0,071	1,18
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,071	1,11	0,071	1,11
%	Custos directos complementares	5,49	2,000	0,11	2,000	0,11
m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	7,82	30,000	234,60	6,000	46,92
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior.	0,17	1,000	0,17	1,000	0,17
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 4,6 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	4,88	1,000	4,88	1,000	4,88
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,081	1,35	0,081	1,35
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,081	1,27	0,081	1,27
%	Custos directos complementares	7,67	2,000	0,15	2,000	0,15
m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	11,07	9,000	99,63	6,000	66,42
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diâmetro exterior.	0,27	1,000	0,27	1,000	0,27
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 5,8 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço	7,64	1,000	7,64	1,000	7,64

	incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.					
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,091	1,51	0,091	1,51
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,091	1,43	0,091	1,43
%	Custos directos complementares	10,85	2,000	0,22	2,000	0,22
m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 75 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	14,56	12,000	174,72	12,000	174,72
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 75 mm de diâmetro exterior.	0,38	1,000	0,38	1,000	0,38
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 75 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 6,8 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	10,63	1,000	10,63	1,000	10,63
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,101	1,68	0,101	1,68
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,101	1,58	0,101	1,58
%	Custos directos complementares	14,27	2,000	0,29	2,000	0,29
m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	19,94	18,000	358,92	12,000	239,28
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diâmetro exterior.	0,55	1,000	0,55	1,000	0,55
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 8,2 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	15,42	1,000	15,42	1,000	15,42
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,111	1,84	0,111	1,84
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,111	1,74	0,111	1,74
%	Custos directos complementares	19,55	2,000	0,39	2,000	0,39
m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 110 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	28,08	12,000	336,96	18,000	505,44
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 110 mm de diâmetro exterior.	0,82	1,000	0,82	1,000	0,82
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 110 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 10 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	22,80	1,000	22,80	1,000	22,80
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,121	2,01	0,121	2,01
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,121	1,90	0,121	1,90
%	Custos directos complementares	27,53	2,000	0,55	2,000	0,55
m	Tubagem para coluna montante de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de	35,61	6,000	213,66	6,000	213,66

	polipropileno copolímero random (PP-R), de 125 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.					
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 125 mm de diâmetro exterior.	1,06	1,000	1,06	1,000	1,06
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 125 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 11,4 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	29,62	1,000	29,62	1,000	29,62
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,131	2,18	0,131	2,18
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,131	2,05	0,131	2,05
%	Custos directos complementares	34,91	2,000	0,70	2,000	0,70
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo multicamada de polipropileno copolímero random/alumínio/polipropileno copolímero random (PP-R/Al/PP-R), de 16 mm de diâmetro exterior, PN=20 atm.	3,01	435,240	1.310,07	0,000	0,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens multicamada de polipropileno copolímero random/alumínio/polipropileno copolímero random (PP-R/Al/PP-R), de 16 mm de diâmetro exterior.	0,07	1,000	0,07	1,000	0,07
m	Tubo multicamada de polipropileno copolímero random/alumínio/polipropileno copolímero random (PP-R/Al/PP-R), de 16 mm de diâmetro exterior, PN=20 atm e 2,2 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,56	1,000	1,56	1,000	1,56
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,041	0,68	0,041	0,68
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,041	0,64	0,041	0,64
%	Custos directos complementares	2,95	2,000	0,06	2,000	0,06
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm.	2,94	365,490	1.074,54	81,900	240,79
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,07	1,000	0,07	1,000	0,07
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,9 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,49	1,000	1,49	1,000	1,49
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,041	0,68	0,041	0,68
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,041	0,64	0,041	0,64
%	Custos directos complementares	2,88	2,000	0,06	2,000	0,06
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	2,92	1.006,010	2.937,55	642,700	1.876,68
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior.	0,04	1,000	0,04	1,000	0,04

ANEXOS

m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,3 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,17	1,000	1,17	1,000	1,17
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,051	0,85	0,051	0,85
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,051	0,80	0,051	0,80
%	Custos directos complementares	2,86	2,000	0,06	2,000	0,06
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	4,06	939,840	3.815,75	782,850	3.178,37
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior.	0,07	1,000	0,07	1,000	0,07
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,9 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,94	1,000	1,94	1,000	1,94
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,061	1,01	0,061	1,01
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,061	0,96	0,061	0,96
%	Custos directos complementares	3,98	2,000	0,08	2,000	0,08
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	5,50	591,690	3.254,30	825,810	4.541,96
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior.	0,11	1,000	0,11	1,000	0,11
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 3,7 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	2,95	1,000	2,95	1,000	2,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,072	1,20	0,072	1,20
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,072	1,13	0,072	1,13
%	Custos directos complementares	5,39	2,000	0,11	2,000	0,11
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	7,64	15,930	121,71	0,000	0,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior.	0,17	1,000	0,17	1,000	0,17
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 4,6 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	4,67	1,000	4,67	1,000	4,67
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,082	1,36	0,082	1,36
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,082	1,29	0,082	1,29
%	Custos directos complementares	7,49	2,000	0,15	2,000	0,15

m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	10,76	15,430	166,03	0,000	0,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diâmetro exterior.	0,27	1,000	0,27	1,000	0,27
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 5,8 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	7,31	1,000	7,31	1,000	7,31
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,092	1,53	0,092	1,53
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,092	1,44	0,092	1,44
%	Custos directos complementares	10,55	2,000	0,21	2,000	0,21
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 110 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	27,13	16,100	436,79	16,100	436,79
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 110 mm de diâmetro exterior.	0,82	1,000	0,82	1,000	0,82
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 110 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 10 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	21,81	1,000	21,81	1,000	21,81
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,123	2,04	0,123	2,04
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,123	1,93	0,123	1,93
%	Custos directos complementares	26,60	2,000	0,53	2,000	0,53
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo multicamada de polipropileno copolímero random resistente à temperatura/polipropileno copolímero random resistente à temperatura/polipropileno copolímero random (PP-RCT/PP-RCT/PP-R), de 16 mm de diâmetro exterior, PN=20 atm.	3,50	60,570	212,00	60,570	212,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens multicamada de polipropileno copolímero random resistente à temperatura/polipropileno copolímero random resistente à temperatura/polipropileno copolímero random (PP-RCT/PP-RCT/PP-R), de 16 mm de diâmetro exterior.	0,08	1,000	0,08	1,000	0,08
m	Tubo multicamada de polipropileno copolímero random resistente à temperatura/polipropileno copolímero random resistente à temperatura/polipropileno copolímero random (PP-RCT/PP-RCT/PP-R), de 16 mm de diâmetro exterior, PN=20 atm e 2,2 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	2,03	1,000	2,03	1,000	2,03
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,041	0,68	0,041	0,68
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,041	0,64	0,041	0,64
%	Custos directos complementares	3,43	2,000	0,07	2,000	0,07
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de	2,73	80,010	218,43	80,010	218,43

	polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diâmetro exterior, PN=12,5 atm.					
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diâmetro exterior.	0,06	1,000	0,06	1,000	0,06
m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diâmetro exterior, PN=12,5 atm e 2,3 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,30	1,000	1,30	1,000	1,30
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,041	0,68	0,041	0,68
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,041	0,64	0,041	0,64
%	Custos directos complementares	2,68	2,000	0,05	2,000	0,05
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diâmetro exterior, PN=12,5 atm.	3,69	571,560	2.109,06	571,560	2.109,06
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diâmetro exterior.	0,09	1,000	0,09	1,000	0,09
m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diâmetro exterior, PN=12,5 atm e 2,8 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,88	1,000	1,88	1,000	1,88
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,051	0,85	0,051	0,85
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,051	0,80	0,051	0,80
%	Custos directos complementares	3,62	2,000	0,07	2,000	0,07
m	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 32 mm de diâmetro exterior, PN=12,5 atm.	5,21	518,950	2.703,73	518,950	2.703,73
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 32 mm de diâmetro exterior.	0,14	1,000	0,14	1,000	0,14
m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente à temperatura (PP-RCT), de 32 mm de diâmetro exterior, PN=12,5 atm e 3,6 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	3,00	1,000	3,00	1,000	3,00
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,061	1,01	0,061	1,01
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,061	0,96	0,061	0,96
%	Custos directos complementares	5,11	2,000	0,10	2,000	0,10
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 25 mm de diâmetro e três derivações, de 16 mm de diâmetro.	10,71	113,000	1.210,23	95,000	1.017,45
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 25 mm de diâmetro e três derivações, de 16 mm de diâmetro.	6,25	1,000	6,25	1,000	6,25
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,102	1,70	0,102	1,70

h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,102	1,60	0,102	1,60
%	Custos directos complementares	10,50	2,000	0,21	2,000	0,21
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 25 mm de diâmetro e três derivações, uma de 20 mm e duas de 16 mm de diâmetro.	9,91	180,000	1.783,80	90,000	891,90
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 25 mm de diâmetro e três derivações, uma de 20 mm e duas de 16 mm de diâmetro.	5,47	1,000	5,47	1,000	5,47
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,102	1,70	0,102	1,70
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,102	1,60	0,102	1,60
%	Custos directos complementares	9,72	2,000	0,19	2,000	0,19
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 3/4" de diâmetro e três derivações, de 16 mm de diâmetro.	12,89	36,000	464,04	36,000	464,04
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 3/4" de diâmetro e três derivações, de 16 mm de diâmetro.	5,76	1,000	5,76	1,000	5,76
Ud	Racor com saída por porca móvel roscada fêmea, de plástico (PPSU), de 20 mm x 3/4".	2,63	1,000	2,63	1,000	2,63
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,102	1,70	0,102	1,70
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,102	1,60	0,102	1,60
%	Custos directos complementares	12,64	2,000	0,25	2,000	0,25
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 25 mm de diâmetro e quatro derivações, de 16 mm de diâmetro.	11,18	1,000	11,18	19,000	212,42
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 25 mm de diâmetro e quatro derivações, de 16 mm de diâmetro.	6,71	1,000	6,71	1,000	6,71
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,102	1,70	0,102	1,70
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,102	1,60	0,102	1,60
%	Custos directos complementares	10,96	2,000	0,22	2,000	0,22
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 25 mm de diâmetro e quatro derivações, uma de 20 mm e três de 16 mm de diâmetro.	10,48	0,000	0,00	90,000	943,20
Ud	Colector cónico de plástico (PPSU), em linha, com entrada de 25 mm de diâmetro e quatro derivações, uma de 20 mm e três de 16 mm de diâmetro.	6,02	1,000	0,06	1,000	6,02
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	2,000	0,02	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	3,000	0,50	0,102	1,70
h	Ajudante de canalizador.	15,68	4,000	0,63	0,102	1,60
%	Custos directos complementares	10,27	5,000	0,51	2,000	0,21
Ud	Instalação interior de abastecimento de água para casa de banho com capacidade para: sanita, lavatório simples, banheira, bidé, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.	424,13	90,000	38.171,70	90,000	38.171,70

ANEXOS

Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 16 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,06	13,500	0,81	13,500	0,81
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 16 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,8 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,43	13,500	19,31	13,500	19,31
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,07	13,900	0,97	13,900	0,97
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,9 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,76	13,900	24,46	13,900	24,46
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 25 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,12	8,500	1,02	8,500	1,02
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 25 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 2,3 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	3,10	8,500	26,35	8,500	26,35
Ud	Válvula de assento, de bronze, de 20 mm de diâmetro, com manípulo oculto, com dois elementos de ligação.	53,26	1,000	53,26	1,000	53,26
Ud	Válvula de assento, de bronze, de 25 mm de diâmetro, com manípulo oculto, com dois elementos de ligação.	57,97	1,000	57,97	1,000	57,97
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	7,172	119,20	7,172	119,20
h	Ajudante de canalizador.	15,68	7,172	112,46	7,172	112,46
%	Custos directos complementares	415,81	2,000	8,32	2,000	8,32
Ud	Instalação interior de abastecimento de água para casa de banho com capacidade para: sanita, lavatório simples, chuveiro, bidé, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.	405,40	18,000	7.297,20	18,000	7.297,20
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 16 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,06	18,900	1,13	18,900	1,13
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 16 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,8 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,43	18,900	27,03	18,900	27,03
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,07	17,000	1,19	17,000	1,19
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,9 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,76	17,000	29,92	17,000	29,92
Ud	Válvula de assento, de bronze, de 20 mm de diâmetro, com manípulo oculto, com dois elementos de ligação.	53,26	2,000	106,52	2,000	106,52
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	7,172	119,20	7,172	119,20
h	Ajudante de canalizador.	15,68	7,172	112,46	7,172	112,46
%	Custos directos complementares	397,45	2,000	7,95	2,000	7,95
Ud	Instalação interior de abastecimento de água para casa de banho com capacidade para: sanita, lavatório	361,65	18,000	6.509,70	18,000	6.509,70

	simples, chuveiro, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.					
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 16 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,06	13,500	0,81	13,500	0,81
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 16 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,8 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,43	13,500	19,31	13,500	19,31
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,07	17,000	1,19	17,000	1,19
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,9 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,76	17,000	29,92	17,000	29,92
Ud	Válvula de assento, de bronze, de 20 mm de diâmetro, com manípulo oculto, com dois elementos de ligação.	53,26	2,000	106,52	2,000	106,52
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	6,093	101,27	6,093	101,27
h	Ajudante de canalizador.	15,68	6,093	95,54	6,093	95,54
%	Custos directos complementares	354,56	2,000	7,09	2,000	7,09
Ud	Instalação interior de abastecimento de água para cozinha com capacidade para: lava-loiças, tomada e válvula de seccionamento para máquina de lavar loiça, tomada e válvula de seccionamento para máquina de lavar roupa, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente. ARREGLAR es de 16 y 25 mm	311,27	72,000	22.411,44	72,000	22.411,44
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 16 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,06	10,800	0,65	10,800	0,65
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 16 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,8 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,43	10,800	15,44	10,800	15,44
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, fornecido em rolos.	0,07	11,000	0,77	11,000	0,77
m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), série 5, de 20 mm de diâmetro exterior, PN=6 atm e 1,9 mm de espessura, fornecido em rolos, segundo NP EN ISO 15875-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,76	11,000	19,36	11,000	19,36
Ud	Válvula de assento, de bronze, de 20 mm de diâmetro, com manípulo oculto, com dois elementos de ligação.	53,26	2,000	106,52	2,000	106,52
Ud	Válvula de seccionamento para máquina de lavar roupa ou loiça, para rosca, gama básica, de 1/2" de diâmetro.	10,88	2,000	21,76	2,000	21,76
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	4,355	72,38	4,355	72,38
h	Ajudante de canalizador.	15,68	4,355	68,29	4,355	68,29
%	Custos directos complementares	305,17	2,000	6,10	2,000	6,10
Ud	Torneira de latão cromado, de 1" de diâmetro.	21,49	5,000	107,45	5,000	107,45
Ud	Torneira de latão cromado, de 1" de diâmetro.	16,89	1,000	16,89	1,000	16,89
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95

ANEXOS

h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,100	1,66	0,100	1,66
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,100	1,57	0,100	1,57
%	Custos directos complementares	21,07	2,000	0,42	2,000	0,42
Ud	Válvula de retenção de latão para enroscar de 1".	9,48	1,000	9,48	1,000	9,48
Ud	Válvula de retenção de latão para enroscar de 1".	3,52	1,000	3,52	1,000	3,52
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,149	2,48	0,149	2,48
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,149	2,34	0,149	2,34
%	Custos directos complementares	9,29	2,000	0,19	2,000	0,19
Ud	Válvula de retenção de latão para enroscar de 1 1/4".	9,95	72,000	716,40	72,000	716,40
Ud	Válvula de retenção de latão para enroscar de 1 1/4".	3,98	1,000	3,98	1,000	3,98
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,149	2,48	0,149	2,48
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,149	2,34	0,149	2,34
%	Custos directos complementares	9,75	2,000	0,20	2,000	0,20
Ud	Pré-instalação de contador individual de água de 1" DN 25 mm, colocado em nicho, com duas válvulas de corte de esfera.	44,92	3,000	134,76	3,000	134,76
Ud	Válvula de esfera de latão niquelado para enroscar de 1".	6,67	2,000	13,34	2,000	13,34
Ud	Aro e tampa de ferro fundido dúctil de 30x30 cm, segundo Companhia Abastecedora.	8,05	1,000	8,05	1,000	8,05
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	0,900	0,86	0,900	0,86
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,856	14,23	0,856	14,23
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,428	6,71	0,428	6,71
%	Custos directos complementares	43,19	4,000	1,73	4,000	1,73
Ud	Válvula de esfera de latão acabamento cromado, "FITTINGS ESTÁNDAR", de 25 mm de diâmetro, para união por termofusão.	18,56	1,000	18,56	1,000	18,56
Ud	Válvula de esfera, "FITTINGS ESTÁNDAR", de 25 mm de diâmetro, para união por termofusão, formada por corpo de latão acabamento cromado segundo EN 12165, uniões de polipropileno copolímero random (PP-R), comando de aço com recobrimento de epóxi, assentos do obturador e sistema de porca de prensa de PTFE que permite o reaperto, segundo EN 13828.	11,38	1,000	11,38	1,000	11,38
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,182	3,02	0,182	3,02
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,182	2,85	0,182	2,85
%	Custos directos complementares	18,20	2,000	0,36	2,000	0,36
Ud	Pré-instalação de contador individual de água de 1 1/4" DN 32 mm, colocado em nicho, com duas válvulas de corte de esfera.	55,58	18,000	1.000,44	0,000	0,00

Ud	Válvula de esfera de latão niquelado para enroscar de 1 1/4".	10,37	2,000	20,74	2,000	20,74
Ud	Aro e tampa de ferro fundido dúctil de 40x40 cm, segundo Companhia Abastecedora.	9,17	1,000	9,17	1,000	9,17
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	0,900	0,86	0,900	0,86
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,927	15,41	0,927	15,41
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,463	7,26	0,463	7,26
%	Custos directos complementares	53,44	4,000	2,14	4,000	2,14
Ud	Válvula de esfera de latão acabamento cromado, "FITTINGS ESTÁNDAR", de 32 mm de diâmetro, para união por termofusão.	26,70	18,000	480,60	0,000	0,00
Ud	Válvula de esfera, "FITTINGS ESTÁNDAR", de 32 mm de diâmetro, para união por termofusão, formada por corpo de latão acabamento cromado segundo EN 12165, uniões de polipropileno copolímero random (PP-R), comando de aço com recobrimento de epóxi, assentos do obturador e sistema de porca de prensa de PTFE que permite o reaperto, segundo EN 13828.	17,44	1,000	17,44	1,000	17,44
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,241	4,01	0,241	4,01
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,241	3,78	0,241	3,78
%	Custos directos complementares	26,18	2,000	0,52	2,000	0,52
Ud	Pré-instalação de contador individual de água de 1 1/2" DN 40 mm, colocado em nicho, com duas válvulas de corte de esfera.	66,33	55,000	3.648,15	73,000	4.842,09
Ud	Válvula de esfera de latão niquelado para enroscar de 1 1/2".	14,67	2,000	29,34	2,000	29,34
Ud	Aro e tampa de ferro fundido dúctil de 40x40 cm, segundo Companhia Abastecedora.	9,17	1,000	9,17	1,000	9,17
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	0,900	0,86	0,900	0,86
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,998	16,59	0,998	16,59
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,499	7,82	0,499	7,82
%	Custos directos complementares	63,78	4,000	2,55	4,000	2,55
Ud	Válvula de esfera de latão acabamento cromado, "FITTINGS ESTÁNDAR", de 40 mm de diâmetro, para união por termofusão.	38,82	2,000	77,64	2,000	77,64
Ud	Válvula de esfera, "FITTINGS ESTÁNDAR", de 40 mm de diâmetro, para união por termofusão, formada por corpo de latão acabamento cromado segundo EN 12165, uniões de polipropileno copolímero random (PP-R), comando de aço com recobrimento de epóxi, assentos do obturador e sistema de porca de prensa de PTFE que permite o reaperto, segundo EN 13828.	27,20	1,000	27,20	1,000	27,20
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,307	5,10	0,307	5,10
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,307	4,81	0,307	4,81
%	Custos directos complementares	38,06	2,000	0,76	2,000	0,76
Ud	Pré-instalação de contador individual de água de 2 1/2" DN 63 mm, colocado em nicho, com duas válvulas de corte de esfera.	144,55	1,000	144,55	1,000	144,55

ANEXOS

Ud	Válvula de esfera de latão niquelado para enroscar de 2 1/2".	46,67	2,000	93,34	2,000	93,34
Ud	Aro e tampa de ferro fundido dúctil de 50x50 cm, segundo Companhia Abastecedora.	14,27	1,000	14,27	1,000	14,27
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	0,900	0,86	0,900	0,86
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	1,248	20,74	1,248	20,74
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,624	9,78	0,624	9,78
%	Custos directos complementares	138,99	4,000	5,56	4,000	5,56
Ud	Válvula de esfera de latão acabamento cromado, "FITTINGS ESTÁNDAR", de 63 mm de diâmetro, para união por termofusão.	87,19	3,000	261,57	3,000	261,57
Ud	Válvula de esfera, "FITTINGS ESTÁNDAR", de 63 mm de diâmetro, para união por termofusão, formada por corpo de latão acabamento cromado segundo EN 12165, uniões de polipropileno copolímero random (PP-R), comando de aço com recobrimento de epóxi, assentos do obturador e sistema de porca de prensa de PTFE que permite o reaperto, segundo EN 13828.	68,44	1,000	68,44	1,000	68,44
Ud	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,498	8,28	0,498	8,28
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,498	7,81	0,498	7,81
%	Custos directos complementares	85,48	2,000	1,71	2,000	1,71
Drenagem de águas				43.487,41		38.148,47
m	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	9,66	60,980	589,07	0,000	0,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro.	0,64	1,000	0,64	1,000	0,64
m	Tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	5,97	1,000	5,97	1,000	5,97
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,022	0,20	0,022	0,20
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,011	0,16	0,011	0,16
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,102	1,70	0,102	1,70
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,051	0,80	0,051	0,80
%	Custos directos complementares	9,47	2,000	0,19	2,000	0,19
m	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	12,75	64,570	823,27	125,550	1.600,76
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro.	0,88	1,000	0,88	1,000	0,88
m	Tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	8,17	1,000	8,17	1,000	8,17
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,028	0,26	0,028	0,26
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,014	0,20	0,014	0,20
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,122	2,03	0,122	2,03

h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,061	0,96	0,061	0,96
%	Custos directos complementares	12,50	2,000	0,25	2,000	0,25
m	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	14,70	526,100	7.733,67	560,770	8.243,32
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro.	0,98	1,000	0,98	1,000	0,98
m	Tubo de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	9,18	1,000	9,18	1,000	9,18
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,032	0,30	0,032	0,30
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,016	0,23	0,016	0,23
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,152	2,53	0,152	2,53
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,076	1,19	0,076	1,19
%	Custos directos complementares	14,41	2,000	0,29	2,000	0,29
m	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	16,73	522,510	8.741,59	529,100	8.851,84
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro.	1,10	1,000	1,10	1,000	1,10
m	Tubo de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	10,31	1,000	10,31	1,000	10,31
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,046	0,43	0,046	0,43
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,023	0,33	0,023	0,33
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,173	2,88	0,173	2,88
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,086	1,35	0,086	1,35
%	Custos directos complementares	16,40	2,000	0,33	2,000	0,33
m	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	21,28	46,590	991,44	0,000	0,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro.	1,44	1,000	1,44	1,000	1,44
m	Tubo de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	13,47	1,000	13,47	1,000	13,47
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,060	0,56	0,060	0,56
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,030	0,42	0,030	0,42
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,203	3,37	0,203	3,37
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,102	1,60	0,102	1,60
%	Custos directos complementares	20,86	2,000	0,42	2,000	0,42
m	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 200 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	30,51	43,080	1.314,37	40,080	1.222,84
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 200 mm de diâmetro.	2,24	1,000	2,24	1,000	2,24

ANEXOS

m	Tubo de PVC, série B, de 200 mm de diâmetro e 3,9 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	20,95	1,000	20,95	1,000	20,95
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,076	0,71	0,076	0,71
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,038	0,54	0,038	0,54
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,223	3,71	0,223	3,71
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,112	1,76	0,112	1,76
%	Custos directos complementares	29,91	2,000	0,60	2,000	0,60
m	Tubagem para ventilação primária da rede de drenagem de águas, formada por PVC, série B, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	7,83	1,000	7,83	0,000	0,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro.	0,64	1,000	0,64	1,000	0,64
m	Tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 20% relativamente a acessórios e peças especiais.	5,12	1,000	5,12	1,000	5,12
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,011	0,10	0,011	0,10
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,006	0,08	0,006	0,08
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,071	1,18	0,071	1,18
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,036	0,56	0,036	0,56
%	Custos directos complementares	7,68	2,000	0,15	2,000	0,15
m	Tubagem para ventilação primária da rede de drenagem de águas, formada por PVC, série B, de 90 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	10,39	1,000	10,39	2,000	20,78
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro.	0,88	1,000	0,88	1,000	0,88
m	Tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 20% relativamente a acessórios e peças especiais.	7,00	1,000	7,00	1,000	7,00
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,014	0,13	0,014	0,13
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,007	0,10	0,007	0,10
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,085	1,41	0,085	1,41
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,043	0,67	0,043	0,67
%	Custos directos complementares	10,19	2,000	0,20	2,000	0,20
m	Tubagem para ventilação primária da rede de drenagem de águas, formada por PVC, série B, de 110 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	11,95	53,860	643,63	54,360	649,60
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro.	0,98	1,000	0,98	1,000	0,98
m	Tubo de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 20% relativamente a acessórios e peças especiais.	7,87	1,000	7,87	1,000	7,87
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,016	0,15	0,016	0,15
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,008	0,11	0,008	0,11
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,107	1,78	0,107	1,78

h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,053	0,83	0,053	0,83
%	Custos directos complementares	11,72	2,000	0,23	2,000	0,23
m	Tubagem para ventilação primária da rede de drenagem de águas, formada por PVC, série B, de 125 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	13,54	8,500	115,09	8,500	115,09
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro.	1,10	1,000	1,10	1,000	1,10
m	Tubo de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 20% relativamente a acessórios e peças especiais.	8,84	1,000	8,84	1,000	8,84
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,023	0,21	0,023	0,21
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,012	0,17	0,012	0,17
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,121	2,01	0,121	2,01
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,060	0,94	0,060	0,94
%	Custos directos complementares	13,27	2,000	0,27	2,000	0,27
m	Tubagem para ventilação primária da rede de drenagem de águas, formada por PVC, série B, de 160 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	17,28	0,500	8,64	0,000	0,00
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro.	1,44	1,000	1,44	1,000	1,44
m	Tubo de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 20% relativamente a acessórios e peças especiais.	11,54	1,000	11,54	1,000	11,54
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,030	0,28	0,030	0,28
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,015	0,21	0,015	0,21
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,142	2,36	0,142	2,36
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,071	1,11	0,071	1,11
%	Custos directos complementares	16,94	2,000	0,34	2,000	0,34
m	Tubagem para ventilação primária da rede de drenagem de águas, formada por PVC, de 200 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	24,15	0,500	12,08	0,500	12,08
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, de 200 mm de diâmetro.	0,79	1,000	0,79	1,000	0,79
m	Tubo de PVC, de 200 mm de diâmetro e 2,5 mm de espessura, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	6,88	1,000	6,88	1,000	6,88
Ud	Aumento exterior 160x200	11,48	1,000	11,48	1,000	11,48
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,057	0,53	0,057	0,53
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,029	0,41	0,029	0,41
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,156	2,59	0,156	2,59
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,078	1,22	0,078	1,22
%	Custos directos complementares	12,42	2,000	0,25	2,000	0,25
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	13,31	2,000	26,62	0,000	0,00
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 75 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	8,07	1,000	8,07	1,000	8,07
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,004	0,04	0,004	0,04

ANEXOS

l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,002	0,03	0,002	0,03
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,152	2,53	0,152	2,53
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,152	2,38	0,152	2,38
%	Custos directos complementares	13,05	2,000	0,26	2,000	0,26
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 90 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	13,33	2,000	26,66	4,000	53,32
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 90 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	8,07	1,000	8,07	1,000	8,07
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,005	0,05	0,005	0,05
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,003	0,04	0,003	0,04
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,152	2,53	0,152	2,53
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,152	2,38	0,152	2,38
%	Custos directos complementares	13,07	2,000	0,26	2,000	0,26
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 110 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	13,29	20,000	265,80	20,000	265,80
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 110 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	7,99	1,000	7,99	1,000	7,99
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,008	0,07	0,008	0,07
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,004	0,06	0,004	0,06
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,152	2,53	0,152	2,53
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,152	2,38	0,152	2,38
%	Custos directos complementares	13,03	2,000	0,26	2,000	0,26
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 125 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	18,19	17,000	309,23	17,000	309,23
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 125 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	12,78	1,000	12,78	1,000	12,78
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,009	0,08	0,009	0,08
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,004	0,06	0,004	0,06
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,152	2,53	0,152	2,53
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,152	2,38	0,152	2,38
%	Custos directos complementares	17,83	2,000	0,36	2,000	0,36
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 160 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	24,59	1,000	24,59	1,000	24,59
Ud	Chapéu de ventilação de PVC, de 160 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	19,04	1,000	19,04	1,000	19,04
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,010	0,09	0,010	0,09
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,005	0,07	0,005	0,07
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,152	2,53	0,152	2,53
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,152	2,38	0,152	2,38
%	Custos directos complementares	24,11	2,000	0,48	2,000	0,48
Ud	Sifão de pavimento de PVC, de 125 mm de diâmetro, com tampa cega de aço inoxidável, colocado superficialmente sob a laje.	18,78	130,000	2.441,40	130,000	2.441,40

Ud	Sifão de pavimento de PVC, de 125 mm de diâmetro e 163 mm de altura, com cinco entradas de 40 mm de diâmetro e uma saída de 75 mm de diâmetro, com tampa cega de aço inoxidável.	7,76	1,000	7,76	1,000	7,76
m	Tubo de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, com extremo abocardado, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	4,18	0,700	2,93	0,700	2,93
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,040	0,37	0,040	0,37
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,080	1,13	0,080	1,13
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,254	4,22	0,254	4,22
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,127	1,99	0,127	1,99
%	Custos directos complementares	19,17	2,000	0,38	2,000	0,38
Ud	Sifão de pavimento de PVC, de 125 mm de diâmetro, com tampa cega de aço inoxidável, colocado superficialmente sob a laje.	19,47	73,000	1.421,31	73,000	1.421,31
Ud	Sifão de pavimento de PVC, de 125 mm de diâmetro e 163 mm de altura, com cinco entradas de 50 mm de diâmetro e uma saída de 75 mm de diâmetro, com tampa cega de aço inoxidável.	8,45	1,000	8,45	1,000	8,45
m	Tubo de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, com extremo abocardado, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	4,18	0,700	2,93	0,700	2,93
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,040	0,37	0,040	0,37
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,080	1,13	0,080	1,13
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,254	4,22	0,254	4,22
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,127	1,99	0,127	1,99
%	Custos directos complementares	19,17	2,000	0,38	2,000	0,38
m	Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, de 40 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	5,36	504,380	2.703,48	504,380	2.703,48
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 40 mm de diâmetro.	0,33	1,000	0,33	1,000	0,33
m	Tubo de PVC, série B, de 40 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	2,44	1,050	2,56	1,050	2,56
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,023	0,21	0,023	0,21
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,011	0,16	0,011	0,16
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,081	1,35	0,081	1,35
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,041	0,64	0,041	0,64
%	Custos directos complementares	5,25	2,000	0,11	2,000	0,11
m	Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, de 50 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	6,46	361,790	2.337,16	361,790	2.337,16
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 50 mm de diâmetro.	0,42	1,000	0,42	1,000	0,42
m	Tubo de PVC, série B, de 50 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	3,11	1,050	3,27	1,050	3,27

ANEXOS

l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,025	0,23	0,025	0,23
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,013	0,18	0,013	0,18
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,091	1,51	0,091	1,51
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,046	0,72	0,046	0,72
%	Custos directos complementares	6,33	2,000	0,13	2,000	0,13
m	Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	8,69	194,260	1.688,12	194,260	1.688,12
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro.	0,64	1,000	0,64	1,000	0,64
m	Tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	4,69	1,050	4,92	1,050	4,92
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,028	0,26	0,028	0,26
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,014	0,20	0,014	0,20
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,102	1,70	0,102	1,70
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,051	0,80	0,051	0,80
%	Custos directos complementares	8,52	2,000	0,17	2,000	0,17
m	Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	11,41	221,610	2.528,57	221,610	2.528,57
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro.	0,88	1,000	0,88	1,000	0,88
m	Tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	6,42	1,050	6,74	1,050	6,74
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,035	0,33	0,035	0,33
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,018	0,25	0,018	0,25
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,122	2,03	0,122	2,03
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,061	0,96	0,061	0,96
%	Custos directos complementares	11,19	2,000	0,22	2,000	0,22
m	Colector suspenso de PVC, série B de 110 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	17,67	45,820	809,64	7,860	138,89
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro.	0,98	1,000	0,98	1,000	0,98
m	Tubo de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 45% relativamente a acessórios e peças especiais.	9,51	1,050	9,99	1,050	9,99
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,040	0,37	0,040	0,37
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,032	0,45	0,032	0,45
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,226	3,76	0,226	3,76
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,113	1,77	0,113	1,77
%	Custos directos complementares	17,32	2,000	0,35	2,000	0,35
m	Colector suspenso de PVC, série B de 125 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	20,16	99,050	1.996,85	58,570	1.180,77

Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro.	1,10	1,000	1,10	1,000	1,10
m	Tubo de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 45% relativamente a acessórios e peças especiais.	10,68	1,050	11,21	1,050	11,21
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,058	0,54	0,058	0,54
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,046	0,65	0,046	0,65
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,256	4,25	0,256	4,25
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,128	2,01	0,128	2,01
%	Custos directos complementares	19,76	2,000	0,40	2,000	0,40
m	Colector suspenso de PVC, série B de 160 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	25,53	70,020	1.787,61	52,700	1.345,43
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro.	1,44	1,000	1,44	1,000	1,44
m	Tubo de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 45% relativamente a acessórios e peças especiais.	13,95	1,050	14,65	1,050	14,65
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,075	0,70	0,075	0,70
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,060	0,85	0,060	0,85
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,302	5,02	0,302	5,02
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,151	2,37	0,151	2,37
%	Custos directos complementares	25,03	2,000	0,50	2,000	0,50
m	Colector suspenso de PVC, série B de 200 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	35,81	48,030	1.719,95	27,760	994,09
Ud	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 200 mm de diâmetro.	2,24	1,000	2,24	1,000	2,24
m	Tubo de PVC, série B, de 200 mm de diâmetro e 3,9 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 45% relativamente a acessórios e peças especiais.	21,70	1,050	22,79	1,050	22,79
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,095	0,88	0,095	0,88
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,076	1,08	0,076	1,08
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,332	5,52	0,332	5,52
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,166	2,60	0,166	2,60
%	Custos directos complementares	35,11	2,000	0,70	2,000	0,70
m	Colector enterrado em terreno não agressivo, de tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m ² , de 110 mm de diâmetro exterior.	12,23	30,690	375,31	0,000	0,00
m	Tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m ² , de 110 mm de diâmetro exterior e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1401-1.	3,22	1,050	3,38	1,050	3,38
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	12,22	0,008	0,10	0,008	0,10
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	18,62	0,004	0,07	0,004	0,07
m ³	Areia de 0 a 5 mm de diâmetro.	12,02	0,251	3,02	0,251	3,02
h	Retroescavadora sobre pneus, de 70 kW.	36,43	0,026	0,95	0,026	0,95
h	Apilador (Saltitão) de condução manual, de 80 kW, com placa de 30x30 cm.	3,49	0,189	0,66	0,189	0,66

ANEXOS

h	Oficial de 1ª construção de obra civil.	16,85	0,154	2,59	0,154	2,59
h	Ajudante de construção de obra civil.	16,45	0,074	1,22	0,074	1,22
%	Custos directos complementares	11,99	2,000	0,24	2,000	0,24
Ud	Válvula de cunha elástica flangeada S14 PN 10/16-Modelo S 3000 para aguas residuais/saneamento DN 110 mm	217,50	1,000	217,50	0,000	0,00
Ud	Válvula de seccionamento DN 110 mm con corpo, tampa e cunha de ferro fundido ductil, revestido interior e exterior com tinta epóxica para águas residuais	196,20	1,000	196,20	1,000	196,20
Ud	Material auxiliar para instalações de saneamento.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,498	8,28	0,498	8,28
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,498	7,81	0,498	7,81
%	Custos directos complementares	213,24	2,000	4,26	2,000	4,26
Ud	Válvula de cunha elástica flangeada S14 PN 10/16-Modelo S 3000 para aguas residuais/saneamento DN 200 mm	588,99	2,000	1.177,98	0,000	0,00
Ud	Válvula de seccionamento DN 200 mm con corpo, tampa e cunha de ferro fundido ductil, revestido interior e exterior com tinta epóxica para águas residuais	560,40	1,000	560,40	1,000	560,40
Ud	Material auxiliar para instalações de saneamento.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,498	8,28	0,498	8,28
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,498	7,81	0,498	7,81
%	Custos directos complementares	577,44	2,000	11,55	2,000	11,55
Ud	Válvula de retencao de bola PN 10/16- Modelo S BOLA para aguas residuais/saneamento DN 200 mm	638,56	1,000	638,56	0,000	0,00
Ud	Válvula de retencao DN 200 mm con corpo, tampa e bola de ferro fundido ductil, revestido interior e exterior com tinta epóxica para águas residuais	609,00	1,000	609,00	1,000	609,00
Ud	Material auxiliar para instalações de saneamento.	0,95	1,000	0,95	1,000	0,95
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,498	8,28	0,498	8,28
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,498	7,81	0,498	7,81
%	Custos directos complementares	626,04	2,000	12,52	2,000	12,52
Equipamentos fixos e sinalização				104.350,27	104.350,27	
Aparelhos sanitários				92.403,09	92.403,09	
Ud	Lavatório de porcelana sanitária, sobre tampo, gama média, cor branco, de 500x250 mm, e escoamento, acabamento cromado com sifão curvo.	103,52	131,000	13.561,12	131,000	13.561,12
Ud	Lavatório de porcelana sanitária, sobre tampo, gama média, cor branco, de 500x250 mm, com jogo de fixação.	69,26	1,000	69,26	1,000	69,26
Ud	Acoplamento à parede incorporado com plafon, ABS, série B, acabamento cromado, para escoamento de águas residuais (a baixa e alta temperatura) no interior dos edifícios, ligação mista de 1 1/4"x40 mm de diâmetro, segundo NP EN 1329-1.	13,50	1,000	13,50	1,000	13,50
Ud	Material auxiliar para instalação de aparelho sanitário.	0,71	1,000	0,71	1,000	0,71
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	1,084	18,02	1,084	18,02
%	Custos directos complementares	101,49	2,000	2,03	2,000	2,03
Ud	Lavatório de porcelana sanitária, mural, gama básica, cor branco, de 350x320 mm, e escoamento, acabamento cromado com sifão curvo.	57,57	4,000	230,28	4,000	230,28
Ud	Lavatório de porcelana sanitária, mural, gama básica, cor branco, de 350x320 mm, com jogo de fixação.	24,21	1,000	24,21	1,000	24,21
Ud	Acoplamento à parede incorporado com plafon, ABS, série B, acabamento cromado, para escoamento de águas residuais (a baixa e alta temperatura) no interior	13,50	1,000	13,50	1,000	13,50

	dos edifícios, ligação mista de 1 1/4"x40 mm de diâmetro, segundo NP EN 1329-1.					
Ud	Material auxiliar para instalação de aparelho sanitário.	0,71	1,000	0,71	1,000	0,71
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	1,084	18,02	1,084	18,02
%	Custos directos complementares	56,44	2,000	1,13	2,000	1,13
Ud	Bidé de porcelana sanitária, gama média, cor branco, sem tampa, e escoamento, cor branca, com sifão curvo.	77,75	108,000	8.397,00	108,000	8.397,00
Ud	Bidé de porcelana sanitária, gama média, cor branco, sem tampa, com jogo de fixação.	54,02	1,000	54,02	1,000	54,02
Ud	Sifão curvo extensível, para bidé, cor branca.	5,11	1,000	5,11	1,000	5,11
Ud	Material auxiliar para instalação de aparelho sanitário.	0,71	1,000	0,71	1,000	0,71
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,986	16,39	0,986	16,39
%	Custos directos complementares	76,23	2,000	1,52	2,000	1,52
Ud	Urinol com escoamento à vista, funcionamento sem água, de 390x300x240 mm.	413,20	1,000	413,20	1,000	413,20
Ud	Urinol de porcelana sanitária, funcionamento sem água, com escoamento à vista, sistema de bloqueio de maus odores, cor branca, de 390x300x240 mm; inclusive grelha de escoamento e jogo de fixação.	383,10	1,000	383,10	1,000	383,10
Ud	Material auxiliar para instalação de aparelho sanitário.	0,71	1,000	0,71	1,000	0,71
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	1,281	21,29	1,281	21,29
%	Custos directos complementares	405,10	2,000	8,10	2,000	8,10
Ud	Banheira acrílica, gama alta, cor branco, de 180x80 cm, e sifão.	442,43	90,000	39.818,70	90,000	39.818,70
Ud	Banheira acrílica, gama alta, cor branco, de 180x80 cm, sem asas, segundo EN 198.	321,58	1,000	321,58	1,000	321,58
Ud	Conjunto de escoamento com corrente, transbordador e sifão metálico, para banheira, acabamento cromado.	91,80	1,000	91,80	1,000	91,80
Ud	Material auxiliar para instalação de aparelho sanitário.	0,71	1,000	0,71	1,000	0,71
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	1,183	19,66	1,183	19,66
%	Custos directos complementares	433,75	2,000	8,68	2,000	8,68
Ud	Base de chuveiro de porcelana sanitária, gama média, cor branco, 90x90x8 cm, e sifão.	129,62	36,000	4.666,32	36,000	4.666,32
Ud	Base de chuveiro de porcelana sanitária, gama média, cor branco, de 90x90x8 cm.	76,51	1,000	76,51	1,000	76,51
Ud	Escoamento para base de chuveiro com orifício de 90 mm.	28,95	1,000	28,95	1,000	28,95
Ud	Sifão para base de chuveiro, com grelha de aço.	2,89	1,000	2,89	1,000	2,89
Ud	Material auxiliar para instalação de aparelho sanitário.	0,71	1,000	0,71	1,000	0,71
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	1,084	18,02	1,084	18,02
%	Custos directos complementares	127,08	2,000	2,54	2,000	2,54
Ud	Sanita com cisterna baixa, gama média, cor branco.	191,69	132,000	25.303,08	132,000	25.303,08
Ud	Sanita de porcelana sanitária, com tanque baixo, gama média, cor branco, com assento e tampa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros, com jogo de fixação e curva de evacuação, segundo NP EN 997.	162,66	1,000	162,66	1,000	162,66
Ud	Material auxiliar para instalação de aparelho sanitário.	0,71	1,000	0,71	1,000	0,71
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	1,478	24,56	1,478	24,56
%	Custos directos complementares	187,93	2,000	3,76	2,000	3,76

Ud	Sifão de pavimento de PVC, de 90 mm de diâmetro, com grelha de aço inoxidável, colocado superficialmente sob a laje.	13,39	1,000	13,39	1,000	13,39
Ud	Sifão de pavimento de PVC, de 90 mm de diâmetro e 80 mm de altura, com uma entrada de 40 mm de diâmetro e uma saída de 50 mm de diâmetro, com grelha de aço inoxidável.	3,21	1,000	3,21	1,000	3,21
m	tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, com extremo abocardado, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	3,16	0,700	2,21	0,700	2,21
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,040	0,37	0,040	0,37
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,080	1,13	0,080	1,13
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,254	4,22	0,254	4,22
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,127	1,99	0,127	1,99
%	Custos directos complementares	13,13	2,000	0,26	2,000	0,26
Cozinhas/galerias				11.947,18		11.947,18
Ud	Ponto de escoamento para electrodoméstico, com ligação mista macho de PVC, de 40 mm de diâmetro, colada com adesivo.	7,97	146,000	1.163,62	146,000	1.163,62
Ud	Ponto de escoamento para electrodoméstico, com ligação mista macho de PVC, de 40 mm de diâmetro.	1,19	1,000	1,19	1,000	1,19
l	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	9,29	0,004	0,04	0,004	0,04
l	Cola para tubos e acessórios de PVC.	14,15	0,002	0,03	0,002	0,03
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,203	3,37	0,203	3,37
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,203	3,18	0,203	3,18
%	Custos directos complementares	7,81	2,000	0,16	2,000	0,16
Ud	Lava-loiças de aço inoxidável para instalação em tampo, de uma cuba, de 450x490 mm, equipado com torneira monocomando com cartucho cerâmico para lava-loiças, gama média, acabamento cromado.	147,72	73,000	10.783,56	73,000	10.783,56
Ud	Lava-loiças de aço inoxidável para instalação em tampo, de uma cuba, de 450x490 mm, com válvula de drenagem.	60,68	1,000	60,68	1,000	60,68
Ud	Torneira monocomando com cartucho cerâmico para lava-loiças, gama média, acabamento cromado, composta de cano giratório, arejador e ligações de alimentação flexíveis, segundo EN 200.	45,49	1,000	45,49	1,000	45,49
Ud	Válvula de seccionamento de 1/2", para lava-loiças ou tanque de lavar roupa, acabamento cromado.	8,64	2,000	17,28	2,000	17,28
Ud	Sifão garrafa simples de 1 1/2" para lava-loiças de uma cuba, com válvula extensível.	2,77	1,000	2,77	1,000	2,77
h	Oficial de 1ª canalizador.	16,62	0,649	10,79	0,649	10,79
h	Ajudante de canalizador.	15,68	0,498	7,81	0,498	7,81
%	Custos directos complementares	144,82	2,000	2,90	2,000	2,90
Sistema de tratamento				26.251,97		0,00
Ud	Estación regeneradora de aguas grises GREM 10000. Incluye estación regeneradora biorreactor de membranas para la reutilización de 10000 L/día de 2 m de diámetro y 7.3 m de largo, deposito circular para la cloración del agua regenerada de 100 L, 0.6 m de diámetro y 0.55 m de alto, deposito rectangular para limpieza de membranas de 50 L, 0.47 m de largo y 0.41	26.146,00	1,000	26.146,00	0,000	0,00

m de alto, compresor de membranas para la aireación de las membranas (2 soplantes con potencia total de 0.41 kW), soplante del reactor (potencia total de 0.115 kW), bombas sumergibles para la extracción del permeado, contador emisor de pulsos (4 imp./L), bomba dosificadora proporcional al caudal.

m ³	Escavação a céu aberto em solo de argila semi-dura, com meios mecânicos, remoção dos materiais escavados e carregamento em camião.	4,61	23,00	105,97	0,00	0,00
h	Retroescavadora sobre pneus, de 70 kW.	32,14	0,12	3,79	0,12	3,79
h	Operário não qualificado construção.	15,10	0,05	0,72	0,05	0,72
%	Custos directos complementares	4,51	2,00	0,09	2,00	0,09

Anexo N. Flujo de caja del proyecto.

Año	Ingresos (€)			Egresos (€)		Flujo neto (€)	Flujo neto acumulado (€)
	Acueducto	Alcantarillado	Energía	Mantenimiento	Depreciación		
0						-43.766,49	-43.766,49
1	3788,45	685,74	1143,83	219,16	2636,73	474,47	-43.292,02
2	3919,15	709,39	1183,29	225,44	2656,51	563,30	-42.728,72
3	4054,36	733,87	1224,11	231,91	2676,43	655,78	-42.072,94
4	4194,24	759,19	1266,34	238,56	2696,51	752,02	-41.320,93
5	4338,94	785,38	1310,03	245,40	2716,73	852,16	-40.468,77
6	4488,63	812,47	1355,23	252,43	2737,11	956,34	-39.512,43
7	4643,49	840,50	1401,98	259,67	2757,63	1064,70	-38.447,73
8	4803,69	869,50	1450,35	267,12	2778,32	1177,41	-37.270,32
9	4969,42	899,50	1500,39	274,78	2799,15	1294,60	-35.975,72
10	5140,86	930,53	1552,15	282,65	2820,15	1416,44	-34.559,28
11	5318,22	962,63	1605,70	290,76	2841,30	1543,10	-33.016,18
12	5501,70	995,85	1661,10	299,09	2862,61	1674,75	-31.341,44
13	5691,51	1030,20	1718,41	307,67	2884,08	1811,56	-29.529,88
14	5887,87	1065,74	1777,69	316,49	2905,71	1953,72	-27.576,16
15	6091,00	1102,51	1839,02	325,57	2927,50	2101,42	-25.474,74
16	6301,14	1140,55	1902,47	334,90	2949,46	2254,86	-23.219,88
17	6518,53	1179,90	1968,10	344,50	2971,58	2414,24	-20.805,64
18	6743,42	1220,60	2036,00	354,38	2993,87	2579,77	-18.225,87
19	6976,07	1262,72	2106,25	364,54	3016,32	2751,67	-15.474,19
20	7216,74	1306,28	2178,91	375,00	3038,94	2930,17	-12.544,02
21	7465,72	1351,35	2254,08	385,75	3061,73	3115,50	-9.428,53
22	7723,28	1397,97	2331,85	396,81	3084,70	3307,90	-6.120,63
23	7989,74	1446,20	2412,30	408,18	3107,83	3507,62	-2.613,01
24	8265,38	1496,09	2495,52	419,89	3131,14	3714,92	1.101,91
25	8550,54	1547,71	2581,62	431,93	3154,62	3930,08	5.031,99
26	8845,53	1601,10	2670,68	444,31	3178,28	4153,35	9.185,34
27	9150,70	1656,34	2762,82	457,05	3202,12	4385,05	13.570,39
28	9466,40	1713,48	2858,14	470,16	3226,14	4625,45	18.195,85
29	9792,99	1772,60	2956,75	483,64	3250,33	4874,88	23.070,72
30	10130,85	1833,75	3058,75	497,50	3274,71	5133,64	28.204,36
31	10480,37	1897,02	3164,28	511,77	3299,27	5402,06	33.606,42
32	10841,94	1962,46	3273,45	526,44	3324,02	5680,50	39.286,92
33	11215,99	2030,17	3386,38	541,54	3348,95	5969,29	45.256,22
34	11602,94	2100,21	3503,21	557,06	3374,06	6268,81	51.525,03
35	12003,24	2172,67	3624,07	573,04	3399,37	6579,43	58.104,46
36	12417,35	2247,62	3749,10	589,47	3424,86	6901,54	65.006,00
37	12845,75	2325,17	3878,45	606,37	3450,55	7235,55	72.241,55
38	13288,93	2405,39	4012,25	623,75	3476,43	7581,88	79.823,43
39	13747,40	2488,37	4150,68	641,64	3502,50	7940,95	87.764,38
40	14221,68	2574,22	4293,87	660,04	3528,77	8313,22	96.077,60