

TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Estudio: Grado en Ingeniería Química

Título: Implementación y gestión de sistemas de filtraje de agua en una empresa torrefactora.

Documento: Memoria

Alumno: Cristina Monterrubio

Tutor: Jaume Camps Soler

Departamento: EQATA

Área: Ingeniería Química

Convocatoria (mes/año): Septiembre 2020

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Primero de todo me gustaría agradecer a Ferran Franquesa y Elena Boadella por confiar en mí y permitirme realizar este proyecto.

A mi tutor, Jaume Camps, por su dedicación y paciencia a la hora de resolverme problemas y guiarme en la realización del trabajo.

A mi tutor, Ferran Franquesa, por su apoyo y sobre todo por su paciencia y continuas correcciones en este proyecto.

A todas las personas que forman la empresa por su aportación en el proyecto.

Y, por último, quería mencionar a aquellas personas que siempre han estado a mi lado dándome consejos, mi familia, con especial mención a mis padres, Antonio y Juani, mis amigos y mi novio. Sin vosotros no habría llegado tan lejos.

A todos vosotros, muchas gracias.

ABREVIATURAS

GPV: Gestores de punto de venta.

SAP: Systems, Applications, Products in Data Processing.

HORECA: Hoteles, restaurantes y cafeterías.

SCA: Specialty Coffee Association.

DT: Dureza total.

DC: Dureza de carbonatos.

AL: Alcalinidad.

LSI: índice de Langelier.

Temp: Temperatura.

T.A.C: Título alcalimétrico completo.

CP: Código postal.

PALABRAS CLAVE

Agua, café espresso, máquina de café, dureza total, alcalinidad, dureza de carbonatos, índice de Langelier, T.A.C, rendimiento, conductividad, temperatura, pH, sistemas de filtración, filtros de agua, inversión, facturación, protocolo y viabilidad.

RESUMEN

La base de todo café es el agua, un \pm 94% de esta bebida la construye este componente. Este hecho la pone en el punto de mira, no obstante, no hay muchas empresas de café que inviertan tiempo y dinero en comprenderla y adaptarla a sus necesidades, por lo que este proyecto es innovador y ambicioso.

El agua circula por el interior de las cafeteras, y estas, debido a las altas condiciones en que trabajan, sufren muchas averías por precipitación de cal y/o corrosión.

Los parámetros que se deben modificar con el fin de obtener una buena taza de café y un mantenimiento de las cafeteras aceptable son la dureza total y la alcalinidad. Estos parámetros se modifican mediante filtros de carbón activo e intercambio iónico. Para poder determinar la capacidad que tiene el agua de corroer o precipitar carbonato de calcio, se calcula el índice de Langelier y Carrier. Este parámetro permite saber cómo se comportará el agua según la temperatura a la que esté sometida.

En este contexto, se ha trabajado con la empresa Cafés Cornellá. Una empresa que gestiona más de 850 máquinas por las que circulan anualmente más de 2.290.981 litros. Estos litros transformados en bebida de café generan a sus clientes una facturación aproximada de más de 27.491.772 euros, por lo que es vital controlar la totalidad de esta agua. Antes del inicio de este proyecto, Cafés Cornellà controlaba el 0% del agua que circulaba por el interior de sus máquinas, por lo que, la extracción del café no era la óptima y estas sufrían muchas averías.

El objetivo de esta empresa es reducir al máximo estas averías y obtener una buena extracción de café con el fin de categorizar las aguas de sus clientes y asignarles un modelo de filtro adecuado a las necesidades de cada uno.

Para ello, primero de todo, se ha simulado el comportamiento del agua cuando se somete a una filtración de intercambio iónico fuerte o débil, de los municipios de

RESUMEN

Gerona, Figueres, Banyoles y Olot. Una vez llegado a este punto, se han evaluado dos modelos de filtros, de dos proveedores distintos. Estos modelos analizados son aquellos más utilizados según la localización geográfica de los clientes de la empresa. La evaluación consiste en un análisis en igualdad de condiciones, donde se escoge el filtro de mejor rendimiento según el índice de Langelier obtenido.

Finalmente se calcula el balance económico del proyecto (inversión más averiase) para determinar la viabilidad del proyecto.

ÍNDICE

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
ABREVIATURAS.....	ii
PALABRAS CLAVE	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
1 Contextualización.....	1
1.1 Estructura de la empresa	2
1.2 Funcionamiento de la empresa	5
1.3 Problema de la empresa	7
2 Objetivo.....	10
3 Alcance	11
4 Estado actual de la empresa.....	12
4.1 Protocolo inicial de instalación de filtros.....	12
5 Fundamento teórico	14
5.1 Café Espresso	14
5.2 Agua	15
5.2.1 Parámetros, límites aceptables	17
5.3 Tratamientos de agua	28
5.3.1 Sistemas de filtración	31
5.3.2 Sistemas de intercambio ionico.....	31

ÍNDICE

5.3.3	Proveedores de filtros	36
6	Materiales y métodos	40
6.1	Diagrama del procedimiento	40
6.2	Lista de materiales utilizados	41
6.3	Métodos de análisis	42
6.3.1	Titulaciones ácido base.....	42
6.3.2	Conductímetro	44
6.3.3	pH-Metro.....	44
6.3.4	Kits.....	44
7	Estudio experimental y resultados.....	46
7.1	Simulación del comportamiento del agua.....	46
7.2	Evaluación de filtros.....	59
7.2.1	Determinacion de la fiabilidad de los filtros	59
7.2.2	Determinación del modelo de filtro para cada tipo de agua.....	65
7.2.3	Fiabilidad de los Kits de dureza	69
7.3	Mapa de aguas.	70
7.4	Protocolos de instalación y análisis.....	71
8	Viabilidad del proyecto dentro de la empresa.....	81
8.1	Inversión 2018.	81
8.2	Inversión prevista de los clientes activos.....	81
8.3	Previsión de averías.....	84
8.3.1	Averías debido a un incremento de consumo previsto	85

ÍNDICE

8.3.2	Averías derivadas de la mala gestión de un descalsificador general.	
		86
8.3.3	Averías debido a la mala gestión de cambio de filtro.....	86
8.4	Balance economico del proyecto.....	87
9	Conclusiones	89
10	Presupuesto y planificación	92
10.1	Presupuesto	92
10.1.1	Mano de obra.....	92
10.1.2	Costes indirectos	92
10.1.3	Compra de materiales de laboratorio	93
10.1.4	Coste total del proyecto	93
10.2	Planificación	94
11	Bibliografía	96
12	Anexos	100
12.1	Anexo A: AVERIAS 2018.....	100
12.2	Anexo B: SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL AGUA ..	101
12.3	Anexo C: RESULTADOS EVALUACIÓN FILTROS	104
12.4	ANEXP D: LISTA DE CLIENTES C Y D	117
12.5	ANEXO E: MAPA DE AGUAS	126
12.6	ANEXO F: CLIENTES HORECA	128
12.7	ANEXO G: INCREMENTO DE CONSUMO	150
12.8	ANEXO H: CLIENTES QUE PAGAN LOS FILTROS EN 2020/2021	
		152
12.9	ANEXO I: COSTE Y TARIFA DE LOS FILTROS	156

ÍNDICE

12.10	ANEXO J: REDUCCIÓN DE AVERÍAS.....	157
-------	------------------------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Averías causadas por el agua en 2018.	9
Tabla 2 Esquema de la situación actual de los filtros de agua en la empresa	13
Tabla 3. Factores que intervienen en la preparación de un café Espresso	14
Tabla 4 Límites aceptables del agua para obtener un buen café. (Fuente: THE SCAE WATER CHART MEASURE AIM TREAT).....	18
Tabla 5 Equilibrio del carbonato de calcio. (Fuente: Water structure and science)	20
Tabla 6 Estado del agua de Banyoles filtrada con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.	49
Tabla 7. Estado del agua de Banyoles filtrada con un filtro de resina catiónica débilmente ácido.	52
Tabla 8. Estado del agua de Olot filtrada con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.	54
Tabla 9. Estado del agua de Girona filtrada con un filtro de resina catiónica fuertemente ácido.	57
Tabla 10 Estado del agua de Figueres filtrada con un filtro de resina catiónica fuertemente ácido.	58
Tabla 11 Resultados de los filtros de resina catiónica débil.	61
Tabla 12 Resultados de los filtros de resina catiónica fuerte.	63
Tabla 13 Valor del pH según el filtro con el que se ha filtrado el agua de Torelló.	67
Tabla 14 Inversión 2018.	81
Tabla 15 Lista de modelo de filtros en 2020/2021 inicial.	82
Tabla 16 Lista de modelo de filtros en 2020/2021.	83
Tabla 17 Cantidad de agua que circula por las máquinas según el nivel de consumo teórico.	83
Tabla 18 Candidato de filtros en la provincia de Barcelona	84
Tabla 19 Candidato de filtros en la provincia de Gerona	84
Tabla 20 Coste de las nuevas altas.....	84
Tabla 21 Viabilidad del proyecto	87
Tabla 22 Costes por mano de obra.....	92
Tabla 23 Coste de material y reactivos.	93
Tabla 24 Coste total del proyecto.....	93
Tabla 25 Resumen del total de averías en 2018.....	100
Tabla 26 Averías según el tipo de cliente en 2018.	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 27 Resultados de la simulación del comportamiento del agua con dos tipos de filtro.....	101
Tabla 28 Continuació de la Tabla 20, Calculo del Índica de Langelier a una temperatura de 79°C.....	102
Tabla 29 Análisis de las diferentes aguas tratadas.	104
Tabla 30 Cálculo del Índice de Langelier en el agua sin filtrar	114
Tabla 31 Cálculo del Índice de Langelier en el agua filtrada.	115
Tabla 32 Lista de clientes C y D para los técnicos (2020/2021).....	117
Tabla 33 Mapa de aguas.....	126
Tabla 34 Asignación de filtros a los clientes de HORECA.....	128
Tabla 35 Clientes que han sufrido un incremento en su consumo.	150
Tabla 36 Coste y tarifa de los filtros.	156

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama Cafés Cornellà	5
Figura 2 Porcentaje de inversión en 2018.	8
Figura 3 Tipo de averías que han sufrido las máquinas en el sector Espresso en 2018.	9
Figura 4 Dureza permanente y dureza temporal. (Fuente: THE SCAE WATER CHART MEASURE AIM TREAT)	19
Figura 5 Solubilidad del carbonato de calcio con la temperatura. (Fuente: “Water structure and science.”)	21
Figura 6 Formación de especies de carbono inorgánico en función del pH. (Fuente: ResearchGate).....	23
Figura 7 Relación entre la alcalinidad, el pH y los iones presentes. (Fuente: Monografías)	24
Figura 8 pH del agua según la temperatura. (Fuente: The EngineeringTooBox)	26
Figura 9 Aspecto microscópico de las esferas de resinas de intercambio iónico. (Fuente: Intercambio iónico).....	32
Figura 10 Representación de la ósmosis. (Fuente: propia).....	35
Figura 11 Representación de la Ósmosis inversa. (Fuente: Propia).....	36
Figura 12 Funcionamiento filtro Quell.....	37
Figura 13 Funcionamiento del filtro Fresch	37
Figura 14 Funcionamiento del filtro Finest.....	38
Figura 15 Diagrama de procedimiento del proyecto.....	40
Figura 16 Comparación entre los dos métodos de cálculo del Índice de Langelier.	47
Figura 17 Dureza del agua de Banyoles	47
Figura 18 Variación del pH del agua de Banyoles con la Temperatura.....	48
Figura 19 Aumento del índice de Langelier al aumenta la temperatura del agua de Banyoles.....	49
Figura 20 Comportamiento del agua de Banyoles en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.....	50
Figura 21 Comportamiento del agua de Banyoles en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido débil.....	53
Figura 22 Comparación del valor de dureza del agua de Olot en dos años.	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 23 Aumento del índice de Langelier al aumentar la temperatura en el agua de Olot.	54
Figura 24 Comportamiento del agua de Olot en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.	55
Figura 25 Comparación del valor de dureza en diferentes años de agua proveniente del Servicio de aguas de Girona, Salt y Sarrià de Ter.	56
Figura 26. Aumento del índice de Langelier al aumentar la temperatura en el agua de Gerona.	56
Figura 27 Comportamiento del agua de Girona en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.	57
Figura 28. Aumento del índice de Langelier al aumentar la temperatura en el agua de Figueres.	58
Figura 29 Comportamiento del agua de Figueres en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.....	59
Figura 30 Variación del pH con la temperatura en filtros de resina catiónica débil.	61
Figura 31 Variación de la dureza total y la alcalinidad en el proceso de filtrado con un filtro de resina catiónica débil.	62
Figura 32 Variación del pH con la temperatura en filtros de resina catiónica fuerte.....	64
Figura 33 Variación de la dureza total y la alcalinidad en el proceso de filtrado con un filtro de resina catiónica fuerte.....	64
Figura 34 Dureza del agua de Palafolls.	66
Figura 35 Dureza del agua de Torelló.	67
Figura 36 Dureza del agua de Banyoles.	68
Figura 37 Coeficiente de correlación entre los dos métodos de análisis de dureza total.	69
Figura 38 Coeficiente de correlación entre los dos métodos de análisis de la alcalinidad	70
Figura 39 Mapa de aguas.....	71
Figura 40 Protocolo de análisis e instalación de muestra en una situación de nueva alta.	74
Figura 41 Protocolo de análisis e instalación de muestra en una situación en que la vida útil del filtro se ha agotado.	78
Figura 42 Planificación en caso de lectura no correcta.	79
Figura 43 Protocolo de análisis e instalación de muestra en una situación de seguimiento de filtro.	80
Figura 44 Medida de los filtros Quell. (Fuente: Brita)	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 45 <i>Diagrama de Gantt</i>	95
---	----

1 CONTEXTUALIZACIÓN

Pere Cornellà S.A.U es una empresa situada en Fornells de la Selva que se dedica a la venta de productos, ingredientes y sistemas de control, en el sector de la Hostelería, concretamente en la venta de café.

Fue fundada en Girona en 1920 cuando Narcis y Pere Cornellà pusieron en marcha la primera planta de torrefacción, que en poco tiempo pasó a ser el principal suministrador de café en las comarcas gerundenses. En 1980 se incorporó a la empresa la tercera generación, Pere Cornellà Valls, el actual propietario y jefe.

Actualmente está situada en Fornells de la Selva, en una planta de 2000 metros cuadrados, donde los procesos de producción están automatizados y cuentan con un laboratorio de análisis para desarrollar nuevas fórmulas de torrefacción.

Su labor principal es conseguir que el consumidor final sea capaz de obtener la taza de café perfecta, por lo que proporcionan una calidad constante, asesoramiento técnico y gestión de costes.

Poseen varios sistemas de control que facilitan la organización de los datos de los consumidores. Estos sistemas se basan en los siguientes puntos:

- Sistemas de control de rendimiento a partir de la plataforma M2M
- Control de consumo, balance económico, y control de sistemas preventivos y correctivo de las máquinas de café a partir de SAP ERP.
- Sistemas de formación a los clientes de hostelería.
- Plataforma para gestionar la actividad comercial de la empresa (CRM).
- Plataforma que presenta datos resumidas de SAP para una mejor gestión de la información (Qlikview).

1.1 ESTRUCTURA DE LA EMPRESA

La estructura interna de la empresa está organizada de la siguiente manera, consta de un director general (Pere Cornellà Valls) que supervisa tres departamentos distintos:

1. Departamento comercial dirigido por Pau Duran. Este departamento se divide en dos grupos:

a. Comerciales: Encargados de abrir nuevos clientes de gran volumen de HORECA e introducen nuevos productos.

- Comercial de Hostelería: Ángel Quesada (Girona), Jesús López (BCN), Teresa Corbacho (Girona), Juan Migallon (Madrid).
- Comercial de Alimentación: Pau Duran, Elena Boadella
- Comercial Distribuidor: Laura Rizescu.
- Comercial Exportación: Laura Rizescu.
- Comercial Vending: Juan Migallon.
- Comercial Marca Blanca: Pau Dura.

b. Técnicos comerciales: Encargados de repartir producto, gestionar nuevas aperturas y seguimiento a clientes de poco volumen, se encargan del mantenimiento básico de los equipos e introducen nuevos productos.

- Técnicos en Girona: Juan Molina, Marc Sanmartí, Jose Ramos, Kiko Partal.
- Técnicos en BCN: Alex Benito
- Técnicos en Madrid: Juan Migallon

Contextualización

2. Departamento de marketing, responsable Elena Boadella. Dentro de este departamento encontramos:

- a. Departamento de producto, Ferran Franquesa. Este departamento se encarga de gestionar el catálogo de la empresa, del lanzamiento de nuevos productos, de desarrollar proyectos, gestionar el almacén y del seguimiento de ventas.
- b. Departamento de formación (GPV), formado por Imma Vila y David Brull. La función de este departamento es ofrecer formación de cómo hacer café, infusiones, Latte arte y también realizan el seguimiento a clientes activos e introducir promociones.
- c. Departamento de diseño dirigido por Esther Albi. Se encarga de la gestión del catálogo físico, diseño de producto y gestión del contenido de la web.

3. Departamento de operaciones, dirigido por Francesc Fernandez y formado por:

- a. Departamento de **administración**, Mercè Ferrer y Rosa Medina, responsables de gestionar pedidos, atención al cliente y gestión de albaranes.
 - i. Departamento de **finanzas**, Maria Guisande, se encarga de gestionar pagos.
 - ii. Departamento de **compras**, Lourdes Vila responsable de tramitar las compras, gestionar equipos y preventivos.
- b. Departamento de **producción**, encargada Anna Serrat.
- c. Responsable del **almacén**, Benjamí Fernandez, gestión de almacén.
- d. Departamento **Técnico SAT**

Contextualización

- i. Responsable SAT, Toni Cienfuegos, encargado de instalaciones y reparaciones, gestión de ficha de datos de instalaciones y equipos.
- ii. Ayudante SAT, Jordi Massa, ayudante en la reparación e instalación de equipos.

4. Departamento de control y garantía de calidad.

- a. Responsable de Calidad, Enric Fabre, control y gestión de calidad de los productos producidos y nuevas entradas a almacén, gestión de la ISO y análisis a la competencia.
- b. Ayudante de Calidad, Sergi García, control de calidad y análisis de la competencia.

De este organigrama es importante entender la función que tendrá cada persona y departamento, ya que cada uno juega un papel importante en la gestión de este nuevo proyecto.

Contextualización

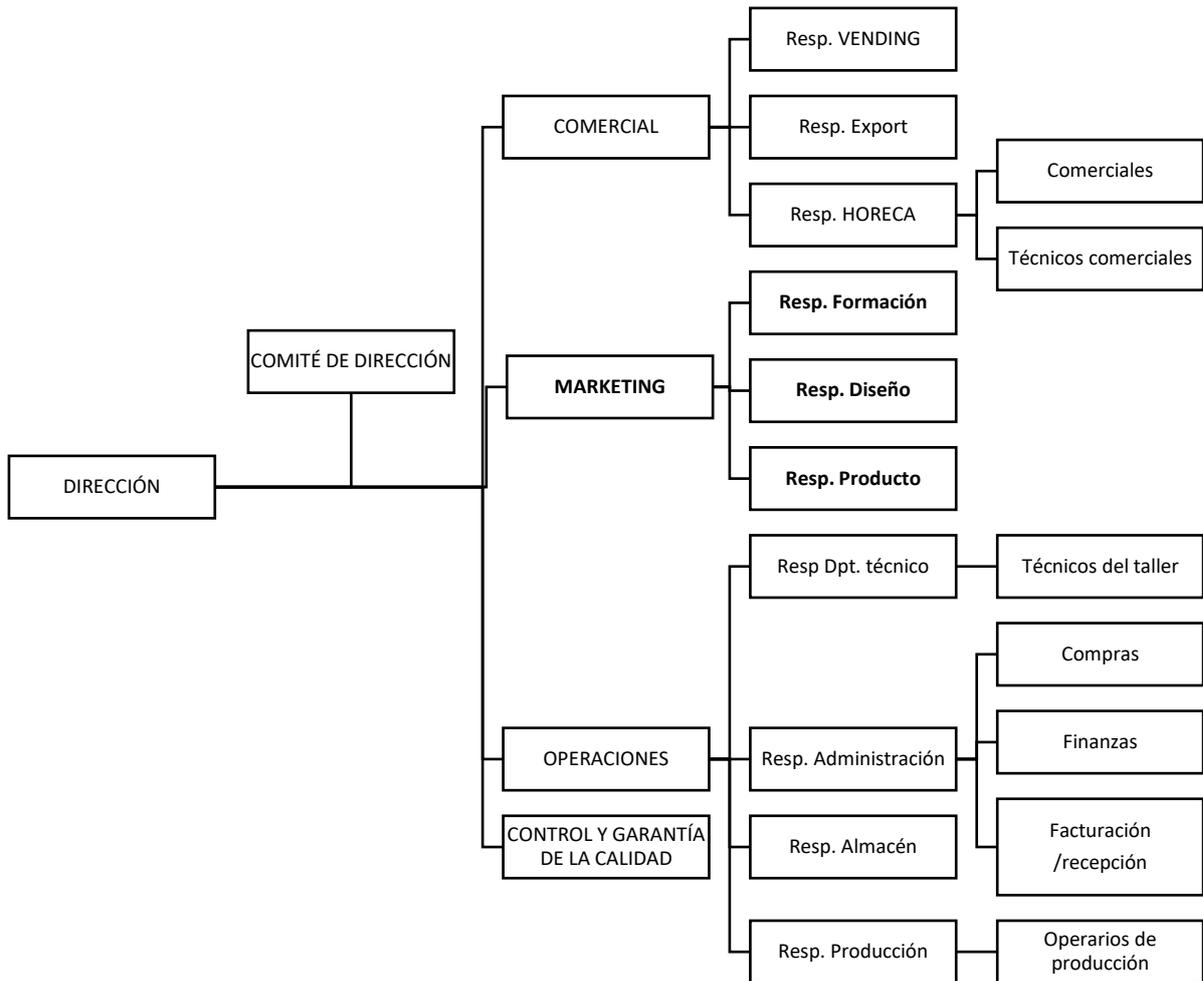


Figura 1 Organigrama Cafés Cornellà

Este estudio en cuestión está dirigido por el departamento de marketing, por el responsable de producto, Ferran Franquesa.

1.2 FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA

La empresa engloba diversos canales de venta:

- Vending.
- Export.
- Horeca.

Contextualización

- Alimentación.
- Distribuidores.
- Marca blanca.

Este proyecto se centra en los clientes de **HoReCa**, donde se recogen sectores como el de hoteles, restaurantes y cafeterías y son categorizados en distintos niveles según su facturación anual:

- Clientes con un volumen de **consumo A**: Consumo anual de más de 12.001€, es decir, más de 1.650 tazas de café por semana.
- Clientes con un volumen de **consumo B**: El consumo anual va de 6.001€ a 12.000€, es decir, entre 1.000 y 1.650 tazas de café por semana.
- Clientes con un volumen de **consumo C**: El consumo anual va de 3.001€ a 6.000€, es decir, entre 1.000 y 550 tazas de café por semana.
- Clientes con un volumen de **consumo D**: El consumo anual va de 2.000€ a 3.000€, es decir, entre 550 y 150 tazas de café por semana.

El funcionamiento de esta entidad, en este tipo de cliente, consiste en ceder a cada uno de sus usuarios una máquina de café acorde al volumen de café consumido junto a un filtro de agua. Según el contrato que pacte el comercial con el cliente y el análisis económico de la operación, se determina si el cliente paga las averías de la máquina cedida o va a cargo de la compañía. El porcentaje de clientes que paga las averías es del 44%.

Por lo tanto, es de vital importancia tener un **control exhaustivo** del **mantenimiento de las máquinas**, y controlar todos los parámetros que puedan afectar.

1.3 PROBLEMA DE LA EMPRESA

El **agua** en esta empresa tiene un gran valor añadido, diariamente 6.277 litros de agua, es decir, 2.290.981 litros al año pasan por las máquinas de café de esta empresa. Estos litros tienen un efecto esencial en la **extracción del café** y en el **estado de las máquinas**. Si se transforman esta agua en café, 2.290.981 litros anuales suponen una facturación media de 27.491.772 €, considerando que con 100 mL de agua se prepara una taza de café y que esta se vende a un precio medio de 1.20 €. Por lo tanto, el estado del agua es muy importante, tanto para conseguir una buena taza final como para evitar averías.

Para darle valor a la importancia que tiene controlar el estado del agua que circula por el interior de las máquinas, se han extraído datos del gasto que realizó la empresa en 2018 debido a las averías en máquinas de café:

Se invirtió un total de 101.200,83 euros en averías situadas en el sector de Coffe Service y Espresso (HoReCa). Los datos se recogen en Anexo A: .

- Sector Espresso son aquellos clientes que dirigen cafeterías y restaurantes en este caso se habla de averías en máquinas Espresso,
- Sector Coffe Service son aquellos clientes que dirigen hoteles, las averías registradas son mayoritariamente en máquinas dispensing (máquinas automáticas de Vending sin monedero).

Más del 50% de las averías se asociaron al sector responsable de las máquinas de café Espresso el sector donde nos centraremos.

Contextualización

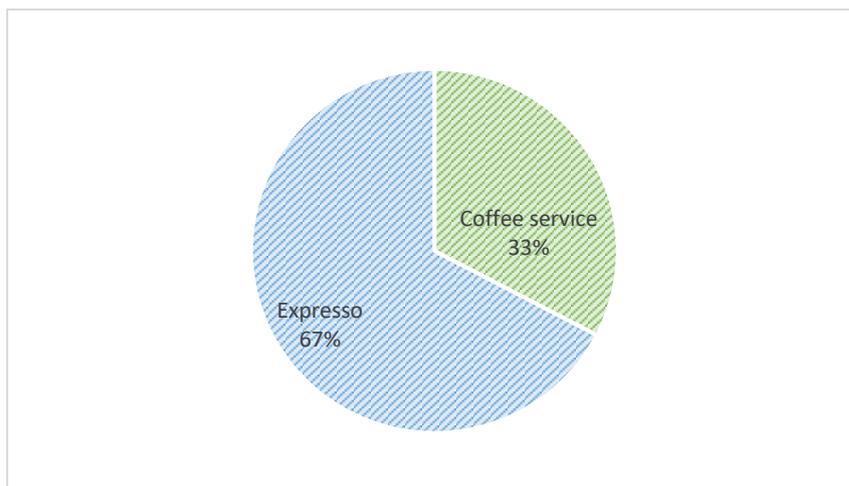


Figura 2 Porcentaje de inversión en 2018.

En la **Figura 2** se observa que el 67% representa una inversión de 68.028,32 € euros donde 33.720 € fueron averías causadas por el agua, por lo tanto, más de 50% de las averías fueron provocadas por la mala gestión del agua. Este dato se demuestra extrayendo el gasto de las averías, que se categorizan por:

- **Obturación por cal.**
- **Limpieza caldera**
- **Pérdida de agua por algún componente:** Según los informes facilitados por el servicio técnico el 70% de clientes que se categorizan con esta avería. La pérdida de agua es debido a la obturación de cal en algún punto de la máquina, sobre todo en la electroválvula y volumétricos de la máquina.

Contextualización

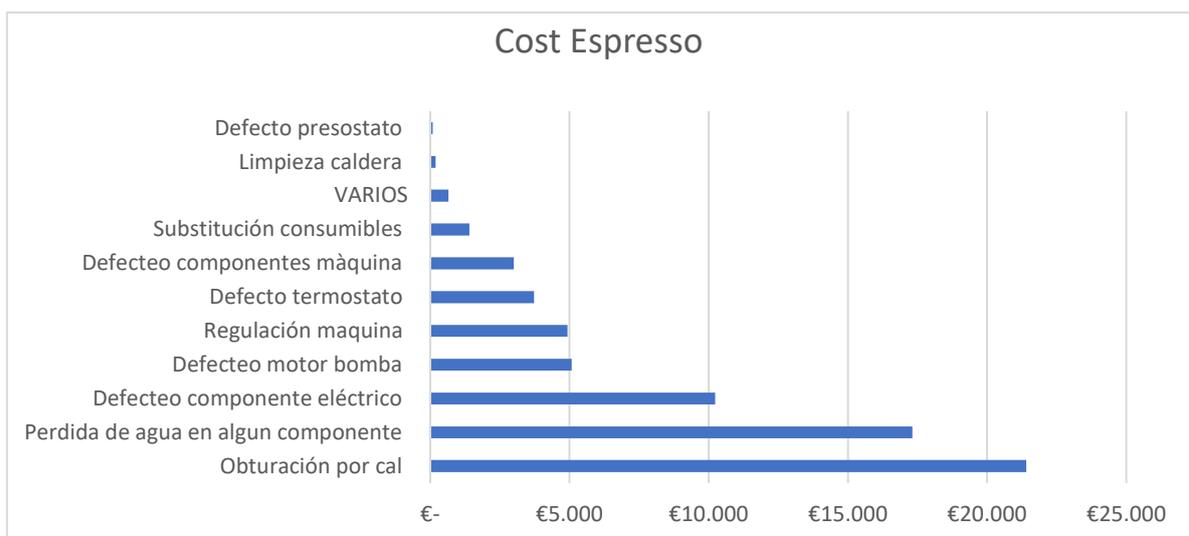


Figura 3 Tipo de averías que han sufrido las máquinas en el sector Espresso en 2018.

De la información que se muestra en la **Figura 3**, solamente interesa el coste de las averías por la mala gestión del agua, esta información se ha recogido en la siguiente tabla.

Tabla 1 Averías causadas por el agua en 2018.

Averías causadas por el Agua	Nº Clientes	Coste
Obturación por cal	124	21.403,33 €
Perdida de agua en algún componente	87	12.124,44 €
Limpieza caldera	2	193,00 €
Total, general	213	33.720,77 €

Por lo tanto, el objetivo de esta empresa es reducir la cantidad de máquinas averiadas debido a la cantidad de carbonatos que precipitan y paralelamente obtener la calidad de agua óptima para elaborar un café perfecto.

Hasta ahora, no se ha tenido ningún control sobre la calidad del agua con la que elaboran su café, no se ha gestionado de manera adecuada el proceso de instalación y seguimiento de **filtros de agua**. El método ha consistido en dotar a sus clientes con un tipo de filtro y cambiarlo cada año, sin tener en cuenta la calidad del agua, ni la capacidad del filtro. (Se explica más detalladamente en el apartado 4.1)

2 OBJETIVO

Considerando el capítulo precedente, el presente Trabajo Final de Grado tiene como objetivo principal potenciar la calidad de la taza de café, a nivel de los clientes de Cafés Cornellà y reducir, a su vez, el coste que supone a la empresa no tener un control exhaustivo del agua que utilizan sus máquinas, debido a la corrosión y clasificación que se traducen en averías. Para poder controlar estos parámetros, se precisa de sistemas de filtración que proporcionan una composición del agua determinada para la máquina y el café.

Para alcanzar el objetivo general del Trabajo de Final de Grado, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar las diferentes marcas de filtros que se encuentran en el mercado, con el propósito de realizar una selección de la marca más eficaz.
 - a. Water and More.
 - b. Brita.
2. A partir de análisis de aguas, determinar qué tipo de filtro instalar según la composición del agua en las distintas zonas de incidencia de la empresa:
 - a. Girona (ciudad).
 - b. Figueres.
 - c. Banyoles.
 - d. Torelló.
3. Generar un protocolo de instalación y seguimiento de los filtros con la finalidad de controlarlos y asegurar un buen funcionamiento.
4. Determinar si la ratio inversión / reducción de averías es positivo para seguir adelante con el proyecto.

3 ALCANCE

El proyecto se inicia realizando un estudio general del agua de Girona (ciudad), Figueras, Olot y Banyoles. A partir del análisis realizado y resultados obtenidos se conocerá qué tipo de agua se encuentra en estos municipios, la variación de la composición del agua a lo largo de los años debido al origen, y se determinará numéricamente qué filtro utilizar en cada lugar geográfico.

Una vez obtenida una visión general del agua de estos municipios, se estudiará el rendimiento, en igualdad de condiciones, de los diferentes proveedores de filtros mencionadas en el apartado anterior, y se especificará el tipo de filtro a utilizar en cada municipio dependiendo de la composición del agua. El departamento de producto va a ser el responsable directo de la gestión de estos filtros, por este motivo, se dotará a la empresa de material necesario para poder hacer análisis esenciales que nos permitan calcular el estado del agua.

A partir de la determinación del proveedor y tipo de filtro a utilizar en cada caso, se realizará una guía de conceptos y actuaciones que ayudará a determinar el filtro conveniente para cada tipo de agua. Finalmente se definirá qué protocolo seguir para las nuevas instalaciones y seguimiento del estado de los filtros.

4 ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa hasta el momento no realiza un control exhaustivo de sus máquinas, es decir, no cuenta con un sistema que le proporcione una visión futura del estado de sus máquinas. Es incapaz de prever con exactitud la evolución del estado de las máquinas Espresso con respecto a averías provocadas por el agua, debido a que no utilizan los filtros adecuadamente.

4.1 PROTOCOLO INICIAL DE INSTALACIÓN DE FILTROS.

El sistema de instalación de filtros funciona de la siguiente manera:

En clientes nuevos que se dan de alta, se le instala la máquina junto a un cabezal y un filtro BEST MAX (se explica en el apartado 5.3.3), sin hacer un previo análisis del agua con la que va a trabajar ni tener ninguna información sobre si ese cliente tiene o no descalcificador. En cuanto a los clientes que ya son activos, la empresa consta de un sistema operativo que avisa a los técnicos de cuando ese filtro va a dejar de ser útil. Este sistema avisa de la necesidad de cambio de cartucho a través de dos métricas:

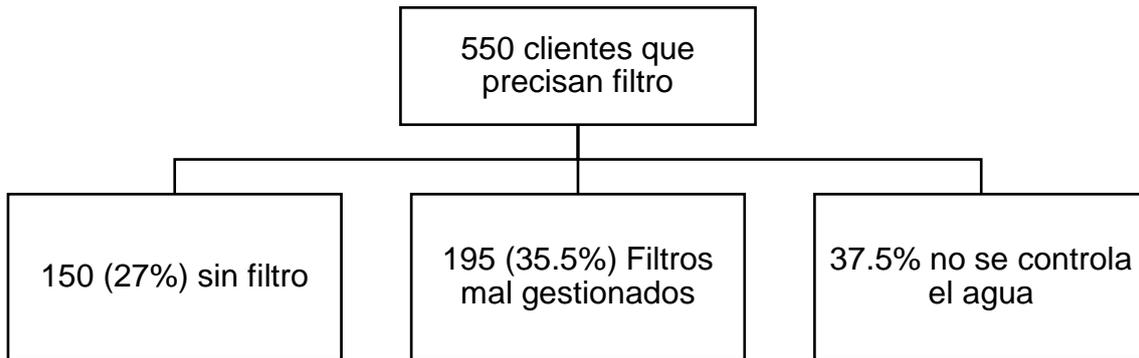
1. Cuando la cantidad de café que ha comprado el cliente supera la capacidad del filtro.
2. Cuando pasa un año desde que se ha instalado.

Se ha analizado este sistema y la situación en que se encuentra la empresa y los resultados han sido los siguientes:

De 550 clientes HORECA que necesitan filtro para que sus máquinas funcionen correctamente, el 27%, es decir, 150 clientes no tenían filtro, el 35.5% no estaba bien gestionado, ya sea porque no estaban controlados los preventivos (no se entraban correctamente en el sistema y este no avisaba) o bien porque el cliente no quería pagar, y por lo tanto, no se le cambiaba el filtro. El resto de los clientes (37.5 %) tienen el filtro controlado, pero no tienen controlado el agua.

Estado actual de la empresa

Tabla 2 Esquema de la situación actual de los filtros de agua en la empresa



Este sistema, por lo tanto, no asegura evitar averías, ya que, como no hay un protocolo bien definido no se sigue ninguna norma estipulada, es decir, no se gestiona de la misma manera toda la información y todos los casos.

5 FUNDAMENTO TEÓRICO

5.1 CAFÉ ESPRESSO

Un café espresso es una forma de preparación de café originada en Italia [1]. Se denomina espresso debido a la obtención de esta bebida a través de una cafetera espresso [2]. Se caracteriza por su rápida preparación y por un sabor y textura más concentrado.

Esta bebida se obtiene forzando adecuadamente agua caliente a presión a través de café en polvo [3]. Se trata de un café molido de manera muy fina, a través del cual pasa una determinada cantidad de agua con una temperatura próxima al punto de ebullición.

Para prepararlo existen varios factores que deben intervenir, el molido del café, este debe ser fino para que el agua caliente a presión sea capaz de atravesar el café extrayendo olores y sabores del grano. Si el molido es muy grueso, el producto final será aguado y sin sabor. Otros aspectos importantes son el tiempo de extracción, la cantidad de café molido y el agua.

Tabla 3. Factores que intervienen en la preparación de un café Espresso

Porción necesaria de café molido	7 g \pm 0.5 g
Temperatura de salida del agua de la unidad	88°C \pm 2°C
Temperatura de la bebida en la taza	67°C \pm 3°C
Presión de entrada del agua	8.5 bares \pm 0.5
Tiempo de percolación	25 segundos \pm 5 segundos
Viscosidad a 45°C	> 1.5 mPa s
Grasa total	> 2 mg/ ml
Cafeína	<100 mg/cup
Mililitros en la taza (incluida la espuma)	25ml \pm 2.5

5.2 AGUA

La base de todo café expreso es el agua potable de la red, considerando que la bebida de café contiene un $\pm 94\%$ de agua [4], esta posee grandes cantidades de solubles y sólidos que pueden ser perjudiciales para la máquina y tienen un efecto importante en la calidad de la taza. Es decir, esta puede tener la calidad estipulada para ser consumida, pero puede contener sustancias que hacen que el sabor y el aroma de la taza sea desagradable.

El agua es el único compuesto químico que se encuentra de forma natural en los tres estados físicos. Se considera el disolvente universal, está formada por moléculas discretas de tres átomos pequeños, dos átomos de Hidrógeno unidos a un átomo de Oxígeno formando un ángulo de unos 105° . La unión entre átomos es fuerte, corresponde a su enlace covalente. Su geometría angular es la responsable del momento dipolar, lo que hace de ella una molécula polar. A esto añadimos la posibilidad de establecer enlaces intermoleculares por puentes de hidrógeno. Por ello, su composición cambia considerablemente debido a la inmensa cantidad de sustancias que pueden disolverse en ella [5].

Por lo tanto, antes de consumirse ha de tratarse, este tratamiento se denomina potabilización, que es un conjunto de procesos y operaciones que se realizan para modificar características organolépticas, físicas, químicas y biológicas con el fin de hacerla apta para el consumo humano, de acuerdo con una norma dada [6]. Por ello, es uno de los productos de consumo humano más controlados por Occidente y su contenido está estrictamente limitado. Sin embargo, la dureza, los niveles de cloro, el aroma, el sabor, entre otros componentes, pueden variar debido al tratamiento ejecutado y a la red de abastecimiento, así como, los materiales de las cañerías por donde circula.

Fundamento teórico

La capacidad que tiene el agua de disolver se debe a su elevado momento dipolar y a la facilidad que presenta para formar puentes de hidrógeno con otras sustancias. Una molécula o ion es soluble en agua si puede enlazar con esta mediante puentes de hidrógeno o interacciones del tipo ion-dipolo.

Los enlaces de hidrógeno son uniones electroestáticas formadas entre moléculas polares con hidrógeno y un átomo muy electronegativo, como flúor, oxígeno o nitrógeno [7]. Un puente de hidrógeno es una atracción dipolo-dipolo entre moléculas que contienen alguno de esos tres tipos de átomos. Los puentes de hidrógeno mantienen las moléculas unidas formando una estructura compacta y son uno de los enlaces intermoleculares responsables de las propiedades químicas y físicas del agua [8]. Cada molécula de agua puede potencialmente formar 4 puentes de hidrógeno con otras tantas moléculas de agua dando lugar a una estructura tetraédrica reticular relativamente ordenada [9].

Entonces, el agua es buena para disolver iones y moléculas polares, pero no lo es para disolver moléculas apolares. Una molécula apolar es aquella cuya naturaleza está constituida por enlaces entre átomos que poseen la misma electronegatividad, por lo tanto, las fuerzas, con las que los átomos atraen los electrones del enlace, son iguales, y no existe momento dipolar, o en todo caso, es muy pequeño. En cambio, una molécula polar se da cuando se unen, con enlaces covalentes, átomos con diferente electronegatividad, uno de sus extremos está cargado positivamente y el otro de manera negativa; puede ser que la molécula resultante tenga una geometría regular y los momentos dipolares se anulen en la suma vectorial, en este caso, la molécula será apolar, pero con enlaces polares [7].

En los casos en que hablamos de dipolos, nos referimos a moléculas con una distribución asimétrica de los electrones, debido a que sus átomos tienen distinta electronegatividad y, como consecuencia, los electrones se encuentran cerca del átomo más electronegativo. Se crean así polos en la molécula, una con carga parcial negativa

y otra con carga parcial positiva, como pasa con el agua. Todo enlace entre átomos de distinta electronegatividad tiene asociado un momento dipolar [10].

Las moléculas de agua son polares, con cargas positivas en los hidrógenos, una carga negativa en el oxígeno y una estructura general angular. Esta distribución asimétrica de cargas hace que los electrones compartidos en el enlace O-H estén más atraídos por el oxígeno y no por el hidrógeno, es decir, alrededor del oxígeno se concentra una densidad de carga negativa mientras que los núcleos de hidrógeno quedan desnudos parcialmente de sus electrones y manifiestan una densidad de carga positiva. Debido a su pequeño tamaño, a la naturaleza polar de sus enlaces H-O, a su estructura angular y a su capacidad para formar puentes de hidrógeno, el agua es una molécula altamente reactiva que es capaz de disolver una gran variedad de sustancias (hidrófilas) iónicas y moleculares, pero también evita la disolución de otras apolares (hidrófobas) [8].

En resumen, son numerosas las sustancias orgánicas e inorgánicas polares que se encuentran en el agua disueltas y que hacen de ella una sustancia impura, que perjudica tanto a la máquina de café como al sabor y aspecto de la taza.

Estas sustancias, están controladas y si es necesario eliminadas por las potabilizadoras, como bien se ha dicho antes, no obstante, parámetros como la acidez, la dureza y la conductividad en determinados valores no favorecen la producción de café ni el mantenimiento de la máquina.

5.2.1 PARÁMETROS, LÍMITES ACEPTABLES

La dureza total, la alcalinidad y el pH son los tres parámetros claves para caracterizar un agua. Un agua apta para la elaboración de un café espresso según SCA (Specialty Coffee Association), ha de tener las siguientes características [11]:

- Libre de olores, por lo tanto, no puede contener cloro, hipoclorito y cloraminas, así como compuestos orgánicos que influyen en el sabor del producto final.

Fundamento teórico

- Dureza total de 50 a 175 ppm de CaCO₃.
- Alcalinidad de 40 a 75 ppm de CaCO₃.
- pH de 6.5 a 7.5.

Tabla 4 Límites aceptables del agua para obtener un buen café. (Fuente: THE SCAE WATER CHART MEASURE AIM TREAT)

Características	Objetivo	Rango aceptable
Olor	Limpio Fresco / Sin Olor	
Cloro	Ninguno	Ninguno
Dureza total	50-175 ppm CaCO ₃	50-175 ppm CaCO ₃
Alcalinidad	40 ppm	40-70 ppm CaCO ₃
pH	7	6-8

5.2.1.1 Dureza total

El término dureza se refiere al contenido total de iones alcalinotérreos (Grupo 2) que hay en el agua. Como la concentración de Ca²⁺ y Mg²⁺ es, normalmente, mucho mayor que la del resto de iones alcalinotérreos, la dureza es prácticamente igual a la suma de las concentraciones de estos dos iones, se expresa como la cantidad equivalente de carbonato de calcio en partes por millón. Por lo cual la OMS clasifica las aguas en cuatro categorías: blandas (<60 mg/l de CaCO₃), moderadamente duras (60 a 120 mg/l CaCO₃), duras (120 a 180 mg/l) y muy duras (>180 mg /l CaCO₃) [12].

¿Cómo llegan estos dos componentes al agua? El vapor de agua en la atmósfera es esencialmente H₂O puro, tan pronto como el agua comienza a condensarse y forma gotas, comienza a absorber dióxido de carbono, que junto con el agua forma ácido carbónico. Esta agua cuando entra en contacto con minerales presentes en las rocas (CaCO₃, MgCO₃), como la piedra caliza o la tiza, disuelve parte de ellas adquiriendo iones de magnesio y cálcico, cabe destacar que no es un fenómeno instantáneo. La cantidad de minerales disueltos no solo depende de su composición, sino también del tiempo que el agua ha estado en contacto con los minerales, el tamaño de estos y la velocidad de disolución. Las partículas más pequeñas tienen un área superficial más

Fundamento teórico

grande por lo que se disuelven con mayor facilidad. Entonces un agua subterránea es más dura que el agua en ríos y lagos porque ha estado en contacto con minerales por un período más largo [11].

En la dureza total del agua se puede hacer una distinción entre dureza temporal (carbonatos) y dureza permanente (sulfatos y cloruros).

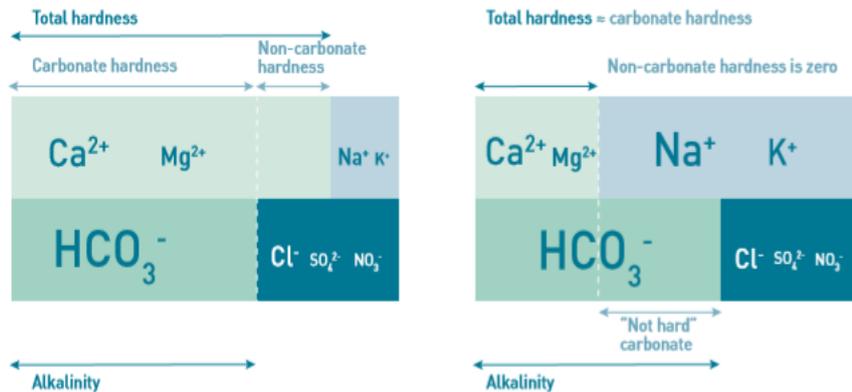


Figura 4 Dureza permanente y dureza temporal. (Fuente: THE SCAE WATER CHART MEASURE AIM TREAT)

5.2.1.1.1 Dureza temporal

Si la concentración de HCO_3^- presente en el agua es el doble de la concentración total de los iones alcalino - térreos, se dice que el agua es temporalmente dura. La dureza temporal puede eliminarse mediante la ebullición gracias a la existencia del equilibrio: $\text{Ca}^{++} + 2\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

La ebullición del agua expulsa el CO_2 de la solución, reduciendo su concentración y desplazando el equilibrio hacia la derecha. Entonces el ion Ca^{2+} precipita fuera de la solución formando CaCO_3 [13].

El carbonato de calcio es menos soluble en aguas calientes que, en frías, por lo tanto, al hervir el agua esta sal precipita, dejando el agua menos dura [14]. Esta precipitación se denomina cal, la cal es un depósito calcáreo que se acumula dentro de calderas y calentadores de agua, se suele encontrar en la superficie interna de tuberías donde se ha evaporado el agua dura. Estas incrustaciones dañan seriamente el

Fundamento teórico

funcionamiento de las máquinas de café y reducen su eficiencia energética. Los agentes de descalcificación se usan comúnmente para eliminar la cal y prevenir las incrustaciones ablandando el agua.

Las aguas que contienen mayor cantidad de bicarbonatos de calcio y de magnesio, representa la principal forma de alcalinidad, y en algunos casos, es equivalente a la dureza carbonatada, es decir la dureza permanente [15].

Equilibrios de carbonato de calcio

La formación o disociación termodinámica de $CaCO_3$ involucra los equilibrios del CO_2 , la disociación del agua y cuatro relaciones de $Ca^{2+}_{(aq)}$. Estos equilibrios están representados en la siguiente tabla:

Tabla 5 Equilibrio del carbonato de calcio. (Fuente: Water structure and science)

$2H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + OH^-$	$K_W = [H_3O^+] \times [OH^-]$	$K_W = 0.991 \times 10^{-14} \frac{mol^2}{L^2}$
$CO_{2(g)} + H_2O \leftrightarrow CO_{2(aq)}$ (lento)	$K_H = \frac{pCO_{2(g)}}{[CO_{2(aq)}}$	$K_H = 29$
$CO_{2(aq)} + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$ (lento)	$K_D = \frac{[CO_{2(aq)}}{[H_2CO_3]}$	$K_D = 590$
$H_2CO_3 + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + HCO_3^-$ (rápido)	$K_1 = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ $K_{a1} = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3] + [CO_{2(aq)}}$	$K_1 = 0.25 \text{ mM}$ $K_{a1} = 0.45 \mu\text{M (aparente)}$
$HCO_3^- + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + CO_3^{2-}$ (rápido)	$K_{a2} = \frac{[H_3O^+][CO_3^{2-}]}{[H_2CO_3]}$	$K_{a2} = 0.047 \text{ nM}$
$CaCO_3 \text{ (sólido)} \leftrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)}$	$K_S = \frac{[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]}{[CaCO_3]_{(s)}}$	$K_S = 3.35 \text{ nM (calcita)}$ $K_S = 4.49 \text{ nM (aragonita)}$
$CaCO_3 \text{ (aq, par iónico)} \leftrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)}$	$K_D = \frac{[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]}{[CaCO_3]_{(aq)}}$	$K_D = 0.703 \text{ mM}$
$Ca(HCO_3)^+ \text{ (aq, par iónico)} \leftrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + HCO_3^-$	$K_{D2} = \frac{[Ca^{2+}][HCO_3^-]}{[CaHCO_3^+]_{(aq)}}$	$K_{D2} = 96.6 \text{ mM}$
$CaOH^+ \text{ (aq, par iónico)} \leftrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	$K_{D3} = \frac{[Ca^{2+}][OH^-]}{[CaOH^+]_{(aq)}}$	$K_{D3} = 71.0 \text{ mM}$

Fundamento teórico

Hay nueve ecuaciones con un total de once incógnitas, si se añade el equilibrio iónico, es decir, cargas positivas, igual a cargas negativas, se obtienen un total de once incógnitas y diez ecuaciones, con tan solo la concentración de uno nos serviría para conocer la totalidad de las incógnitas. Sin embargo, no es tan directo, ya que, hay diferentes K_s , que dependen de la forma del cristal.

Dependiendo de la formación cristalina de CaCO_3 , encontramos la aragonita, vaterita y calcita. La solubilidad de estas es diferente, todas se reducen al aumentar la temperatura, y aumentan al aumentar el CO_2 disuelto más un pH ácido.

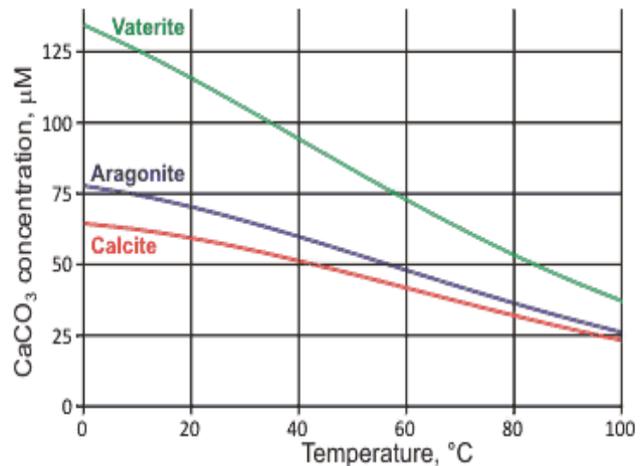


Figura 5 Solubilidad del carbonato de calcio con la temperatura. (Fuente: "Water structure and science.")

La calcita es la menos soluble, a temperatura ambiente la aragonita y la vaterita en agua se convierten en calcita. Sin embargo, a temperaturas más elevadas la aragonita precipita más rápido que la calcita [16].

5.2.1.1.2 Dureza permanente

La dureza permanente no se elimina al hervir el agua, es causada por la presencia de sulfatos y cloros de calcio y de magnesio en el agua. Estas sales son más solubles en el agua a medida que aumenta la temperatura hasta una temperatura determinada [17].

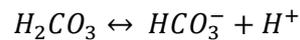
5.2.1.2 Alcalinidad

La alcalinidad de un agua es la capacidad para neutralizar ácidos. En términos generales, representa la cantidad de bases como el carbonato de hidrógenocarbonato (HCO_3^-), carbonato de hidróxido, así como también de otras bases que normalmente se

Fundamento teórico

encuentran en pequeñas cantidades (silicatos, fosfatos y otros). Este parámetro limita la cantidad de precipitados que se pueden obtener ($CaCO_3$), ya que, a temperaturas y pH determinados precipita y forma incrustaciones [18].

La alcalinidad se debe en mayor parte al anión hidrogenocarbonato que contiene el agua, por lo tanto, las reacciones que se dan son las siguientes:



Las tres especies químicas del sistema carbonato se pueden convertir de la una a la otra solo variando el pH [19].

Estos balances de materia y las ecuaciones de equilibrio facilitan la representación gráfica de la concentración frente al pH. El gráfico permite identificar la especie predominante de un sistema a un pH determinado.

La mayor parte de las aguas presentan un valor de pH entre 6 y 9, la especie mayoritaria en este intervalo es el HCO_3^- , entonces la alcalinidad se equipará a la concentración de Bicarbonato.

La alcalinidad es un parámetro que varía significadamente con el pH del punto final de una valoración. Para determinarla, la muestra de agua se valora con una solución de ácido mineral fuerte hasta un pH de 8 - 9 o de 4 - 5. Estos dos puntos son los puntos de equivalencia seleccionados para la determinación de los bicarbonatos, los carbonatos y ácido carbónico.

Fundamento teórico

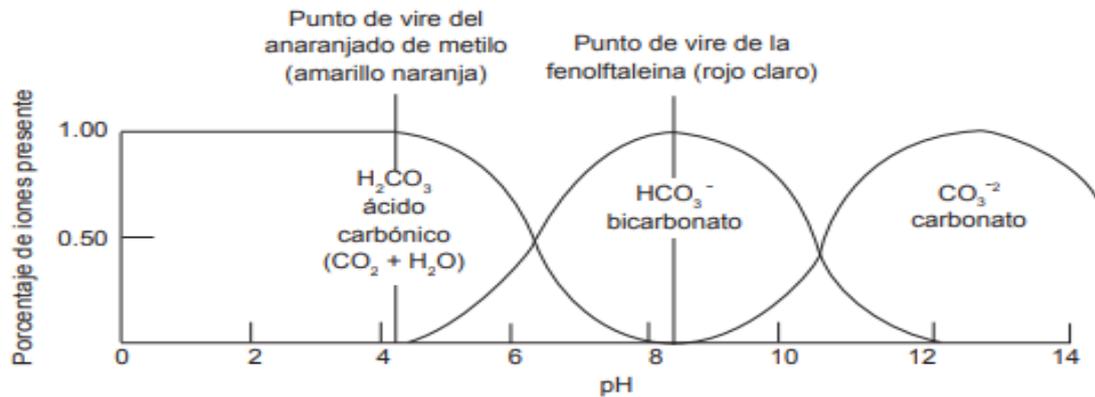


Figura 6 Formación de especies de carbono inorgánico en función del pH. (Fuente: ResearchGate)

Entonces, hay dos tipos de alcalinidad:

Alcalinidad fenolftaleína: En este caso, el punto de viraje del indicador (Fenolftaleína) se encuentra entre 8 y 9. Esta valoración implica que los carbonatos pasen a ser bicarbonatos, por lo tanto, solo es necesario un equivalente de protones para que suceda. La alcalinidad en este caso representa la cantidad de carbonatos presentes en el agua. $\text{Alcalinidad} = [\text{CO}_3^-]$

Alcalinidad total: Se utilizan indicadores (Anaranjado de metilo) que no cambian de color hasta que pH es ligeramente ácido (pH = 4). Así pues, en una muestra que contenga carbonatos y bicarbonatos, la alcalinidad total será: $\text{Alcalinidad total} = 2[\text{CO}_3^-] + [\text{HCO}_3^-]$.

Por lo tanto, cuando se trata con aguas que se encuentran con un pH menor a 6.3 la especie química predominante es el ácido carbónico, estos valores de pH deben evitarse ya que corresponden a aguas corrosivas. En el caso de encontrarse con un pH entre 6.3 y 10 la especie química predominante es el bicarbonato en este caso puede formarse una capa protectora de carbonato dependiendo de la temperatura de trabajo y las concentraciones de las especies químicas del ion carbonato. Por último, para valores de pH mayores a 10 la especie química que predomina es el carbonato, en este caso el agua sería incrustante [20].

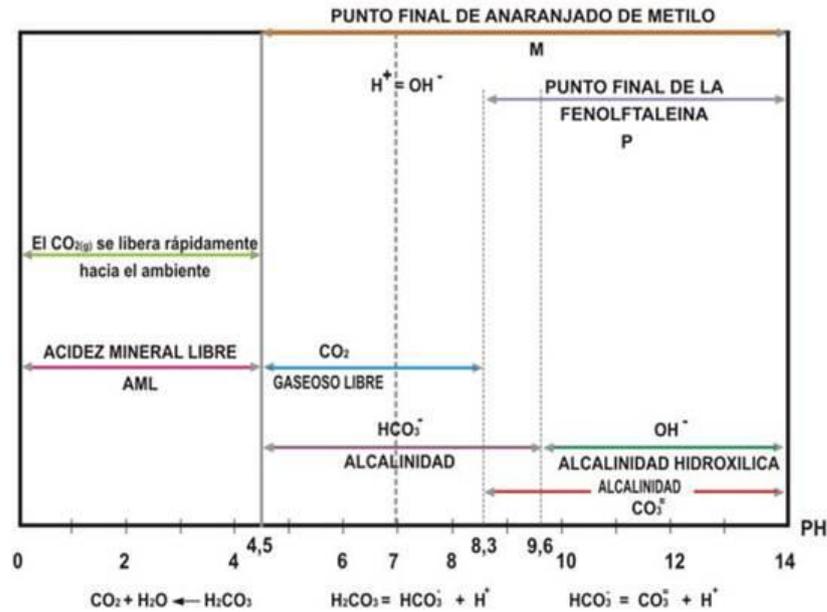


Figura 7 Relación entre la alcalinidad, el pH y los iones presentes. (Fuente: Monografías)

5.2.1.3 Conductividad

La conductividad es la capacidad que tienen las sustancias de conducir la corriente eléctrica. En el caso de líquidos, medir la conductividad implica medir la cantidad de sales disueltas en una disolución, ya que, son los iones positivos y negativos los que transportan la energía eléctrica si se somete el líquido a un campo eléctrico.

Esta medida está relacionada con la concentración de iones en el agua, sus concentraciones, movilidad y valencia, así como la temperatura en la que se encuentra el medio líquido [21]. Los iones provienen de sales disueltas y materia inorgánica (alcalinos, carbonatos, cloruros y sulfatos).

Este parámetro es, por tanto, proporcional a la cantidad de sólidos disueltos (TDS) en una solución acuosa, cuanto más sólidos disueltos haya en la solución mayor será la conductividad. Suele estar referida a 25°C, el valor obtenido debe corregirse en función de la temperatura. La unidad de medición utilizada comúnmente es el siemens partido centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

5.2.1.4 pH

El pH es una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H^+), indica la acidez o alcalinidad. Este es un factor muy importante ya que, dependiendo de su valor, se puede identificar si una muestra carece de nutrientes o presenta niveles de toxicidad.

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

$$pOH = -\log_{10}[OH^-]$$

Las mediciones de pH varían entre el 0 y 14. El 7 se considera neutro, valores superiores a este se consideran básicos e inferiores ácidos.

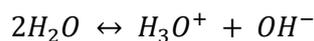
El pH del agua pura es 7 a 25°C, pero en la naturaleza no la encontramos así debido a los gases de la atmósfera y la temperatura.

Cuando un agua es ácida, es capaz de disolver iones metálicos como, hierro, cobre, plomo y zinc. Estos componentes son corrosivos y hacen que el sabor del agua sea metálico y amargo.

Cuando tenemos aguas básicas, alcalinas, surgen problemas de dureza, la formación de sarro, que provoca un sabor salino y hace que la taza de café tenga un gusto amargo.

Para comprender la variación del pH del agua a diferentes temperaturas se explica la autoprotólisis y las constantes de equilibrio.

La relación del agua consigo misma esta descrita por la autoprotólisis:



La constante de equilibrio se define con la siguiente ecuación:

$$K_{eq} = \frac{a(H_3O^+) * a(OH^-)}{a(H_2O)^2}$$

Fundamento teórico

Donde “a” es la actividad química de los iones de agua. Como la mayoría de las soluciones ácido-base están muy diluidas, la actividad del agua generalmente se aproxima a la unidad, ya que las partículas de soluto son aproximadamente iguales a la concentración.

La constante de ionización del agua se define como:

$$K_W = [H_3O^+][OH^-]$$

Las concentraciones de H_3O^+ y OH^- están en relación molar de uno a uno, esto significa que las concentraciones son iguales y por lo tanto se determina haciendo la raíz cuadrada de K_w , para encontrar el pH entonces:

$$pH = -\log\sqrt{K_w}$$

La constante de ionización del agua pura varía con la temperatura como muestra la siguiente gráfica:

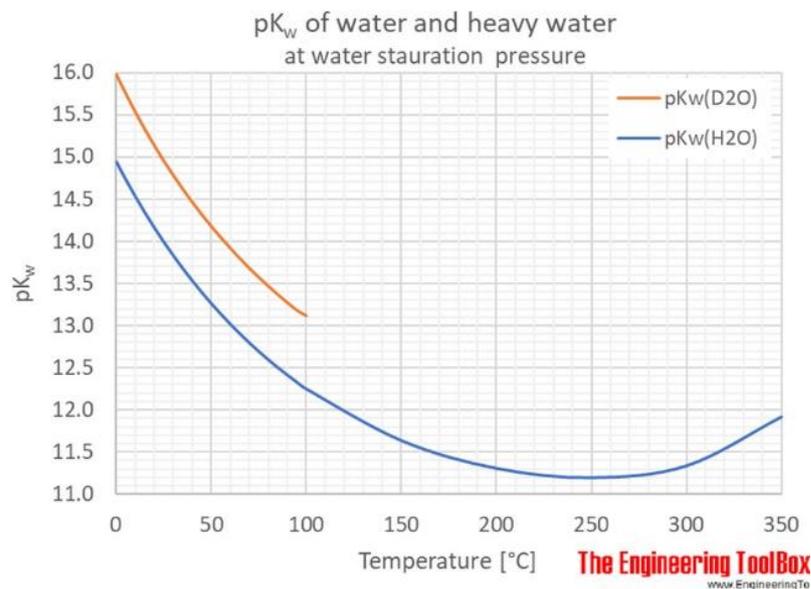


Figura 8 pH del agua según la temperatura. (Fuente: The EngineeringTooBox)

Este gráfico facilita encontrar el pH del agua aproximado a la temperatura en que trabaja la cafetera [22].

5.2.1.5 Índice de Langelier (LSI)

El índice de saturación de Langelier (LSI) es un parámetro que se usa para calcular la estabilidad del agua con carbonato de calcio [23]. Indica el potencial de incrustación del agua con el carbonato de calcio, es decir, informa con qué tipo de agua se está tratando y dirige hacia el tratamiento más adecuado para obtener la mejor composición posible.

Se basa en la relación directa de todos los parámetros mencionados antes y es igual a la diferencia entre el pH real del sistema y un pH_s calculado, proporcional a estos parámetros[24].

$$IL = pH \text{ (medurado)} - pH_s$$

Para calcular el pH_s se requieren valores correspondientes a la temperatura, dureza total, alcalinidad y el total de sólidos disueltos.

$$pH_s = (9.3 + A + B) - (C + D)$$

- $A = \frac{\log_{10}[TDS]-1}{10}$
- $B = -13.2 \times \log_{10}(^{\circ}C + 273) + 34.55$
- $C = \log_{10}(\text{Dureza probocada pel Ca como mg/l CaCO}_3) - 0.4$
- $D = \log_{10}(\text{Alcalinidad como mg/l CaCO}_3)$

Por lo tanto, el resultado del índice de Langelier indica:

1. Índice de Langelier más pequeña que 0, indica que tratamos con un agua no saturada de carbonato cálcico, no incrustante. Según Carrier, nos encontramos con aguas muy corrosivas.
2. Índice de Langelier igual a 0 es un agua neutra, no incrustante con una corrosión leve.

Fundamento teórico

3. Índice de Langelier más grande que 0, es un agua muy incrustante, es decir, saturada de carbonato cálcico, en estos casos tratamos con aguas no corrosivas según Carrier.

Si el pH real está por debajo del pH de saturación calculado, el LSI es negativo y el agua tiene un potencial de escala muy limitado, en el caso contrario, si el LSI es positivo en agua esta sobresaturado de CaCO_3 [25].

El agua con un LSI entre -0.5 y +0.5 no muestra formación de incrustaciones, cuando el potencial tiende a valores por debajo de -0.5 el agua tiene habilidades de disolución de CaCO_3 , y con valores mayores a 0.5 hay formación de escamas.

Cabe destacar que este parámetro es muy sensible a la temperatura. El LSI aumenta a medida que sube la temperatura. El aumento de temperatura puede causar incrustaciones, especialmente en casos como en las cafeteras espresso, ya que, llegamos a temperaturas de alrededor de 94 °C.

5.3 TRATAMIENTOS DE AGUA

Existen dos perspectivas para definir la composición de agua óptima para las cafeteras [11]:

- Perspectiva técnica, tiene como objetivo reducir los costes de reparación debido a una avería de las máquinas de café espresso o de la caldera.
- Perspectiva sensorial, busca la taza perfecta, el mejor sabor y aroma de un café modificando el contenido de dureza y alcalinidad del agua.

En el presente trabajo se centra con más profundidad en el mantenimiento de las máquinas, pero, aun así, se mantiene un equilibrio entre estos dos conceptos.

Las máquinas de café espresso son equipos de precisión que necesita un ajuste perfecto y una manipulación correcta para obtener un producto de calidad. Son sistemas

Fundamento teórico

formados por una caldera que genera agua caliente y vapor, una o varios grupos para la elaboración de café y un equipo de control de calidad y seguridad.

Estas máquinas están controladas por distintos sistemas internos:

- Sistema Hidráulico: Bomba de agua, válvulas, contadores, inyector, grupos de café.
- Sistema Eléctrico: Motor, resistencia, pulsadores, interruptores...
- Sistema Electrónico: Centralita, visualizadores...
- Elementos de Control: Manómetro de presión de caldera y bomba, sondas de nivel de agua.
- Elementos de Seguridad: Válvula de seguridad.

El paso del tiempo y la presencia de elementos externos, como la cal, la corrosión del equipo y la falta de mantenimiento preventivo, hacen variar los parámetros de trabajo preestablecidos. Estos valores, en un correcto funcionamiento, deberían indicar que la presión de la bomba está trabajando entre 8 y 9 bares, que la presión del interior de la caldera se encuentre entre 0.8 y 1 bar, y que la temperatura de esta sea 120°C aproximadamente. Cabe destacar, pero, que el agua de la caldera no se utiliza para la extracción del café, se utiliza para infusiones y generar vapor. El agua para hacer el café proviene directamente de la red y pasa por un tubo intercambiador que aumenta su temperatura hasta 90 °C [26].

Por lo tanto, se ha de tener conciencia de dos parámetros claves en el estado físico de la máquina que contribuyen su deterioro [11]:

1. La corrosión: La corrosión conduce a la destrucción de materiales. Es el resultado del contacto del oxígeno con la humedad. Siempre y cuando exista calor, agua y oxígeno se produce corrosión. Ocurre cuando el agua y otras

Fundamento teórico

substancias ácidas entran en contacto con el hierro y el acero. Este fenómeno lleva a daños costosos e irreparables.

2. Las incrustaciones: La dureza y la alcalinidad son responsables de la formación de incrustaciones. Cuando se trata con aguas donde estos dos parámetros son elevados, hay más posibilidades de encontrarse con problemas en la máquina a causa de la precipitación de carbonatos y, esto es debido a las altas temperaturas [11]. Estas incrustaciones provocan disminución de la transferencia de calor, la cal se deposita en una tubería haciendo de aislante térmico y produciendo taponamientos de válvulas y orificios.

El problema en cuestión es la composición del agua, esta varía drásticamente de ciudad en ciudad y depende de los minerales con los que interactúa el agua superficial.

En la naturaleza nos podemos encontrar con tipos de agua diferentes, aquellas donde el contenido de dureza y alcalinidad son muy elevadas o completamente lo contrario. El tipo de agua que se encuentra en los distintos clientes de esta empresa son:

- Aguas blandas: Aguas con baja dureza que provocan una mala extracción del café.
- Aguas duras: Aguas con un contenido de dureza elevado, este tipo de casos provoca incrustaciones.
- Aguas de yeso: Aguas propensas a provocar precipitaciones y corrosión en las máquinas.
- Aguas provenientes de descalcificador general: En este tipo de casos, si el descalcificador no está bien controlado, el agua tiene mucha sal y provoca corrosión en la máquina.

Por ello, mediante equipos depurativos se puede conseguir una composición de agua a medida. Estos dispositivos pueden estar integrados por sistemas de filtración, sistemas de intercambio iónico y desmineralización por ósmosis inversa.

5.3.1 SISTEMAS DE FILTRACIÓN

Es una operación básica de transferencia de materia, tiene como objetivo la separación de partículas sólidas que se encuentran en suspensión en un líquido. La separación de estos dos estados se lleva a cabo mediante un medio permeable al líquido, que lo deja pasar reteniendo las partículas sólidas.

5.3.2 SISTEMAS DE INTERCAMBIO IONICO

La operación denominada intercambio iónico es una separación basada en la transferencia de materia fluido-sólido donde se da un intercambio iónico mediante una reacción química en la que los iones móviles hidratados de un sólido son intercambiados por iones de igual carga de un fluido.

El proceso consiste en pasar un fluido sobre un intercambiador catiónico y/o aniónico sólido, reemplazando los cationes y aniones de dicho fluido. La eficiencia del proceso depende de factores como el pH del fluido, un ion particular, la concentración de iones, la temperatura, la difusión y la afinidad de la resina [27].

5.3.2.1 Resinas de intercambio iónico

Un material de intercambio iónico está formado por un elemento conocido como resina. La resina es un material plástico sintético insoluble al agua formados por una matriz polimérica a la que se le han unido una gran cantidad de radicales polares, ácidos o bases. Entonces, todas las resinas utilizadas actualmente son poliácidos o polibases de alto peso molecular que son virtualmente insolubles, pero después de ciertas temperaturas se solubiliza [28].

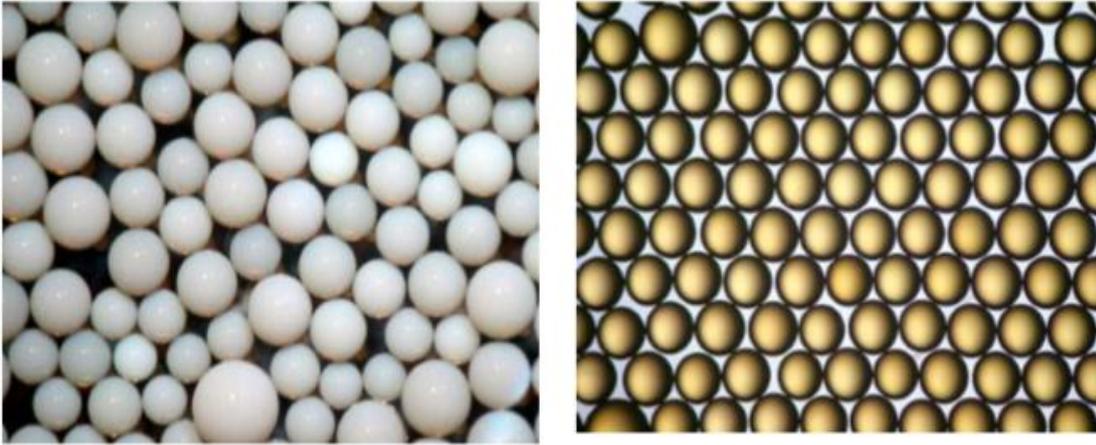


Figura 9 Aspecto microscópico de las esferas de resinas de intercambio iónico. (Fuente: Intercambio iónico)

Estas resinas iónicas poseen un radical fijo y un ion móvil. El ion móvil es intercambiado por iones que desean eliminarse de la solución y este intercambio se da entre iones de igual carga eléctrica para mantener la neutralidad. Las resinas tienen una capacidad limitada para acumular iones en su esqueleto, por este motivo llega a un punto en que se satura. No obstante, tienen la habilidad de recuperar la capacidad original a través de tratamientos con soluciones que remplazan los iones retenidos en la resina por los iones de origen.

Existen diferentes tipos de resinas según su grupo funcional [28]:

- a. Resinas catiónicas: El intercambiador iónico posee en su estructura cargas negativas, por lo tanto, es capaz de retener iones de carga positiva.
- b. Resinas aniónicas: El intercambiador iónico posee en su estructura cargas positivas, por lo tanto, es capaz de retener iones de carga negativas.

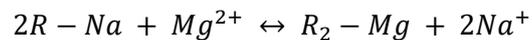
En este caso solamente nos centramos en las catiónicas.

5.3.2.1.1 Resinas catiónicas fuertemente ácidas

El grupo funcional es el ácido sulfúrico, altamente ionizable, intercambia iones positivos, es decir cationes. Estas resinas operan a cualquier pH.

Las resinas de intercambio catiónico de ácido fuerte que se utilizan en forma de sodio eliminan el calcio y el magnesio del agua y se regeneran con cloruro de sodio en excesivas cantidades.

La siguiente reacción representa la resina, inicialmente con un ion móvil, el sodio [27].



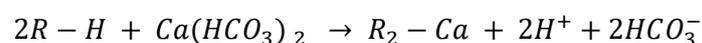
5.3.2.1.2 Resinas catiónicas débilmente ácidas

El grupo funcional es un ácido carboxílico, principalmente el ácido acrílico o metacrílico. Son eficientes, tienen una menor capacidad de intercambio con respecto a la anterior, no son funcionales a pH bajos.

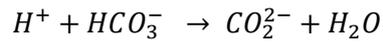
Este tipo de resinas tienen la capacidad de eliminar la dureza del agua por medio de la alcalinidad, después del tratamiento, el agua contiene dióxido de carbono, por lo que son capaces de acidificar mucho el agua. Se regeneran con ácido en menor cantidad.

En este caso las resinas atrapan los cationes de calcio, magnesio, sodio y potasio de los bicarbonatos y liberan ácido carbónico. Los cationes unidos a los aniones de sulfato, cloruros y nitratos no son intercambiados.

La siguiente reacción representa la resina, inicialmente con un ion móvil, el hidrógeno [27].



Fundamento teórico



5.3.2.2 Filtro de carbón activo

El carbón activado es un tipo de carbón que ha estado sometido a procesos de activación para así elevar su grado de porosidad y obtener una alta superficie interna [29].

Este tipo de filtros constan de un material poroso de carbono capaz de retener materiales orgánicos presentes en gases o líquidos. Los materiales orgánicos están formados de carbono e hidrógeno y son aquellas que provocan olor, color, o sabor indeseable.

La capacidad de adsorber otras moléculas covalentes es gracias a las fuerzas de London [30], un tipo de fuerza de Van der Waals, que afecta a los átomos de carbono de la superficie del material ya que estas tienen la capacidad de crear dipolos instantáneos [31]. Por lo tanto, mientras mayor área de superficie disponible tenga un sólido, mayor adsorbente.

En la estructura del carbón activado, los átomos de carbono que no se encuentran en la superficie se enlazan en todas las direcciones del espacio. No obstante, los átomos superficiales, distribuyen estos cuatro enlaces en un espacio reducido, provocando así un desequilibrio de fuerzas. Este factor hace que las moléculas de alrededor de la superficie sean capaces de atrapar a otras moléculas que le rodean. La fuerza con la que atrapan a otras moléculas, fuerza London, es una unión intermolecular que tiene lugar entre moléculas apolares, donde pueden encontrarse dipolos. Es decir, moléculas con una distribución electrónica asimétrica (debido al poco espacio), donde una parte del átomo tiene una densidad electrónica mayor a otra [30].

Por su naturaleza apolar y por el tipo de fuerzas implicadas en la adsorción, el carbonato retendrá moléculas apolares de alto volumen molecular (hidrocarburos,

fenoles, colorantes...), sustancias como nitrógeno, oxígeno y agua no son retenidas por el carbonato a temperatura ambiente.

5.3.2.3 Ósmosis inversa

La ósmosis es un fenómeno físico por el que dos fluidos de diferente concentración separados por una membrana semipermeable tienden a igualarse. El potencial químico del agua es la energía libre que tiene cada mol, por lo tanto, el agua pura tiene un potencial químico mayor que el agua que contiene sales, ya que, está a perdido parte de la energía para disolverlas. Como en todos los fenómenos se tiende a un estado de equilibrio, el agua tiende a desplazarse hacia el potencial más bajo disminuyendo su potencial químico.



Figura 10 Representación de la ósmosis. (Fuente: propia)

En el caso de la ósmosis inversa, lo que se pretende conseguir, es que el agua salada fluya hacia el agua pura, por lo tanto, se ha de aumentar el potencial químico del agua salada, y una forma de hacerlo es aumentando su presión.

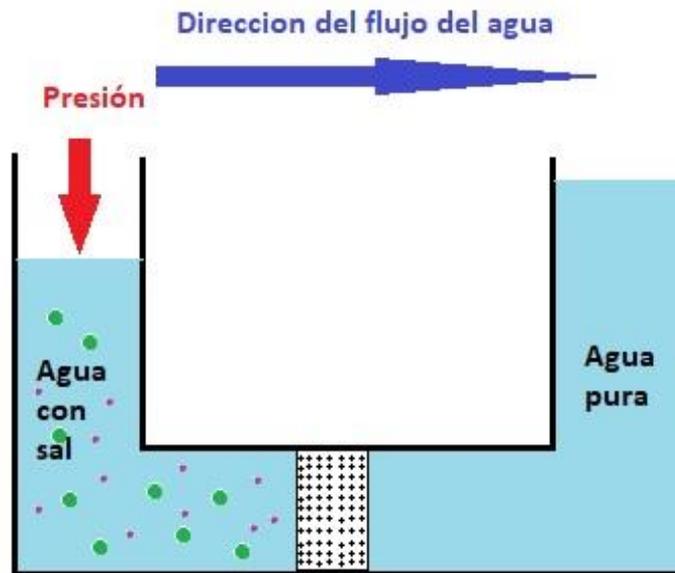


Figura 11 Representación de la Ósmosis inversa. (Fuente: Propia)

5.3.3 PROVEEDORES DE FILTROS

En el mercado nos encontramos con diferentes tipos de filtros según el agua que queremos tratar. En este trabajo se han seleccionado dos fabricantes distintos de filtros:

1. En primer lugar, **BRITA** que cuentan con 3 tipos de filtros distintos [32]:
 - a) PURITY QUELL ST: Este se utiliza para tratar aguas cálcicas, es decir, que contiene niveles altos de calcio, magnesio y bicarbonato, por lo tanto, son aguas con una dureza temporal elevada, propensas a formar cal.

Este filtro se estructura de la siguiente manera:

- Prefiltración: Filtro que retiene las partículas gruesas.
- Resinas de intercambio catiónico débilmente ácidos: reducción de la dureza permanente, intercambio iónico mediante hidrogeno.
- Filtración de carbón activo: Reducción de las sustancias orgánicas que afectan al sabor y reducción del cloro.
- Filtración fina: Malla que retiene las partículas más finas.

Fundamento teórico

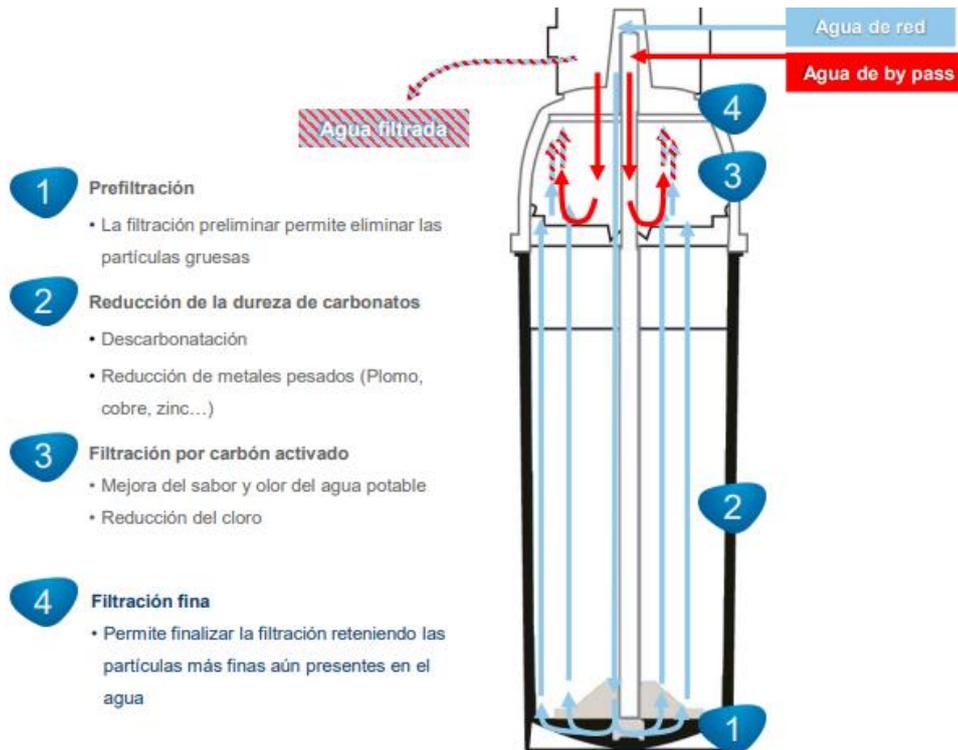


Figura 12 Funcionamiento filtro Quell.

- b) PURITY FRESH C50: Se utiliza para aguas que contienen bajos niveles de calcio y magnesio.

El sistema de filtración está formado por:

- Prefiltración.
- Filtración de carbón activo.
- Filtración fina.

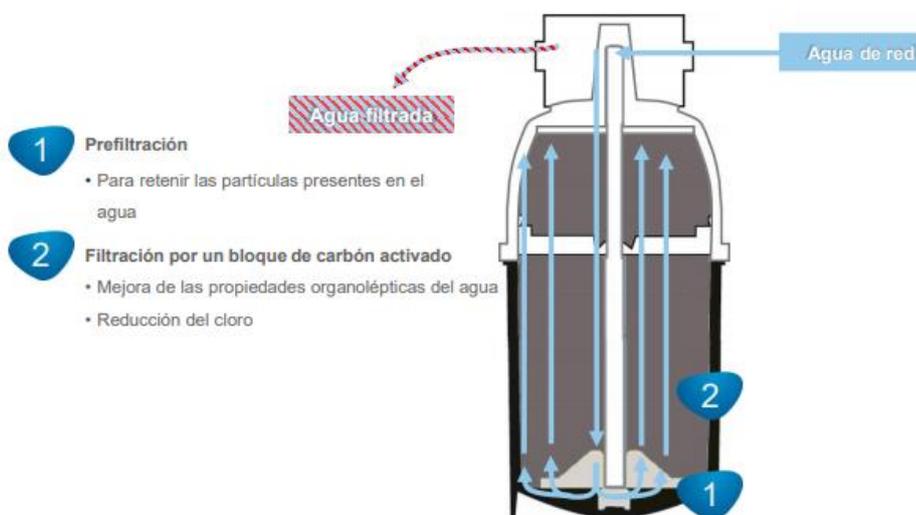


Figura 13 Funcionamiento del filtro Fresh

- c) PURITY C FINEST: Se utiliza para aguas con un contenido alto de calcio magnesio y sulfatos, es decir, que la dureza total es elevada.

El sistema de filtración está formado por:

- Prefiltración.
- Resinas de intercambio iónico fuertemente ácido: Reducción de dureza total, se intercambia el calcio y el magnesio por sodio sin afectar a la alcalinidad.
- Filtración de carbón activo.
- Filtración fina.

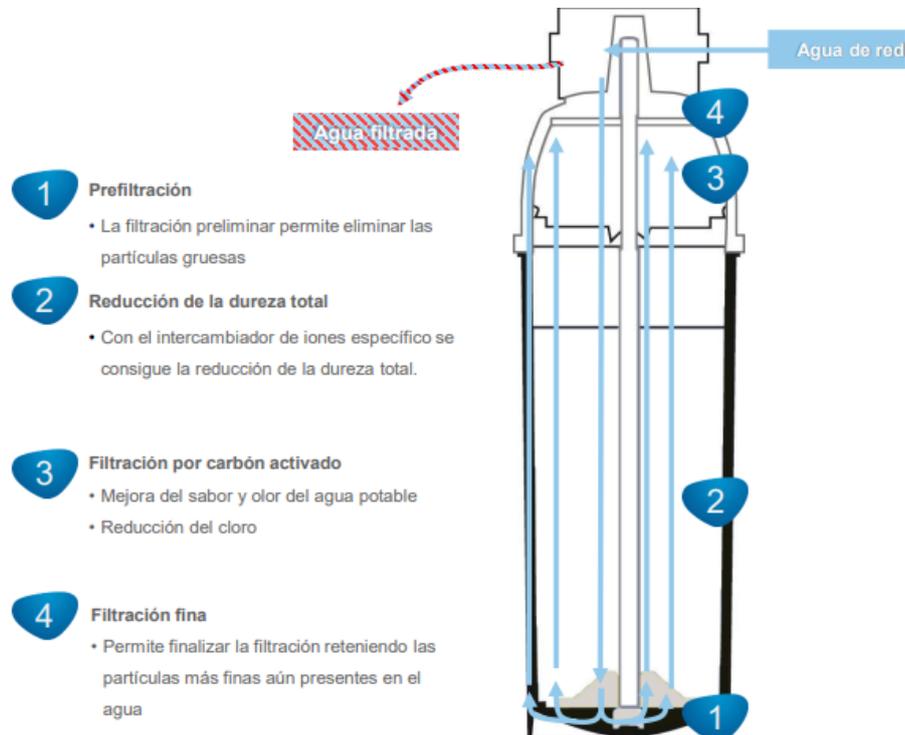


Figura 14 Funcionamiento del filtro Finest.

2. En Segundo lugar, los filtros **BWT Water and more** [33].

- a) BWT BESTMAX: Se utiliza para aguas con un alto contenido de dureza permanente, por lo tanto, reducimos la cal que pueda precipitar. Este filtro consta de:

- Prefiltración.

Fundamento teórico

- Resinas de intercambio catiónico débil: Retención catiónica con hidrógeno, por lo tanto, se altera el pH una vez el agua atraviesa el filtro.
 - Filtración de carbón activo.
 - Filtración fina.
- b) BWT BESTPROTECT: Se utiliza para aguas con un alto contenido en iones de magnesio y de calcio.

Estos filtros están dotados de:

- Prefiltración.
- Resinas de intercambio catiónica fuerte: Retención catiónica con sodio, por lo tanto, reducimos la dureza total.
- Filtración de carbón activo.
- Filtración fina.

6 MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO

El proyecto parte de un análisis previo, donde se recoge información de tres municipios diferentes y mediante una hoja de cálculo se simula el comportamiento del agua filtrada con un filtro de resina catiónica débil y fuerte.

Seguidamente en el laboratorio se analiza agua de un municipio (Palafolls). Esta agua se filtra con distintos filtros en igualdad de condiciones para ver su comportamiento y determinar el rendimiento de cada uno. Una vez determinado el rendimiento, se analiza tres tipos de agua diferentes con el fin de asignarles un modelo de filtro.

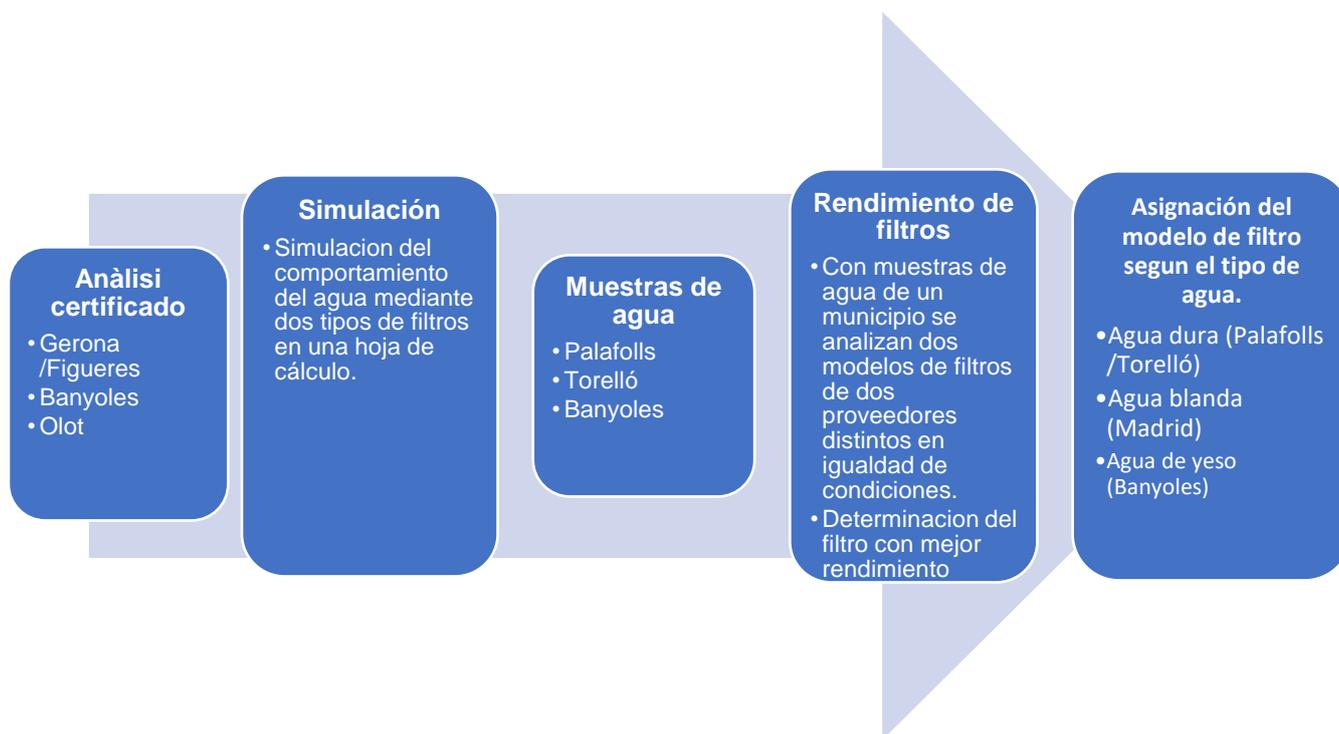


Figura 15 Diagrama de procedimiento del proyecto.

6.2 LISTA DE MATERIALES UTILIZADOS

A fin de estimar el rendimiento y funcionamiento de los filtros se ha elaborado un mecanismo que permite al agua atravesar el filtro sin la necesidad de estar conectado a la máquina de café. Para ello, se ha utilizado una bomba, una garrafa de 8 litros de muestra, un filtro y un recipiente en el que recoger la muestra filtrada.

Paralelamente se ha creado un pequeño laboratorio dedicado al análisis de agua en la empresa, se han adquirido los reactivos y materiales necesarios para realizar las valoraciones de dureza y obtener los parámetros de conductividad y pH.

Sistema de filtración

- Bomba.
- Recipiente de recogida.
- Garrafa de muestra 16L.
- Filtros.

Análisis de muestras

- Test Kit.
- Matraz aforado 100 mL.
- pH-metro/
Conductímetro.
- Bureta.
- Erlenmeyer 250 mL.
- Pipeta aforada.
- Pera.
- Soporte.

Reactivos

- Etanol.
- Anaranjado de metilo.
- EDTA-Na₂ 0.01M.
- Eriocromo T (NET).
- Hidróxido de sodio 0.1M.
- Trietanolamina.
- Ácido clorhídrico 0.1N.

6.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

6.3.1 TITULACIONES ÁCIDO BASE

Es un método de análisis químico que determina la concentración de una disolución ácida o básica mediante una neutralización.

El procedimiento experimental consiste en colocar en un matraz aforado un volumen determinado de muestra a analizar y agregar un indicador. Desde una bureta se deja caer gota a gota la disolución de concentración conocida, hasta llegar al punto de equivalencia marcado por el cambio de color del indicador. Este punto nos indica la neutralización del ácido o la base de la muestra, es decir, el punto donde no queda ninguno de estos dos componentes. [34]

A partir del volumen gastado de la solución patrón se calcula la concentración de la muestra:

$$M_p \times V_p = M_m \times V_m$$

Donde:

- M_p : Concentración de la solución patrón.
- V_p : Volumen gastado de la solución patrón.
- M_m : Concentración de la muestra, incógnita.
- V_m : Volumen de muestra analizada.

❖ DETERMINACION DE LA DUREZA TOTAL

1. Materiales y reactivos

- Bureta de 50 mL.
- Erlenmeyer de 250 mL.
- Solución valorada de EDTA- Na₂ 0.01M.

Materiales y métodos

- Etanol 96 %.
- Negro de Eriocromo T (NET).
- Trietanolamina.

2. Método operativo

Primero de todo preparamos el indicador, añadimos 100 mL de NET, 15 mL de Trietanolamina y 5 ml de Etanol.

Se utiliza como solución valorante la sal disódica EDTA- Na_2 . Se introducen 100 mL de muestra en un Erlenmeyer, se añaden dos gotas de indicador y finalmente se valora con la solución de EDTA- Na_2 0.01 M desde el viraje de rojo a gris o verde.

3. Resultados

El resultado se expresa en ppm de CaCO_3 y en grados alemanes [35].

❖ DETERMINACIÓN DE LA ALCALINIDAD

Esta valoración determina el contenido total del agua en hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos.

1. Material y reactivos

- Erlenmeyer de 250 mL.
- Bureta.
- Anaranjado de metilo.
- Solución valoradora de HCl 0.1 N.

2. Método operativo

A 100 ml de la muestra se le añaden unas gotas de anaranjado de metilo (indicador) y se valora con HCl 0.1 M, hasta el cambio de naranja a rosa.

3. Resultados

El resultado se expresa en ppm de $CaCO_3$ y en grados alemanes [36].

6.3.2 CONDUCTÍMETRE

1. Explicación / Funcionamiento: El conductímetro es un aparato que mide la conductividad eléctrica en una disolución. La conductividad electrónica indica la concentración de iones de una solución, es decir, las sales, el ácido o base. Cuanto más alta sea la presencia de estos componentes más elevada será la conductividad.

El conductímetro es capaz de medir la conductividad mediante la aplicación de un campo eléctrico entre dos electrodos y mide la resistencia eléctrica que ejerce un volumen de una disolución encerrada entre estos electrodos.

2. Resultados

Los resultados se expresan en $\mu S/cm$.

6.3.3 PH-METRO

1. Explicación / Funcionamiento: Instrumento que mide la actividad del ion hidrógeno en solución acuosa, indica el grado de acidez o alcalinidad en pH. El aparato mide la diferencia de potencial eléctrico entre un electrodo de pH y uno referencial.

2. Resultados

Los resultados se expresan como pH.

6.3.4 KITS

Consta de dos reactivos en envase cuentagotas, un recipiente para llevar a cabo el ensayo con marca en 10 mL y una cartulina con instrucciones.

Modo de empleo:

- Lavar el recipiente de ensayo repetidamente con la muestra de agua examinar.
- Llenarlo hasta la marca (10 mL) el recipiente.

Materiales y métodos

- Añadir el reactivo valorante gota a gota, contando las gotas, hasta que el color de la muestra de agua cambie. En el caso de la determinación de la dureza total cambiara de rojo a verde, y de en el caso de la dureza de carbonatos de azul a naranja.
- Calcular la dureza de la muestra de agua teniendo en cuenta que una gota corresponde a un grado alemán de dureza total.

7 ESTUDIO EXPERIMENTAL Y RESULTADOS

Este punto se divide en dos apartados, en primer lugar, se tiene una primera toma de contacto con las aguas de la provincia de Girona a partir de análisis públicos y, en segundo lugar, se analizan aguas de Salt, Girona (ciudad), Banyoles, Palafolls y Torelló para determinar el rendimiento de filtros de resina catiónica fuerte y débil. Para poder elaborar la segunda parte se han explicado en el apartado anterior los métodos de análisis utilizados.

7.1 SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL AGUA

Se ha elaborado un Excel en el que se recogen datos sobre la calidad del agua de diferentes puntos de la provincia de Gerona (Figueres, Banyoles, Gerona y Olot) en diferentes años (ver Anexo B: SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL AGUA).

La información se ha extraído de análisis certificados públicos encontrados en internet. De estos certificados se ha seleccionado la información esencial para poder comprender el comportamiento de esta agua si se altera su estado.

Una vez recogida toda la información, se ha calculado el Índice de Langelier de cada provincia a diferentes temperaturas utilizando las fórmulas mencionadas en el apartado Índice de Langelier (LSI) en la página 27 y se ha contrastado con el índice calculado a partir de una fuente más viable [37]. El motivo por el cual se muestra diferencia entre los dos resultados es debido a que la fuente tiene en consideración más parámetros sobre el equilibrio de solubilidad del carbonato de calcio, por ello se le ha considerado el valor más acertado. En la **Figura 16** se muestra la correlación entre los dos métodos de cálculo de índice de Langelier.

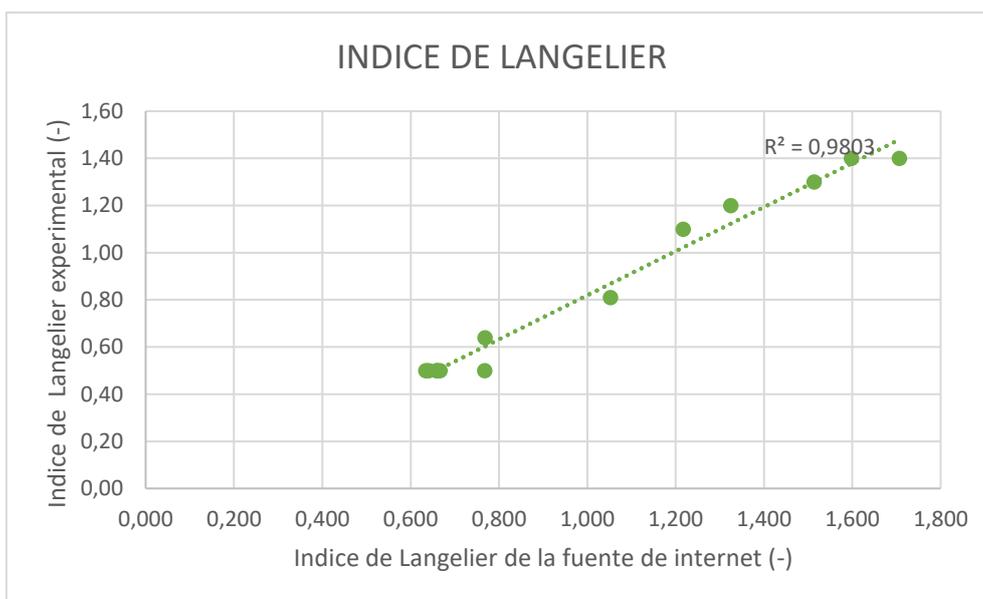


Figura 16 Comparación entre los dos métodos de cálculo del Índice de Langelier.

Llegado a este punto, se analiza cada municipio para escoger el tratamiento más adecuado, los datos en el Anexo B: SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL AGUA muestran el comportamiento del agua en los cuatro municipios:

El caso más preocupante es el de **Banyoles**, los datos obtenidos a una temperatura de 20 °C presentan un Índice de Langelier de 0.38, se trata de un agua incrustante pero no corrosiva, aun así, se podría considerar, ya que, está dentro del rango aceptables (-0.5 - +0.5) por lo tanto, en teoría no debería dar muchos problemas a la máquina.

En cuanto a la dureza, predomina con importancia la dureza permanente, hay un contenido superior de sulfatos y cloruros. La dureza total tiene un valor de 799 ppm en cambio el carbonato de calcio es de 265 ppm, mucho menos de la mitad de la dureza.

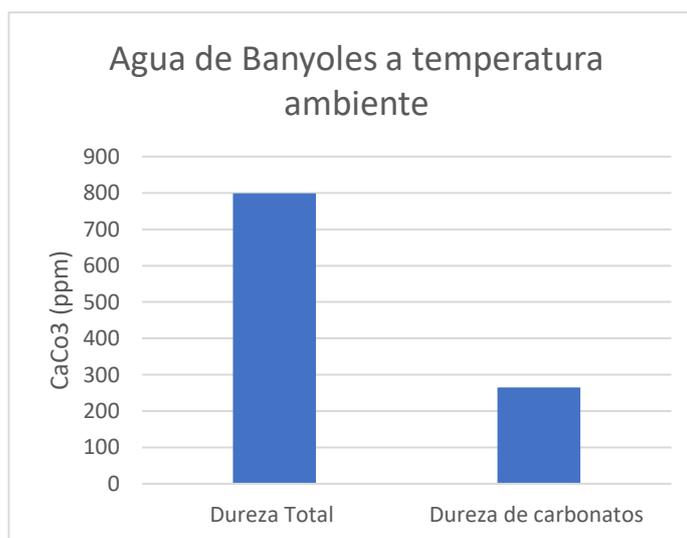


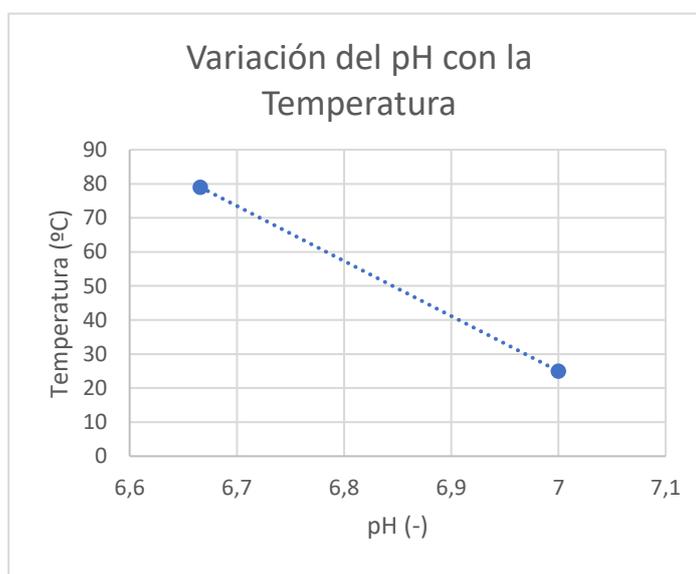
Figura 17 Dureza del agua de Banyoles

Estudio experimental y resultados

En este municipio el agua potable se obtiene a partir del estanque de Banyoles. El origen de esta agua está relacionado con las pérdidas del río Ter y Fluvià. El lago se alimenta de manera subterránea de los acuíferos provenientes de la Alta Garrotxa, esta agua se filtra y discurre a través de una serie de canales subterráneos conectados con los acuíferos. Cabe destacar que, el 10% del caudal del agua proviene de riachuelos superficiales. Entonces, el motivo por el cual tiene un contenido de dureza permanente tan elevado es debido al agua subterránea.

Si se eleva la temperatura hasta 79.9 °C, se alteran los parámetros analizados. En el caso del pH de un agua pura, a una temperatura ambiente de 25°C el valor es de 7, al elevar la temperatura hasta 79.9 su valor disminuye 6.166, como es un agua pura no tenemos en cuenta la influencia de otros componentes que se encuentran en el agua natural. Por este motivo, se resta al pH del agua de Banyoles, el valor de disminución del agua pura, es decir ($7 - 6.166 = 0.834$) y así acercarnos a la realidad. Esta aproximación no es muy fiable

debido a que no se tiene en cuenta las constantes de equilibrio en función de la temperatura, se debería calcular mediante las ecuaciones de Van't Hoff¹. Cabe destacar, que este dato no ha sido utilizado en los cálculos debido a que las



fórmulas para calcular el índice ya tienen en cuenta la variación del pH con la temperatura.

Figura 18 Variación del pH del agua de Banyoles con la Temperatura

¹ La ecuación de Van't Hoff relaciona la variación de la temperatura con la variación de la constante de equilibrio dado por la diferencia de entropía.

Estudio experimental y resultados

Una vez conocido el pH (6.666) a la temperatura de 79.00°C se le ha calculado el Índice de Langelier, 1.4, valor superior a 0.5, como se puede ver al aumentar la temperatura, el agua se vuelve más incrustante y problemática:

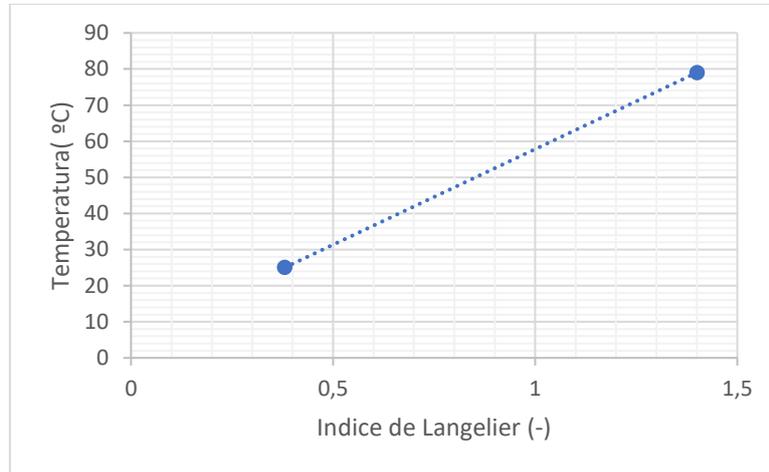


Figura 19 Aumento del índice de Langelier al aumenta la temperatura del agua de Banyoles.

Para poder reducir el índice de Langelier, se han propuesto dos soluciones:

En primer lugar, se ha planteado utilizar **resinas catiónicas fuertemente ácidas**, con el objetivo de eliminar la cantidad necesaria de calcio para obtener un índice de Langelier de 0.5.

La cantidad de calcio que debe retener el filtro es de 234.5 ppm, por lo tanto, la composición del agua es la siguiente:

Tabla 6 Estado del agua de Banyoles filtrada con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.

Estado	T (°C)	pH (-)	Ca ²⁺ (mg/l)	Alcalinidad (mg/l de CaCO ₃) T.A.C	TDS (µS/cm)	ISL (-)
Inicial	20	7.5	265	168	1094	0.38
Calentado	79	7.5	265	168	1094	1.4
Filtrado 1	20	7.5	30.5	168	1094	-
Filtrado 1 + Calentada	79	6.66	30.5	168	1094	0.5

Estudio experimental y resultados

Al utilizar este tipo de filtro, se intercambia el calcio por sodio, por lo tanto, no se alteran los TDS del agua y se supone que la alcalinidad se mantiene constante, ya que estas resinas no tienen afinidad con los bicarbonatos. No es la opción más viable debido a que el contenido de calcio es mucho mayor al de la alcalinidad, la opción acertada sería atacar directamente a la especie que nos supone problemas, es decir, al calcio que está en el bicarbonato. En el siguiente gráfico se observa el comportamiento del agua en los tres estados, inicial, filtrado, y finalmente cuando está dentro de la máquina.

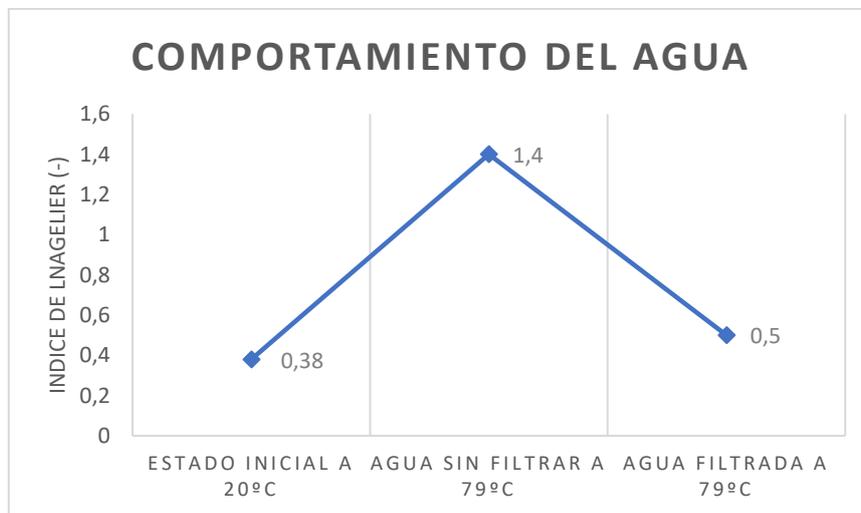


Figura 20 Comportamiento del agua de Banyoles en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.

En segundo lugar, se ha utilizado resinas catiónicas débilmente ácidas, con el objetivo de eliminar el 50% del calcio proveniente del bicarbonato de calcio. El uso de estas resinas es más eficiente, y para este tipo de casos es el más recomendado, ya que, al introducir el hidrógeno se protonan los bicarbonatos. En este caso modificamos el pH, la alcalinidad, el contenido de calcio total y los TDS.

El 50% del calcio del Bicarbonato de calcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) queda atrapado por la resina catiónica débilmente ácida. El calcio que está en forma de sulfato de calcio (dureza permanente) no se intercambia. Esta es la gran ventaja de utilizar resinas débilmente

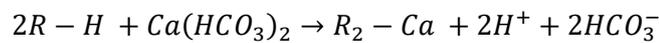
Estudio experimental y resultados

ácidas, no protonan el anión sulfato, y por lo tanto no eliminan el calcio que no precipita (CaSO₄).

El bicarbonato de calcio que contiene el agua potable nos lo da la T.A.C, 168 mg / L, a partir de este es posible calcular el contenido de calcio:

$$168 \text{ mg/L de CaCO}_3 \times \frac{1}{2} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100.0869 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol de Ca}}{1 \text{ mol de CaCO}_3} \\ = 0.83927 \text{ mmol de Ca}^{2+} / \text{L}$$

Son 0.83927 mmol/L de Ca²⁺/L los que se han de intercambiar por hidrógeno, entonces según el balance:



Un mol de calcio equivale a un mol de bicarbonato de calcio, por lo tanto:

$$0.00083927 \text{ mol/L de Ca} \times \frac{1 \text{ mol de Ca(HCO}_3)_2}{1 \text{ mol de Ca}} \times \frac{2 \text{ mols de H}^+}{1 \text{ mol de Ca(HCO}_3)_2} \\ = 1.68 \text{ mmol H}^+ / \text{L}$$

Se substituyen 0.84 mmoles de Ca²⁺/l por hidrógeno y se liberan 1.68 mmoles de H⁺/l.

Así pues, la alcalinidad tiene un valor de:

$$[HCO_3^-] = 1.68 \text{ mmol HCO}_3^- * \frac{61 \text{ mg HCO}_3^-}{1 \text{ mmol HCO}_3^-} = 102.50 \text{ mg/L}$$

Como se han secuestrado 0.8392 mmoles / L de Ca (HCO₃)₂ que tienen una masa 136 mg/L, los TDS se reducen hasta 958 mg/L, y la cantidad de calcio en el agua es de 231.4:

$$265 - \left[0.84 \text{ mol/L de Ca} \times \frac{40 \text{ g de Ca}}{1 \text{ mol de Ca}} \right] = 265 - 33.6 = 231.4 \text{ mg/l de Ca}$$

En cuanto al pH a una temperatura de 25°C se modifica debido a la variación de los bicarbonatos. No tenemos agua pura tenemos un tampón H₂CO₃ / HCO₃⁻ $pH = pKa + \log_{10} \left[\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} \right]$. Si la concentración de bicarbonato se reduce a la mitad y la

Estudio experimental y resultados

concentración de ácido carbónico no cambia (debido a que se descompone y se desprende CO₂) el pH disminuye en 0.3 unidades.

$$pH (inicial) = pKa + \log \left[\frac{[HCO_3^-](inicial)}{H_2CO_3} \right]; [HCO_3^-](final) = \frac{[HCO_3^-](inicial)}{2}$$

$$pH (final) = pKa + \log \left[\frac{[HCO_3^-](inicial)}{2 * [H_2CO_3](inicial)} \right].$$

Ahora, si restamos y aplicamos las propiedades de los logaritmos;

$$pH(inicial) - pH(final) = -\log(1/2) = +0.3.$$

El pH tiene un valor de 7.2 a temperatura de 20, estamos dentro del pH del agua potable. Cuando esta se aumenta hasta 79°C, el pH disminuye hasta 6.74 (valor calculado mediante las ecuaciones de Van't Hoff).

Tabla 7. Estado del agua de Banyoles filtrada con un filtro de resina catiónica débilmente ácido.

Estado	T (°C)	pH (-)	Ca ²⁺ (mg/l)	Alcalinidad (mg/l de CaCO ₃) (T.A.C)	TDS	ISL (-)
Inicial	20	7.5	265	168	1094	0.38
Calentado	79	7.5	265	168	1094	1.4
Filtrado 2	20	7.2	231.4	84.02	958	-
Filtrado 2 + Calentado	79	6.74	231.4	84.02	958	0.81

En este caso el agua caliente continúa siendo incrustante, pero menos que el agua sin tratar. Es posible que con este valor el problema de las incrustaciones de CaCO₃ sean asumibles. Si no fuese el caso, se ha de tratar una mayor parte de agua, nunca el 100% debido a que es necesario la presencia de HCO₃⁻ para hacer el tampón y asegurar que el pH no sea ácido y el agua se convierta en corrosiva.

La siguiente **Figura 21** representa el comportamiento del agua en los tres estados, estado inicial, calentada sin filtrar y por último cuando el agua se ha filtrado y calentado.

Estudio experimental y resultados

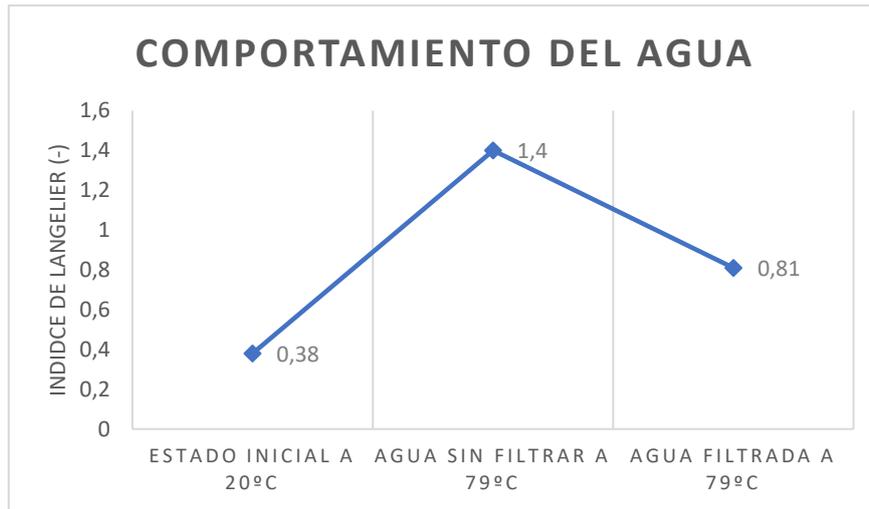


Figura 21 Comportamiento del agua de Banyoles en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido débil.

En el caso de **Olot** es un municipio que se alimenta de agua potable proveniente de pozos, el motivo por el cual a lo largo de los años la variación de los parámetros no se suele percibir.

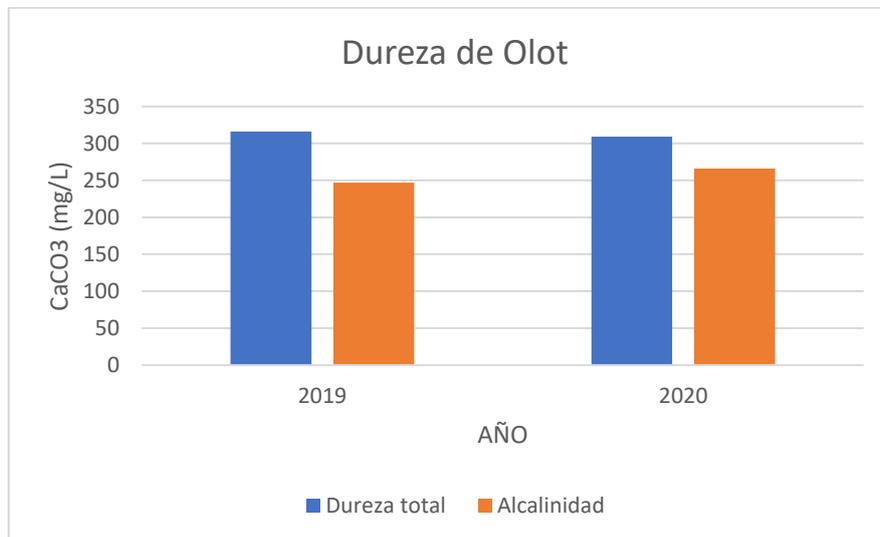


Figura 22 Comparación del valor de dureza del agua de Olot en dos años.

A una temperatura de 25°C el índice de Langelier es de 0.37 un valor normal que no implica fuertes problemas de incrustación, pero si se aumenta su temperatura hasta 79°C el índice de Langelier cambia hasta 1.4 valor que nos indica alta incrustación. En

la **Figura 23** se muestra como al aumentar la temperatura el agua se convierte en un problema para la maquina;

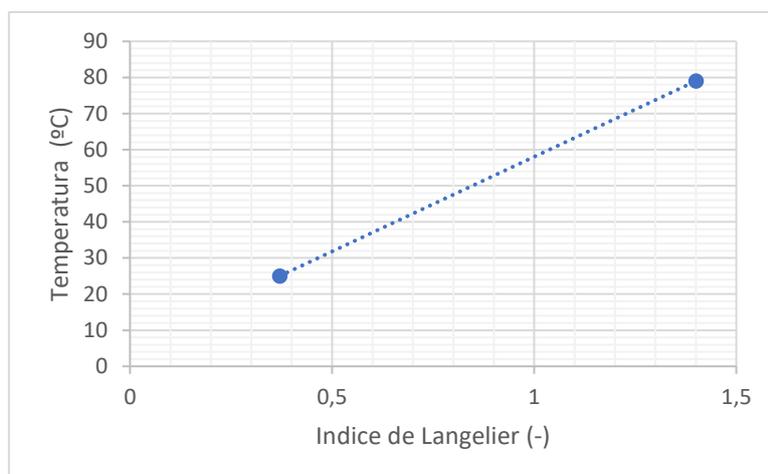


Figura 23 Aumento del índice de Langelier al augmentar la temperatura en el agua de Olot.

En cuanto a la dureza, el contenido de calcio no es muy elevado, por lo tanto, se utiliza una filtración con resinas catiónicas de ácido fuerte, para así eliminar directamente el calcio.

Mediante iteraciones se ha calculado el valor exacto de calcio que debería tener el agua para que el Índice de Langelier de un valor de 0.5:

Tabla 8. Estado del agua de Olot filtrada con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.

Estado	T (°C)	pH (-)	Ca ²⁺ (mg/l)	Alcalinidad (mg/l de CaCO ₃) (T.A.C)	TDS (µS/cm)	ISL (-)
Inicial	20	7.6	98	247	301.34	0.37
Calentado	79	7.6	98	247	301.34	1.4
Filtrado 1	20	7.6	11.3	247	301.34	-
Filtrado 1 + Calentada	79	7.6	11.3	247	301.34	0.5

En los datos iniciales no figuraba el contenido de sólidos disueltos, por lo que, la alternativa más acertada a partir de las analíticas es encontrar los TDS como la suma de cationes y aniones. Como el anión predominante en el agua es el bicarbonato:

$$\frac{247 \text{ mg de CaCO}_3}{l} * \frac{1 \text{ mol}}{100 \text{ mg de CaCO}_3} * \frac{2 \text{ mol HCO}_3^-}{1 \text{ mol de CaCO}_3} * \frac{61 \text{ mg HCO}_3^-}{1 \text{ mol de HCO}_3^-}$$

$$= 301.34 \text{ mg de HCO}_3^-$$

En el siguiente **Figura 24** se muestra de manera gráfica como varia el índice de Langelier a lo largo del proceso de filtrado y calentamiento del agua.

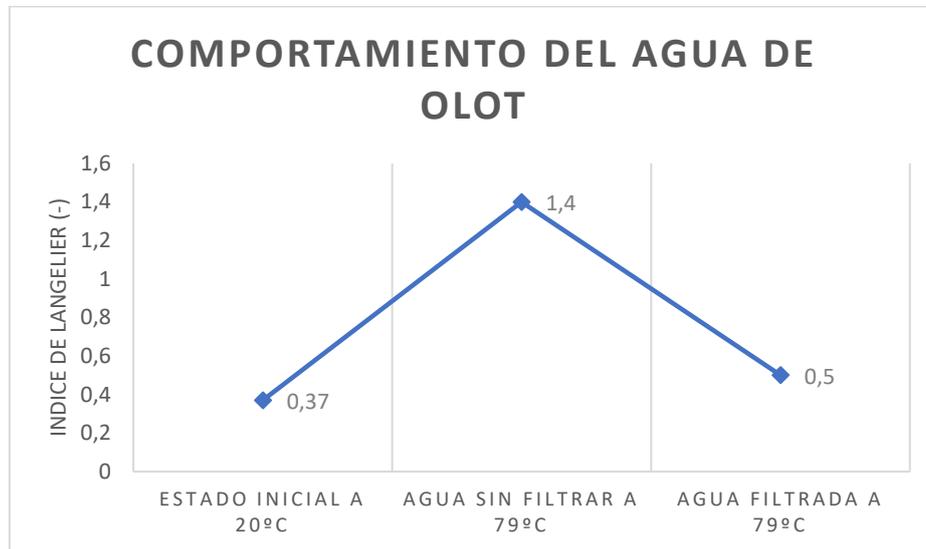


Figura 24 Comportamiento del agua de Olot en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.

El municipio de **Girona**, ciudad, y **Figueras** se alimentan de la misma agua obtenida a partir del servicio de aguas de Girona, Salt y Sarrià de Ter, que proviene de pantanos, por ello se observan ligeros cambios en los parámetros de un año a otro debido al efecto de las lluvias. Aun así, estas variaciones que puedan suceder en los parámetros iniciales en diferentes años no son preocupantes, ya que no son excesivamente diferentes. Este hecho se muestra en la **Figura 25**, como se observa en la provincia de Girona, no se muestra la dureza total debido a que en el documento no se da esta información.

Estudio experimental y resultados

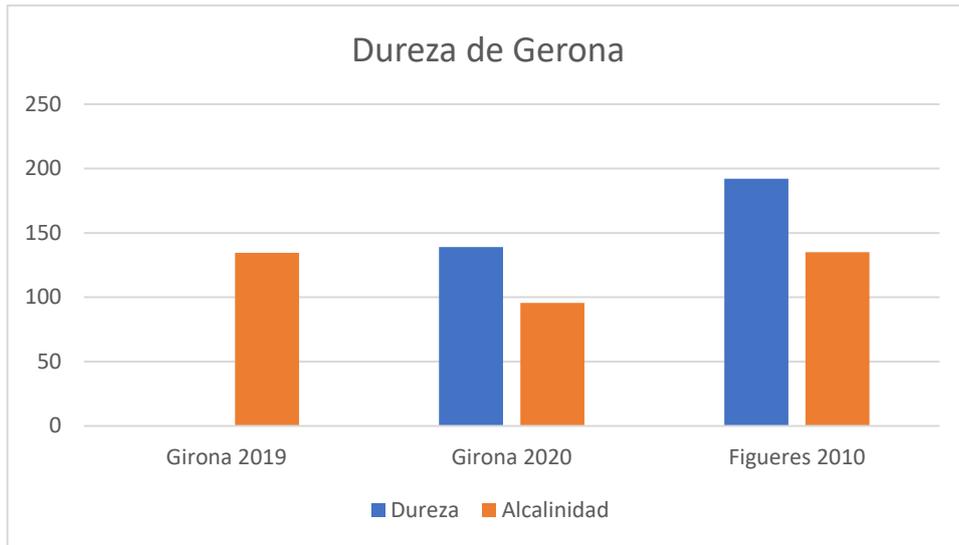


Figura 25 Comparación del valor de dureza en diferentes años de agua proveniente del Servicio de aguas de Girona, Salt y Sarrià de Ter.

Los datos referentes al municipio de Girona en el año 2020 a una temperatura de 20°C muestran un índice de Langelier de -0.43, este dato indica que el agua es meramente corrosiva. Al aumentar la temperatura se eleva hasta 0.64, en estas condiciones es fácil que el calcio precipite.

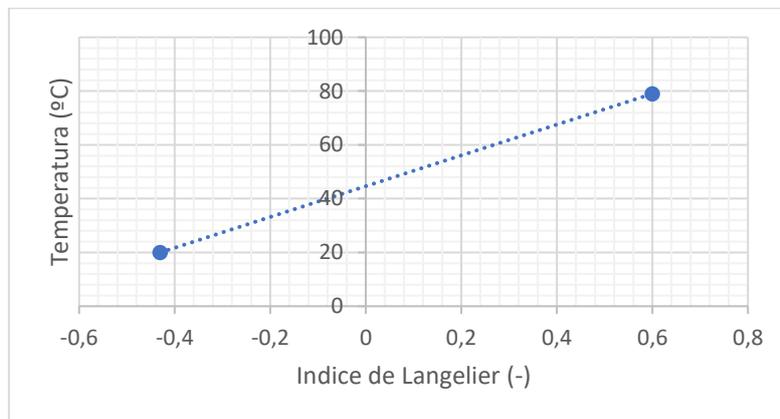


Figura 26. Aumento del índice de Langelier al aumentar la temperatura en el agua de Gerona.

El contenido de calcio en respecto a los otros municipios no es muy elevado, por lo que es viable utilizar resinas catiónicas fuertemente ácidas. Sucede la misma ausencia de

Estudio experimental y resultados

información en el informe analítico que el de Olot, no se encuentran los sólidos disueltos y se ha aproximado de igual manera.

Tabla 9. Estado del agua de Girona filtrada con un filtro de resina catiónica fuertemente ácido.

Estado	T °C	pH	Ca+ (mg/l)	Alcalinidad (mg/l de CaCO ₃) (T.A.C)	TDS	ISL
Inicial	20	7.8	42.9	95.7	116.754	-0.43
Calentado	79	7.8	42.9	95.7	116.754	0.64
Filtrado 1	20	7.8	31.5	95.7	116.754	-
Filtrado + Calentada	79	6.6	31.5	95.7	116.754	0.5

En la siguiente **Figura 27** se muestra el comportamiento del agua a lo largo del proceso de filtrado:

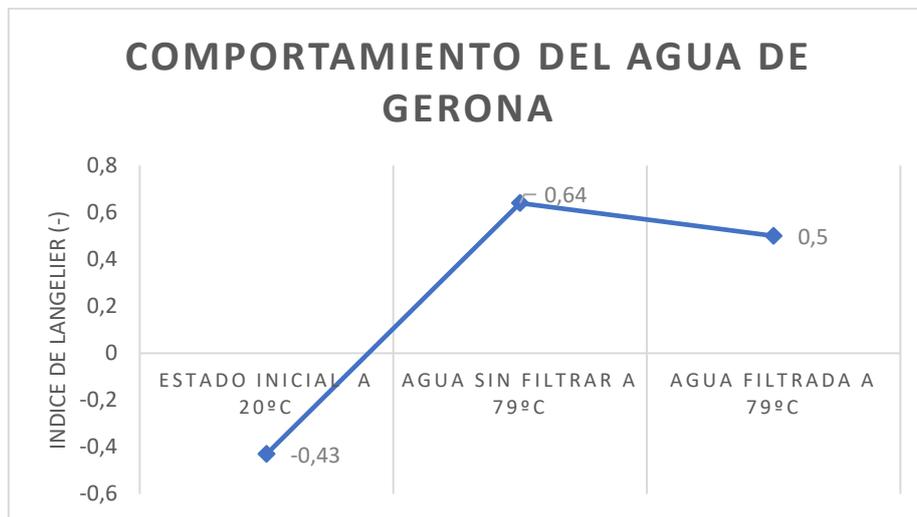


Figura 27 Comportamiento del agua de Girona en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.

En el municipio de Figueras a una temperatura de 20 °C el índice de Langelier es de 0.02, es un valor correcto casi neutro, el agua “perfecta”. Al elevar la temperatura el valor se dispara hasta 1.10, por lo que se convierte en un agua propensa a haber precipitados.

Estudio experimental y resultados

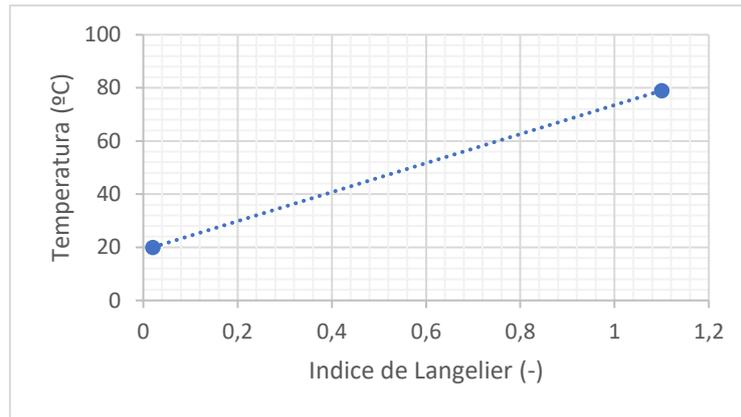


Figura 28. Aumento del índice de Langelier al aumentar la temperatura en el agua de Figueres.

El contenido de calcio no es muy excesivo lo cual es acertado utilizar resinas catiónicas fuertemente ácidas. Intercambiando 37,4 ppm de calcio por sodio el agua llegará a un índice de Langelier de 0.5.

Tabla 10 Estado del agua de Figueres filtrada con un filtro de resina catiónica fuertemente ácido.

Estado	T (°C)	pH (-)	Ca ²⁺ (mg/l)	Alcalinidad (mg/l de CaCO ₃) T.A.C	TDS (µS/cm)	ISL (-)
Inicial	20	7.74	50.9	135	164.7	0.02
Calentado	79	7.74	50.9	135	164.7	1.10
Filtrado 1	20	7.74	13.5	135	164.7	-
Filtrado 1 + Calentada	79	6.9	13.5	135	164.7	0.5

En la siguiente **Tabla 10** se muestra el comportamiento del agua de Figueres a lo largo del proceso de filtración.

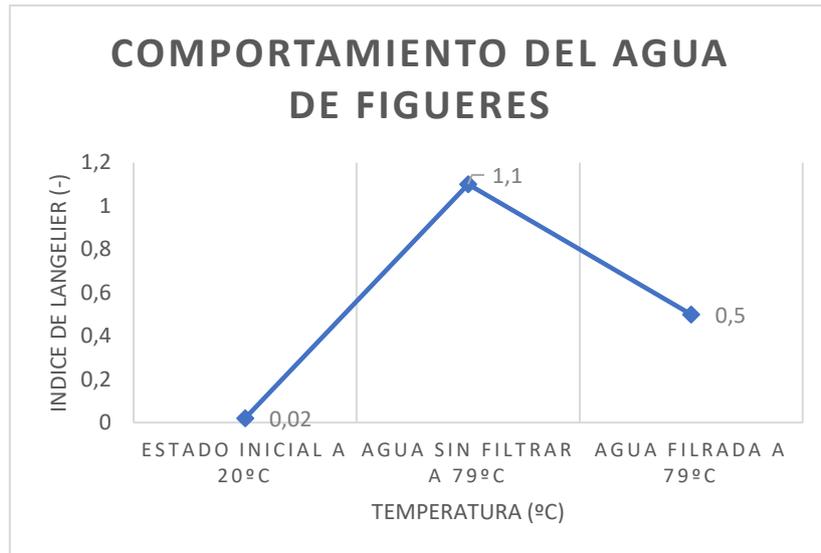


Figura 29 Comportamiento del agua de Figueres en el proceso filtración con un filtro de resina catiónica de ácido fuerte.

7.2 EVALUACIÓN DE FILTROS

Este punto del proyecto se centra en la evaluación de dos tipos de filtros de resina catiónica fuerte y débil que se han mencionado en el apartado Proveedores de filtros en la página 36. No se evalúan los filtros que añaden dureza porque en este tipo de casos no hay problemas de averías.

Consiste en el análisis del estado del agua de diferentes lugares antes y después de atravesar dichos filtros.

Una vez determinada la fiabilidad de los filtros, se ha realizado una comparativa entre los análisis de dureza y alcalinidad obtenidos mediante los análisis del laboratorio y los realizados mediante el Test-kit.

Con los datos recopilados de la mayor parte de los clientes se ha generado un mapa que informa sobre la calidad del agua de cada cliente analizado, y así obtener un patrón que ayude a reconocer, según el lugar geográfico, el estado del agua.

7.2.1 DETERMINACION DE LA FIABILIDAD DE LOS FILTROS

Para la determinación de la fiabilidad de los filtros, se ha elaborado en una hoja de cálculos donde se han registrado análisis a las siguientes localidades; Palafolls,

Torelló y Banyoles. Estos datos se encuentran en Anexo C: RESULTADOS
EVALUACIÓN FILTROS

Para poder evaluar los filtros en igualdad de condiciones se han tomado las muestras de agua y se han filtrado con distintos filtros, de tal manera que se comparan dos tipos de filtros de los dos proveedores. En el caso de los filtros que contienen resinas catiónicas débiles se compara el filtro Quell de Brita con Best Max de W&M, en el caso de resinas catiónicas fuertes se compara el filtro Fines de Brita con el Best Protect de W&M.

El análisis se elaboraba de la siguiente manera:

Partimos de una muestra de agua de 12 L. A esta muestra se le han extraído 7 alícuotas de 100mL, tres de estas han sido valoradas para obtener la dureza total y las otras tres para obtener la alcalinidad, los 100mL restantes se han utilizado para determinar la temperatura, el pH y la conductividad.

Parte de los 11.3 L de la muestra inicial se han utilizado para purgar el filtro que se analiza, concretamente se ha dejado pasar unos 7 L de agua. Una vez purgado, se realizan dos filtraciones a diferente tiempo de 90 mL. Las dos filtraciones se analizan de igual manera que las 7 alícuotas mencionadas anteriormente. El procedimiento se repite dos veces con todos los filtros a analizar.

Los resultados finales indican que, el rendimiento de los dos filtros es el siguiente:

7.2.1.1 Filtros de resina catiónica débil

En el caso de los **filtros dotados con resinas catiónicas débiles**, el filtro con mejor rendimiento proviene de la casa Brita, es decir, el filtro Quell. Este da valores del índice de Languelier más próximos a 0 en comparación con el Best Max de W&M.

Estudio experimental y resultados

Tabla 11 Resultados de los filtros de resina catiónica débil.

Filtro	Muestra ²	Temperatura (°C)	INDICE DE LANGELIER (-)
CQUELL 50%	1,1	79	0,052
CQUELL 50%	1,2	79	-0,16
CQUELL 50%	2,1	79	0,17
CQUELL 50%	2,2	79	0,0098
BEST MAX 50%	9,1	79	-1,2
BEST MAX 50%	9,2	79	-1,1
BEST MAX 50%	10,1	79	-1,2
BEST MAX 50%	10,2	79	-1,4

Como se observa en la **Tabla 11** los valores del Índice de Langelier aceptables son los obtenidos mediante el filtro Quell, filtrando solamente la mitad del agua.

Para poder tener un análisis más complejo de estos filtros se ha observado el efecto que tienen con el pH:

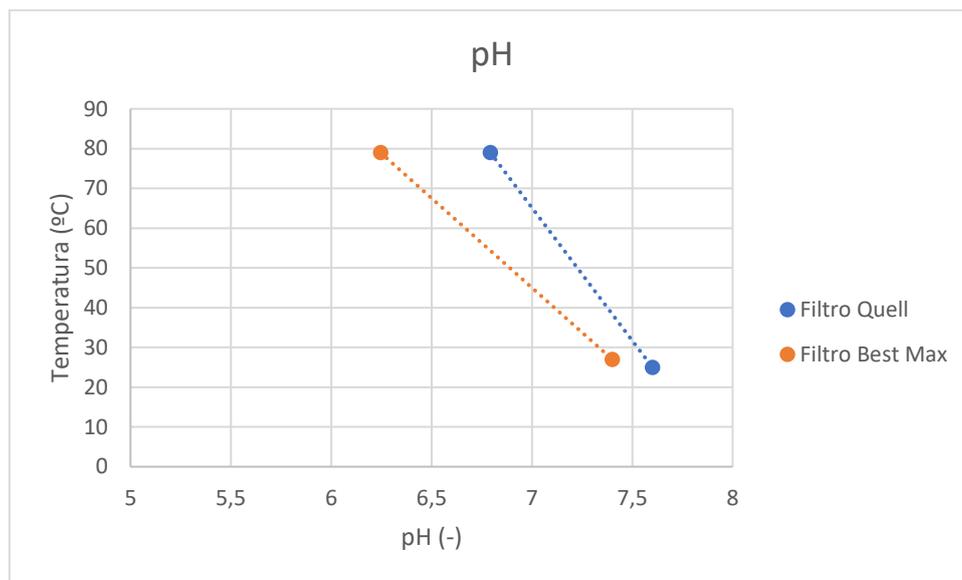


Figura 30 Variación del pH con la temperatura en filtros de resina catiónica débil.

En la **Figura 30** se demuestra que el filtro que nos proporciona una calidad de agua más ajustada a los parámetros aceptables es el filtro Quell, ya que, la acidificación del medio es menor. Esto se debe a que el filtro Best Max tiene un mecanismo de by-pass menos

² El primer número indica la muestra de 600mL el segundo número indica el filtrado, es decir: 1,1 indica primera muestra de 12 litros, primer filtrado de 900mL.

Estudio experimental y resultados

complejo, con este tipo de filtros solamente tenemos la posibilidad de filtrar tres cantidades de agua estipulada: el 85 %, 75% o el 60% del agua. En cambio, el filtro Quell nos da la posibilidad de filtrar del 30% al 100% del agua (números redondos). Por lo tanto, se escoge este filtro debido a que posee una flexibilidad mayor a la hora de realizar un by-pass y permite controlar mejor la cantidad de agua que deseamos filtrar, podemos acercarnos más a los parámetros óptimos mencionados en el apartado 5.2.1 en la página 17.

Para determinar el comportamiento del agua en el proceso de filtrado se ha elaborado un gráfico que demuestra la variación de la alcalinidad y la dureza total:

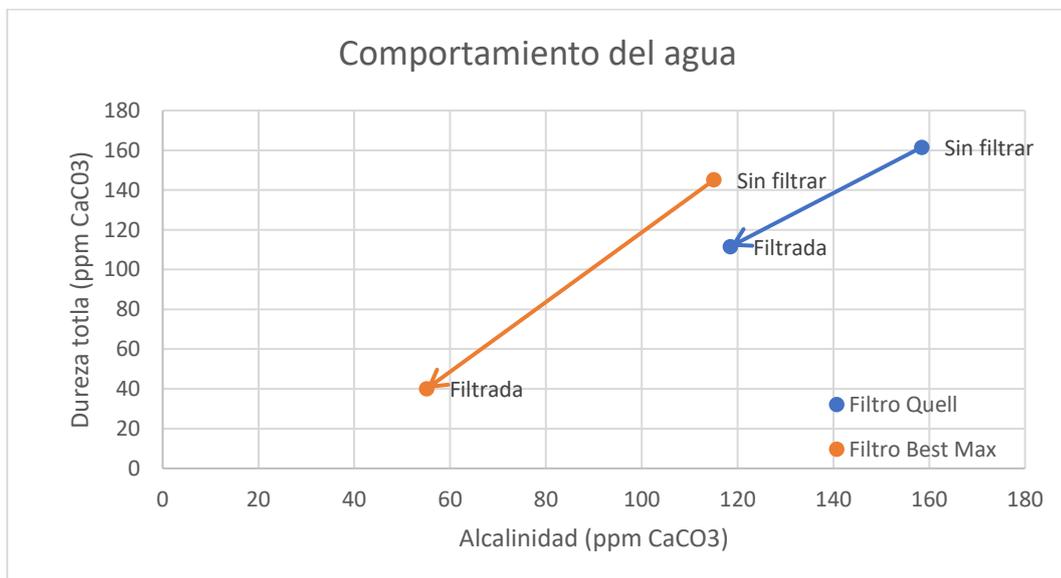


Figura 31 Variación de la dureza total y la alcalinidad en el proceso de filtrado con un filtro de resina catiónica débil.

En la **Figura 31** se muestra el comportamiento del agua en un estado inicial a un estado final donde el agua ha sido filtrada. Las dos flechas se dirigen hacia a la izquierda y hacia abajo, este es el comportamiento que plasma un filtro descalcificador, ya que en esta dirección se disminuye el contenido de carbonato de calcio y magnesio, porque hay una reducción de la Dureza total. El hecho de que el filtro Best Max muestre una inclinación más vertical y alargada, demuestra que se ha filtrado una cantidad de agua mayor y, por lo tanto, los protones liberados neutralizan más carbonato de hidrógeno

mediante la formación de ácido carbónico, y el agua se vuelve más ácida y corrosiva, lo cual no interesa.

7.2.1.2 Filtros con resinas catiónicas fuertes

Los **filtros con resinas catiónicas fuertes** no dan la posibilidad de filtrar solamente una parte de agua, sino que se ha de filtrar toda. En este caso, el filtro que tiene mejor rendimiento es el Best Protect de W&M, los valores obtenidos se acercan más al índice de Langelier óptimo.

Tabla 12 Resultados de los filtros de resina catiónica fuerte.

Filtro	Muestra	Temperatura(°C)	Índice de Langelier (-)
Finest 100%	5,1	79	-1,1
Finest 100%	5,2	79	-0,29
Finest 100%	6,1	79	-0,41
Finest 100%	6,2	79	-0,44
BEST PROTECT 100%	7,1	79	0,58
BEST PROTECT 100%	7,2	79	0,32
BEST PROTECT 100%	8,1	79	-0,095
BEST PROTECT 100%	8,2	79	0,44

En la **Tabla 12** se muestra como los valores que más se acercan al 0 son los resultados obtenidos con el filtro Best Portect. Con este tipo de filtros se elimina completamente la dureza total, por lo tanto, son filtros que tienen un efecto negativo a la hora de la extracción del café, ya que los parámetros óptimos para obtener una taza consistente indican que la dureza total tenga un valor dentro del intervalo de 50 ppm a 150 ppm.

Se ha comparado también el efecto que tiene utilizar estos filtros para el pH del agua:

Estudio experimental y resultados

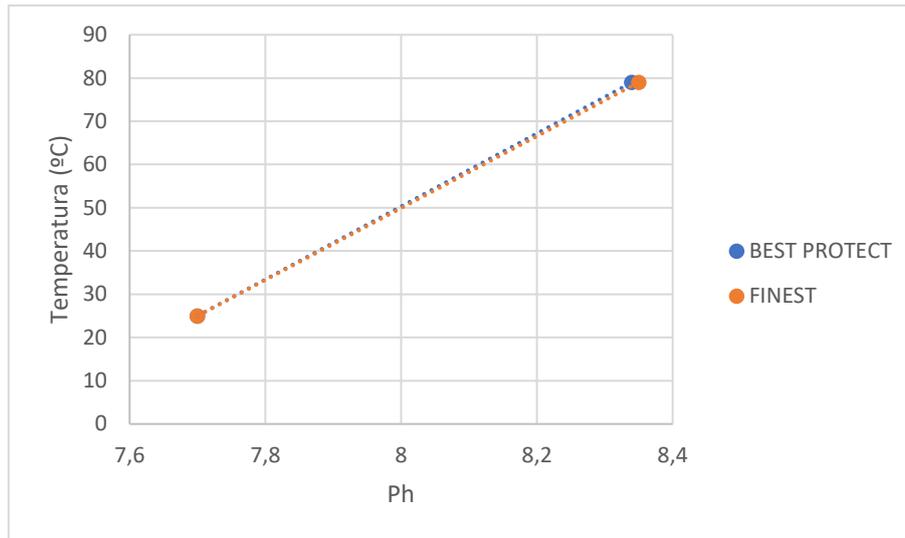


Figura 32 Variación del pH con la temperatura en filtros de resina catiónica fuerte.

En la siguiente **Figura 32** se observa como el pH aumenta de igual manera con los dos filtros utilizados, no se observa ninguna variación en este aspecto que determine qué tipo de filtro es el más apropiado. Como no interesa que el pH del agua aumente, estos filtros solamente se utilizaran en casos en que la dureza total sea más del doble de la alcalinidad.

Por otro lado, se ha representado el comportamiento del agua en el proceso de filtrado mediante un gráfico que relaciona el valor de la dureza total y la alcalinidad en dos estados (inicial y final):

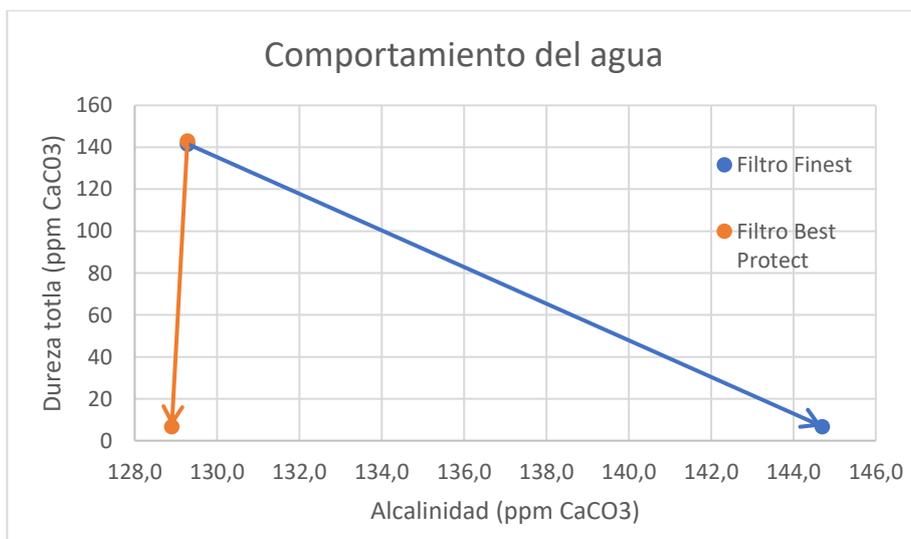


Figura 33 Variación de la dureza total y la alcalinidad en el proceso de filtrado con un filtro de resina catiónica fuerte.

En la **Figura 33** se observa un comportamiento muy diferente entre los dos filtros. En el caso del filtro **Finest**, la única función que hace es añadir un gran contenido de sodio debido al intercambio que se produce en la resina con el magnesio y el calcio, por este motivo la flecha se dirige hacia la derecha y hacia abajo. En el caso del **Best Protect**, al observar los resultados y la tendencia, sugiere que, aparte de ser un filtro con resina catiónica fuerte, una pequeña parte de él está dotada con resina catiónica débil, por ello, la alcalinidad disminuye muy brevemente.

7.2.2 DETERMINACIÓN DEL MODELO DE FILTRO PARA CADA TIPO DE AGUA

Una vez escogido los filtros con mejor rendimiento, se ha determinado que modelo utilizar dependiendo del agua madre.

AGUAS BLANDAS

Bajo nivel en minerales, lo que provoca una mala extracción del café. El contenido mínimo de dureza total para poder elaborar una buena taza es de 50 ppm. Este tipo de aguas se encuentra por debajo de esta dureza, por lo tanto, es necesario endurecer esta agua. Los filtros recomendados en este tipo de casos es el filtro **Fresh**.

AGUA DURA/ MUY DURA (120 ppm a 180 ppm)

Alto nivel de minerales, en particular sales de calcio y magnesio, por lo tanto, la dureza total es elevada, pero no excesivamente. Para obtener un agua correcta se recomienda utilizar el modelo **Quell de Brita**, jugando con el by-pass para filtrar más o menos agua. En este grupo entran dos de las aguas analizadas:

En el caso de **Palafolls**, se trata de un agua dura, con valores comunes de dureza total (142.4 ppm) y alcalinidad (124.6 ppm), para este tipo de casos la mejor opción es utilizar resinas **catiónicas débilmente ácidas**, debido a que al tener una dureza total no muy elevada si utilizamos este tipo de filtros, eliminamos por completo la posibilidad de que se produzcan precipitados en la máquina porque se elimina el calcio ligado a los carbonatos.

Estudio experimental y resultados

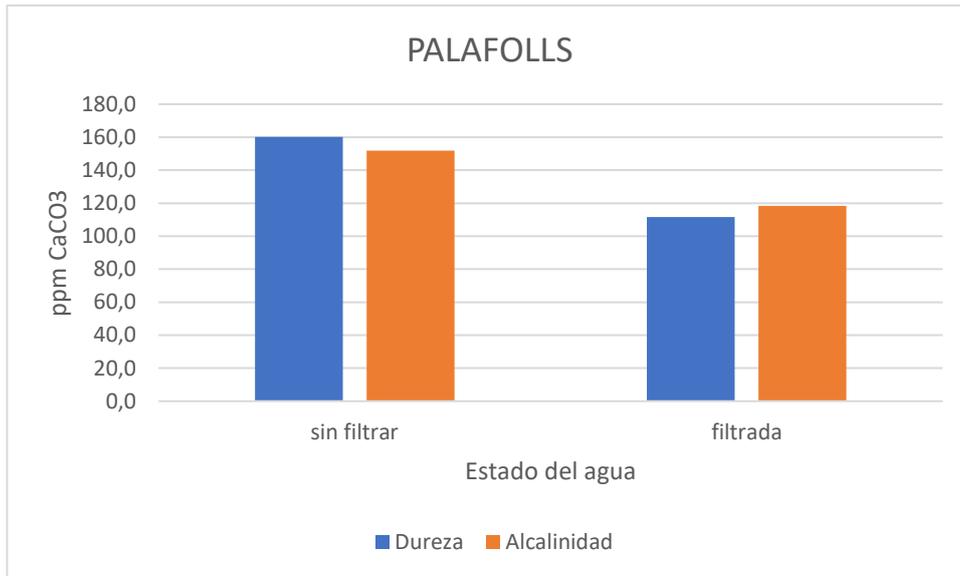


Figura 34 Dureza del agua de Palafolls.

En la **Figura 34** se puede ver como reducen los dos parámetros, en el caso de la alcalinidad no estamos por debajo de los 70 ppm como recomienda SCA, pero aun así la alcalinidad ha disminuido.

En este grupo también entra el caso de Torelló, los valores obtenidos son de una dureza total de 213 ppm y una alcalinidad de 231 ppm. Este valor no entra dentro del rango, pero no se aleja demasiado (la dureza total no es más del doble que la alcalinidad), lo que implica que se debe utilizar un modelo de filtro con resina catiónica débil, con la finalidad de eliminar solamente los calcio que están junto a los carbonatos.

Estudio experimental y resultados

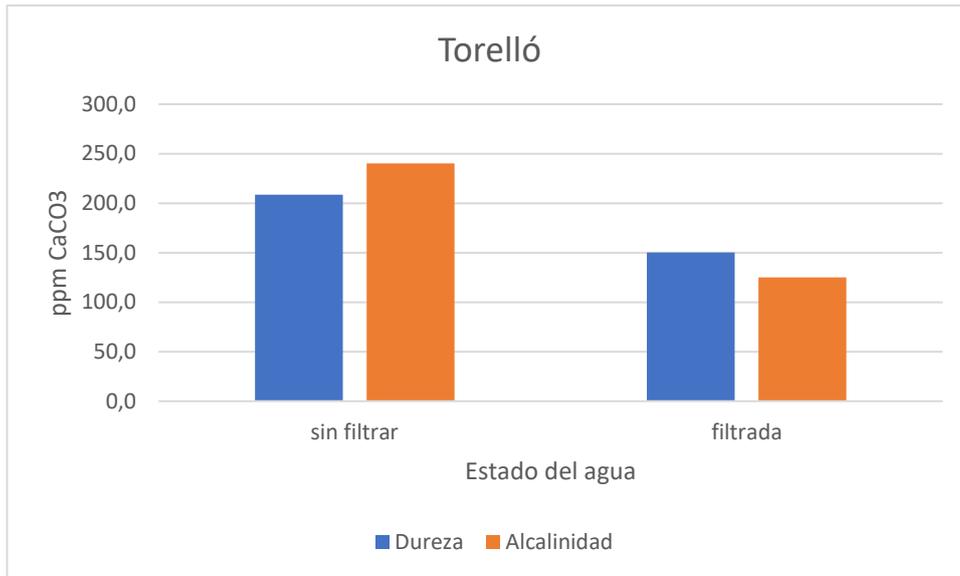


Figura 35 Dureza del agua de Torelló.

La figura **Figura 35** muestra como al utilizar este tipo de filtro se logra llegar a unos parámetros más controlados. En este caso tampoco se cumple con el objetivo de llegar a una alcalinidad de 70 ppm pero aun así se disminuye gran parte de esta alcalinidad.

En cuanto al pH, el filtro que nos proporciona un valor más acertado es el filtro Quell, ya que, da un valor más próximo a 7. En la siguiente tabla se muestran los valores de pH según el filtro utilizado.

Tabla 13 Valor del pH según el filtro con el que se ha filtrado el agua de Torelló.

Filtro	pH
PURITY FINEST 100%	8,3
BEST PROTECT 100%	8,09
BEST MAX 50%	6,38
QUELL 50%	6,77

AGUA DE YESO

Se denomina aguas de yeso aquellas en las que **dureza permanente** del agua es **superior a la dureza temporal o de carbonatos**. Esta dureza no puede ser eliminada al hervir el agua, la causa más corriente es la presencia de sulfatos y/o cloruros de calcio y de magnesio en el agua, sales que son más solubles según sube la

temperatura, hasta cierta temperatura, luego la solubilidad disminuye conforme aumenta la temperatura. El filtro que se debe utilizar en este caso es el **Best Protect de W&M**.

En este caso la dureza total es más del doble que la dureza de carbonatos, un ejemplo es el agua de Banyoles, donde el contenido de dureza permanente es muy elevado. En los análisis se observa un contenido de dureza total de 747.6 ppm y una alcalinidad de 178 ppm. Para este tipo de casos la mejor opción es utilizar un modelo de filtro de resina catiónica fuerte, ya que hay tanto contenido de calcio y magnesio que la posibilidad de que hayan precipitados a lo largo del tiempo es muy elevada, por lo tanto, la mejor opción es eliminar todo el contenido de dureza, aunque el efecto en taza no sea el que buscamos.

En la siguiente **Figura 36** se muestra como la cantidad de dureza es más del doble de la dureza de carbonatos y como con este filtro, se logra disminuir esa dureza que provoca incrustaciones a largo plazo:

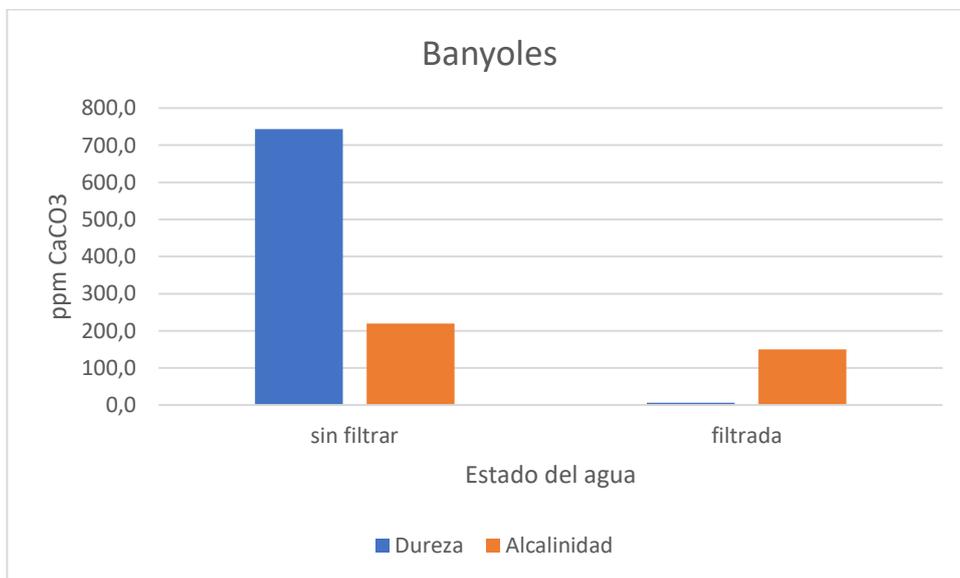


Figura 36 Dureza del agua de Banyoles.

En el apartado 7.1 se recomienda que para tipos de agua de estas características la mejor opción es utilizar filtros con resina catiónica débil, el motivo por el cual a la práctica no se ha planteado esta opción ha sido debido a que este tipo de filtros altera mucho el pH del agua y se obtendría un agua muy ácida.

7.2.3 FIABILIDAD DE LOS KITS DE DUREZA

El motivo por el cual se realiza este apartado es debido a que la empresa no posee del tiempo ni el volumen de muestras de agua suficiente para realizar los análisis mediante el laboratorio, este solamente se hará uso en determinados momentos y situaciones.

Se han representado, los resultados obtenidos a partir de la titulación ácido base versus los obtenidos con los Kits (ver Anexo C: RESULTADOS EVALUACIÓN FILTROS):

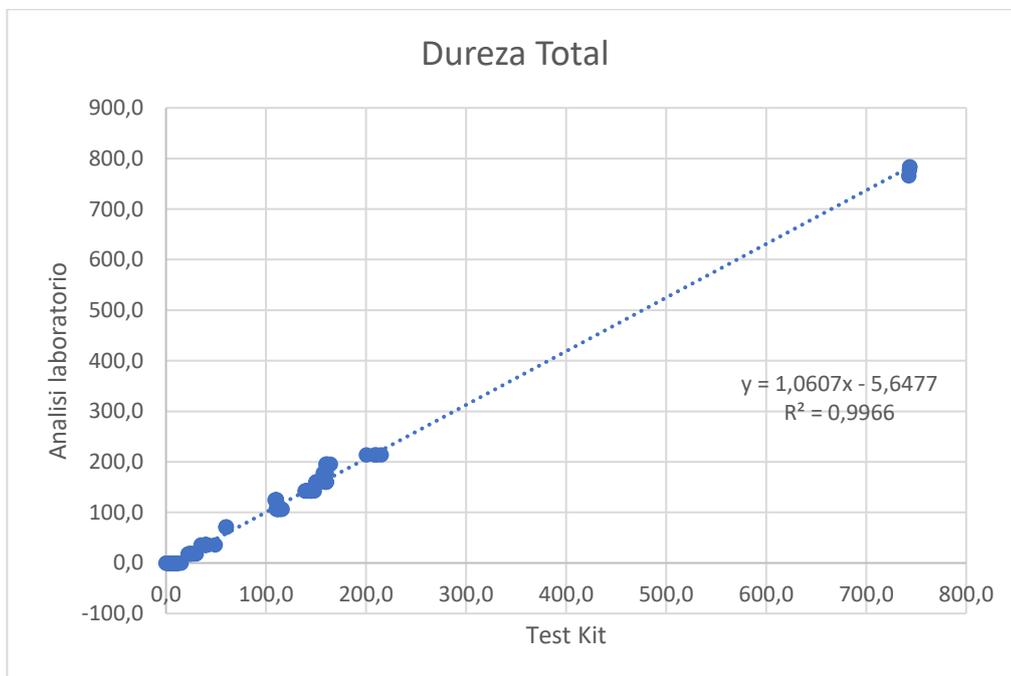


Figura 37 Coeficiente de correlación entre los dos métodos de análisis de dureza total.

En la **Figura 37** se demuestra que el análisis de dureza es viable realizarlo con los Kits de dureza debido a que el coeficiente de correlación con el análisis del laboratorio es de 0.99.

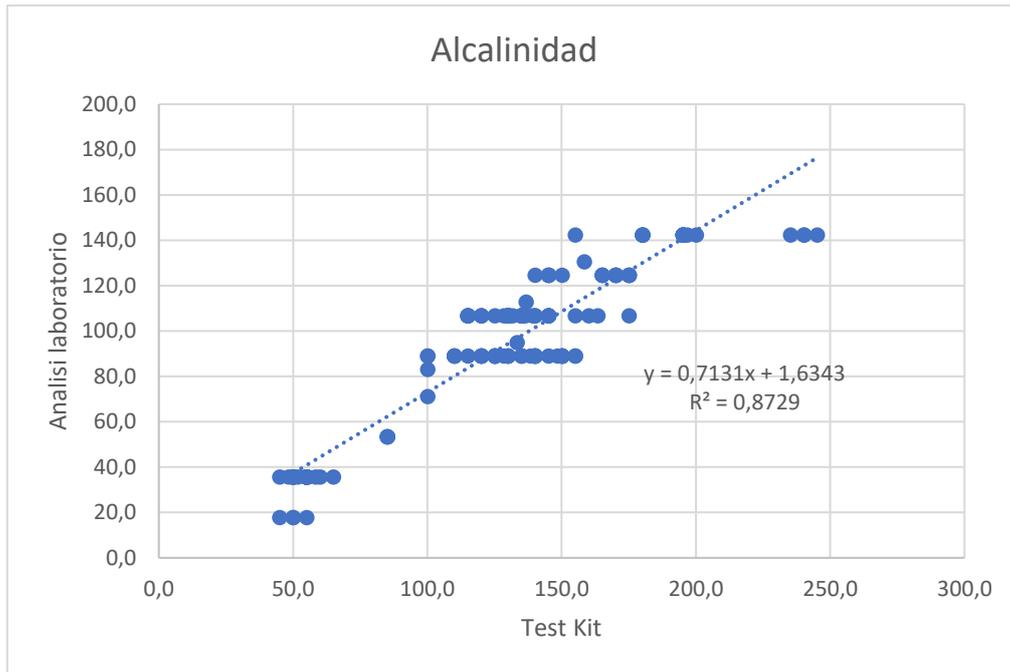


Figura 38 Coeficiente de correlación entre los dos métodos de análisis de la alcalinidad

En la **Figura 38** se muestra como la correlación entre los dos métodos de análisis no es lo suficientemente acertada debido a que es de un 0.87, pero aun así la consideramos correcta debido a que el método más fácil y efectivo es realizarlo con los Kits, aunque no obtengamos un resultado exacto, es viable utilizarlo, debido a la imposibilidad de realizar análisis de laboratorio con todos los clientes.

7.3 MAPA DE AGUAS.

Paralelamente e esta evaluación se han realizado análisis con los Kits a una gran cantidad de clientes, con la finalidad de ir construyendo un mapa de aguas (ver ANEXO E: MAPA DE AGUAS). En la siguiente figura se muestra una visión genérica de los datos recopilados según las provincias.

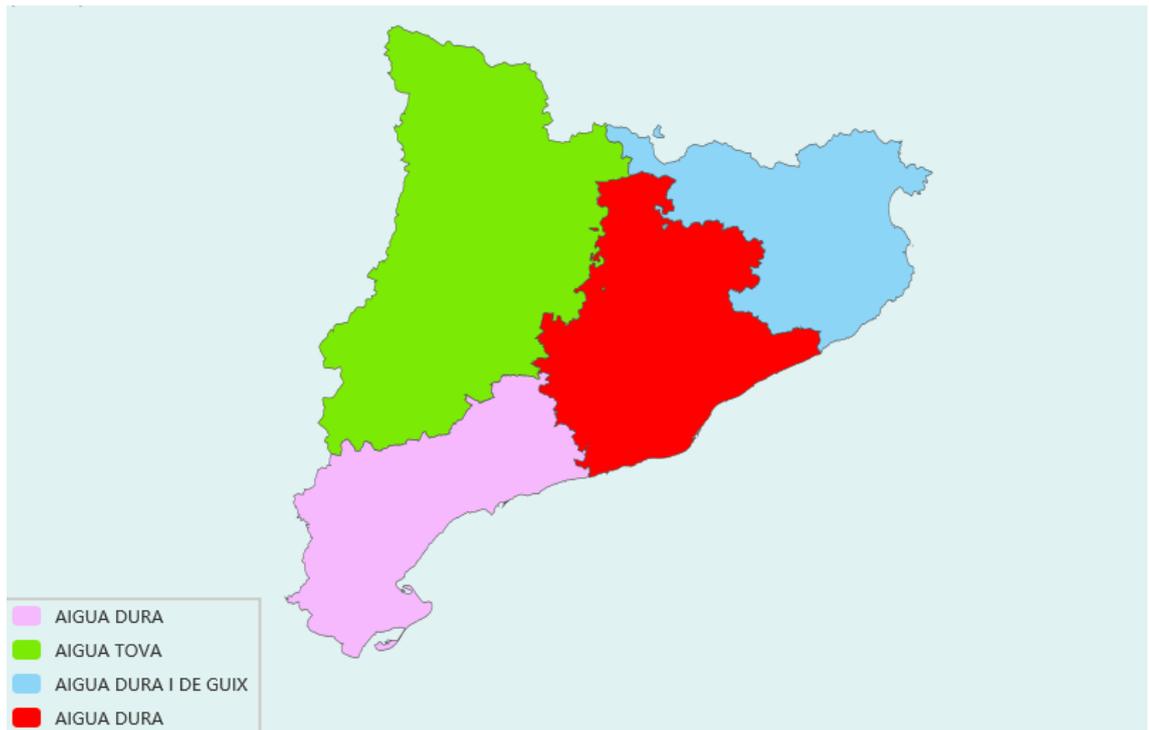


Figura 39 Mapa de aguas.

El registro de datos descrito en el protocolo ayudará a perfilar el mapa de aguas de Catalunya por población y así permitir a la empresa tener una idea de que tipo de filtro instalar según la zona geográfica de sus clientes.

7.4 PROTOCOLOS DE INSTALACIÓN Y ANÁLISIS

El protocolo de instalación determinado considerando la estructura de la empresa y las situaciones en las que se encuentra es el siguiente:

Hay tres tipos de situaciones:

- (1) Nueva alta.
- (2) Acabada vida útil del filtro instalado.
- (3) Seguimiento de los filtros.

(1) NUEVA ALTA.

Esta situación se registra en el portal de instalaciones (plataforma de registro de datos de la empresa). El procedimiento es el siguiente:

Estudio experimental y resultados

1. El comercial introduce el código del cliente en la plataforma con la siguiente información:
 - a. Nombre del cliente.
 - b. Máquina que quiere instalar.
 - i. La máquina va conectada a red o es un depósito.
 - c. Tipo de instalación.

En este momento el estado de la solicitud se define como **pendiente**.

2. La solicitud queda pendiente hasta que el director comercial la **acepta**.
3. Una vez aceptada se requiere el contrato firmado.
4. Cuando el departamento de administración tiene el contrato firmado se sube al sistema y la solicitud pasa a **asignada sin tratamiento de agua**.
5. El departamento de producto define el tratamiento de agua necesaria, una vez definido el estado pasa a **pendiente de fecha de instalación**.
6. El responsable de SAT define la fecha de instalación y el estado pasará a **asignado con fecha de instalación**.
7. Una vez instalada, el departamento de administración verifica la instalación y la **cierra**.

PROTOCOLO PARA DEFINIR EL FILTRO A INSTALAR.

¿Qué requiere?

- Muestra de agua.
- Conocer el volumen previsto del cliente.

Realización de la toma de muestras de agua:

- **Cuando:** Antes de la instalación. Hasta que las muestras no estén analizadas y entradas en el **portal de instalaciones**, la instalación no se podrá iniciar. En el portal se indicará el resultado del análisis junto con el filtro a instalar y el By pass necesario.

Estudio experimental y resultados

- **Quién:** Técnicos o técnicos comerciales.
- **Cómo:** La muestra se tomará directamente de la red en estado frío, no se considera muestra apta aquella que proviene de la máquina de café y contiene café disuelto. Asegurarse de que el agua cogida del grifo es la misma que abastece la máquina.
- **Donde:** La muestra se recogerá en un pote de plástico. Se deberán entregar al departamento de MKT junto con la siguiente información:
 - Nombre y código del cliente.
 - Fecha recogida de la muestra.
 - Tiene o no descalcificador general.
 - Nombre del técnico/ comercial que toma la muestra.
 - Consumo previsto del cliente (kg de café).

Esta información también puede ser facilitada vía correo electrónico.

Cada técnico y técnico comercial ha de disponer de botes para recoger las muestras, estos siempre estarán disponibles en el departamento de MKT.

Análisis de las muestras:

- El departamento de producto o calidad será el responsable de analizar las muestras.
- Los análisis de las muestras se han de realizar con los kits y el pH-metro.
- Se deben realizar el mismo día de la toma de muestra o hasta un máximo de dos días después.
- Todos los parámetros se recogerán en el portal de instalaciones con información sobre quien es el cliente, la fecha, la situación geográfica, los valores de pH, la conductividad, la temperatura y el índice de Langelier.

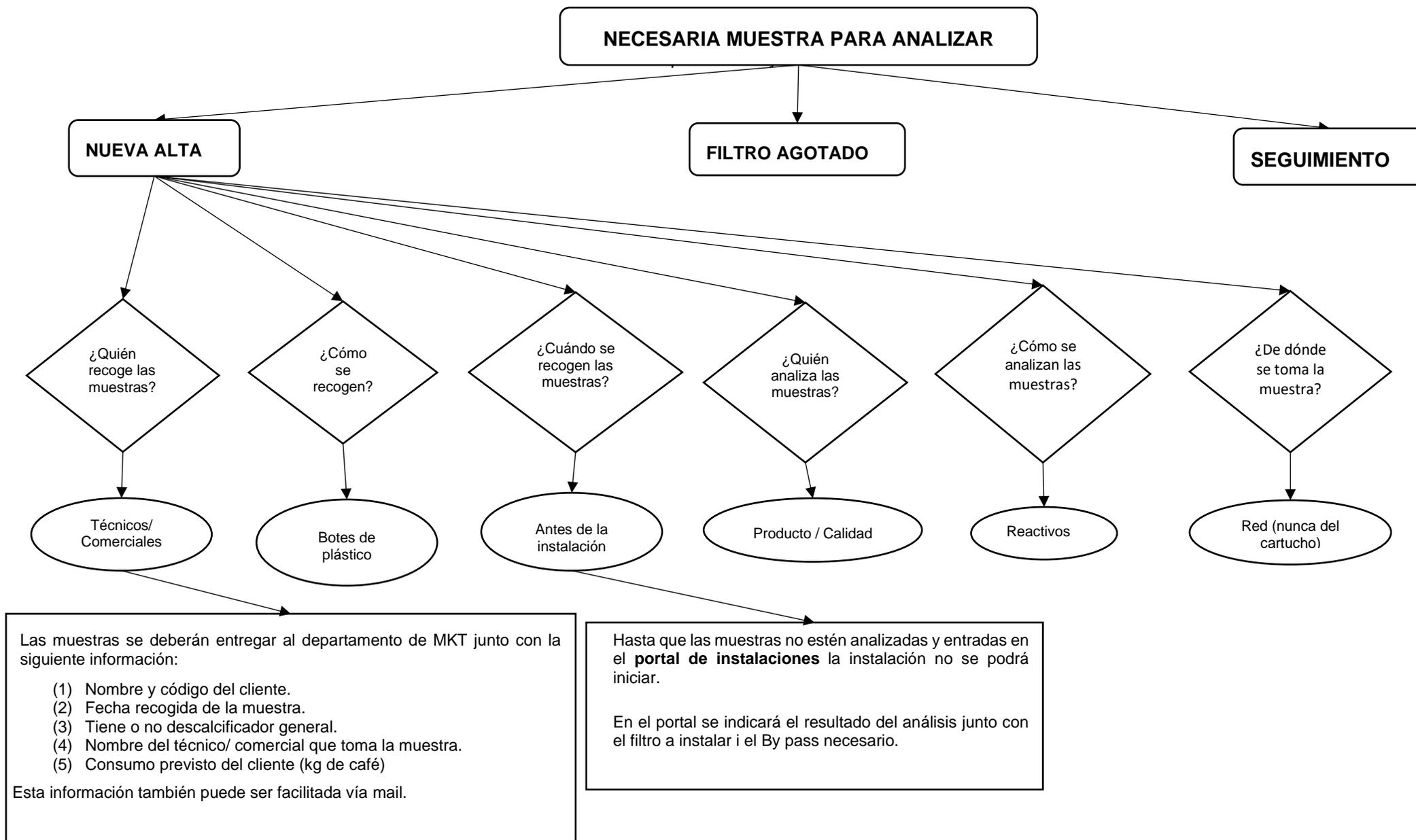


Figura 40 Protocolo de análisis e instalación de muestra en una situación de nueva alta.

(2) ACABADA VIDA ÚTIL DEL FILTRO INSTALADO.

En el momento en el que se instala un filtro, con él se activa un aviso, el cual salta a los técnicos/comerciales un año después de su instalación para realizar el cambio. En ocasiones la vida útil de estos filtros ha finalizado antes de que pase el año, o bien hay un cambio en la composición del agua o incremento de consumo por parte del cliente, por ello es importante realizar un seguimiento periódico

Actualmente no se tiene la capacidad de analizar todas las aguas de los filtros, ya que, como se muestra en el apartado anterior, hay más de 550 filtros y conociendo el poco tiempo disponible que les queda a los técnicos o comerciales es difícil llevar un seguimiento periódico de todos. Por lo tanto, el protocolo de cartucho acabado no se podrá realizar como tal, sino que se hará de forma indirecta mediante los GPV y los técnicos/comerciales.

Con el seguimiento de los GPV, se llevará un control de los clientes más importantes de la empresa (volumen A y B), y con los técnicos comerciales se contralará anualmente parte de los clientes de volumen C y D que no pagan las averías, el departamento de producto se encargará de elaborar una lista de estos clientes cada año (ver ANEXP D: LISTA DE CLIENTES C Y D)

Los clientes analizados mediante los técnicos se han de registrar en un Excel dedicado a ello denominado "Presa de mostres". En el caso de que uno de los seguimientos marque que no tiene el filtro correctamente, se le definirá el sistema correcto y se subirá en el portal de instalaciones. El procedimiento en el portal de instalaciones es el siguiente (se está pendiente de modificar los campos definidos a continuación):

1. El comercial introduce el cliente en la plataforma con la siguiente información:
 - a. Nombre del cliente
 - b. Tipo de instalación.
2. La solicitud queda **pendiente** hasta que el director comercial la acepta.

3. Una vez el departamento de producto define el tratamiento de agua necesario, el estado pasa a asignado (**pendiente de fecha de instalación**).
4. El responsable de SAT pone fecha de instalación y el estado pasará a **asignado con fecha de instalación**.
5. Una vez instalada, el departamento de administración verifica la instalación y la **cierra**.

PROTOCOLO PARA DEFINIR EL FILTRO A INSTALAR.

¿Qué requiere?

- Muestra de agua proveniente del filtro. *Si el resultado del análisis no es concluyente se deberá volver a hacer el análisis con la muestra de agua de la red y del filtro.

Realización de la toma de muestras de agua:

- ¿Cuándo? Una vez al año.
- ¿Quién recoge la muestra? Técnicos o comerciales.
- ¿A qué tipo de clientes? Aquellos clientes C y D que no pagan las averías mas todos los del Pla del Estany, la lista 2020 se encuentra en el ANEXP D: LISTA DE CLIENTES C Y D.
- Cómo: La muestra se tomará directamente del filtro, no se considera muestra apta aquella que proviene de la máquina de café y contiene café disuelto.
- ¿Donde? La muestra se recogerá en un pote de plástico. Se deberán entregar al departamento de MKT junto con la siguiente información:
 - Nombre y código del cliente.
 - Fecha recogida de la muestra.
 - Tiene o no descalcificador general.
 - Nombre del técnico/ comercial que toma la muestra.

Esta información también puede ser facilitada vía correo electrónico.

Estudio experimental y resultados

Cada técnico / Comercial ha de disponer de botes para recoger las muestras, estos siempre estarán disponibles en el departamento de MKT.

Análisis de las muestras:

- ¿Quién analiza las muestras?: El departamento de producto o calidad.
- Los análisis de las muestras se han de realizar con los kits i el pH-metro.
- Se deben realizar el mismo día de la toma de muestra o hasta un máximo de dos días después.
- Todos los parámetros se recogerán en la ficha de análisis de aguas junto a los parámetros de nueva alta.

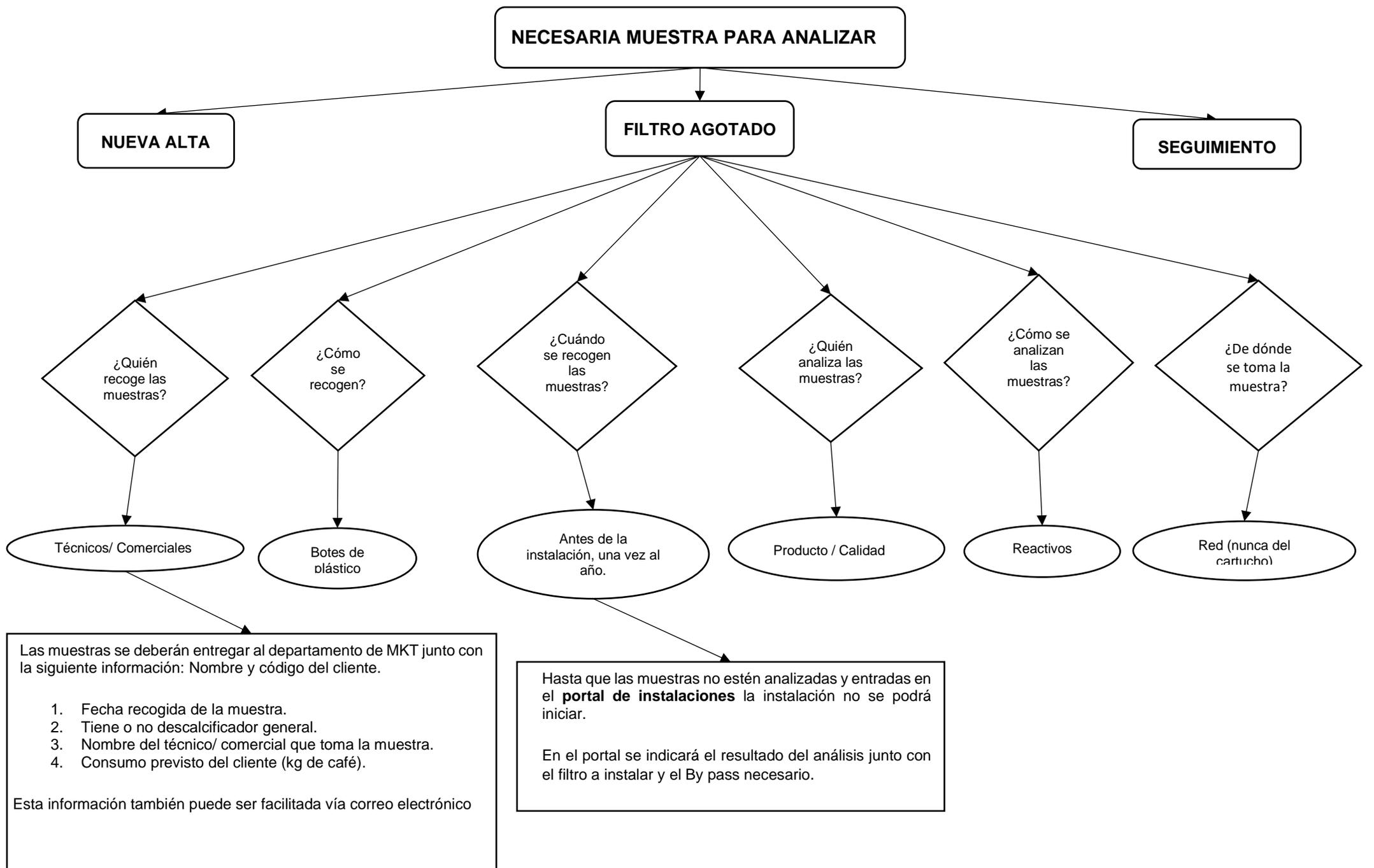


Figura 41 Protocolo de análisis e instalación de muestra en una situación en que la vida útil del filtro se ha agotado.

(3) SEGUIMIENTO DE FILTROS.

Esta situación está dirigida por los GPV departamento de MKT. Se realizan los seguimientos periódicamente junto a las visitas que han de realizar a los clientes de clase A y B. La información se recoge en el CRM, una plataforma que utiliza este departamento para registrar los seguimientos.

PROTOCOLO DE SEGUIMIENTO.

Análisis de las muestras:

- Quién analiza las muestras: Los GPV en todas sus visitas a clientes.
- Análisis de dos puntos:
 - Agua de red.
 - Agua filtrada.
- Los análisis de las muestras se han de realizar con los kits y el pH-metro.
- El análisis se realiza al momento, en casa del cliente.
- La información se recoge en el CRM indicando la fecha y los resultados del análisis.

En el caso de que haya que planificar algún tipo de acción correctora se mandará un correo a producto explicando el problema. El procedimiento que se debe seguir en este caso es el siguiente:

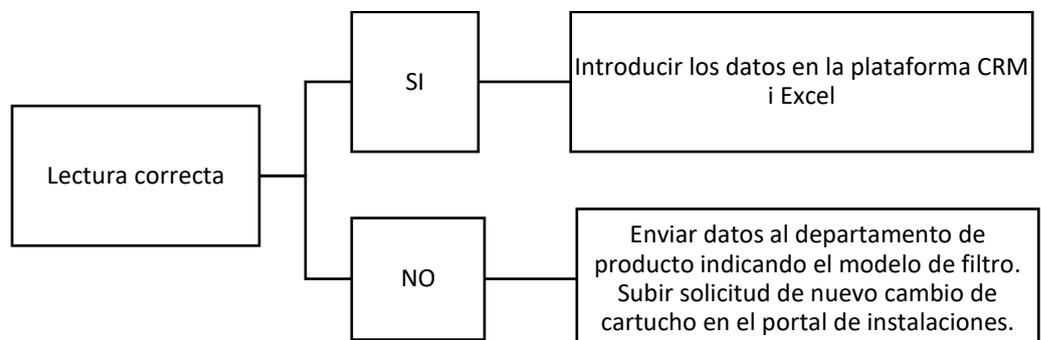


Figura 42 Planificación en caso de lectura no correcta.

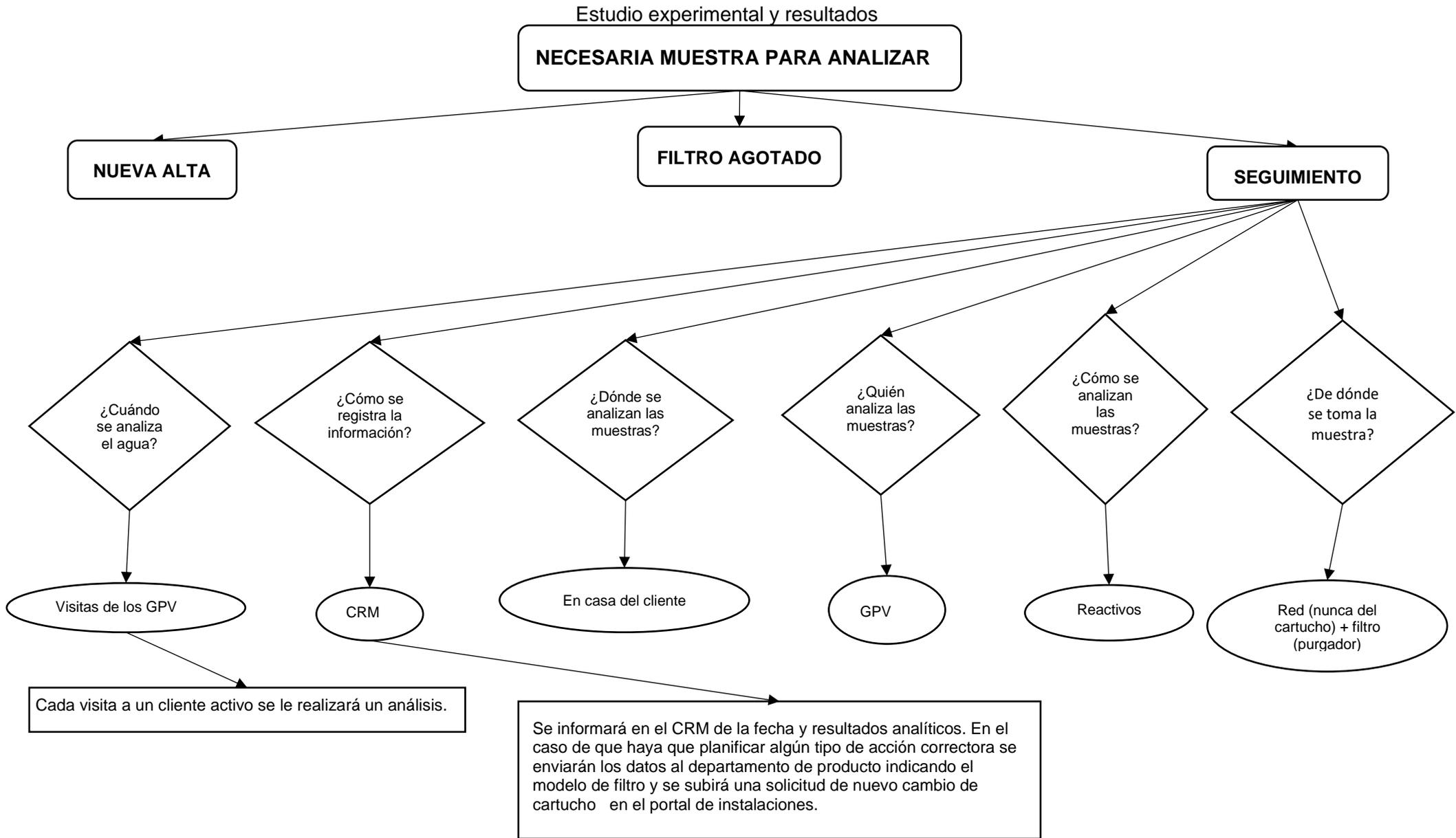


Figura 43 Protocolo de análisis e instalación de muestra en una situación de seguimiento de filtro.

8 VIABILIDAD DEL PROYECTO DENTRO DE LA EMPRESA.

8.1 INVERSIÓN 2018.

La inversión en 2018 fue de 2.214 € en filtros BEST MAX, solamente se instalaron filtros a 400 clientes de 550 que teóricamente debían de tener un filtro instalado y que la empresa debería controlar.

Tabla 14 Inversión 2018.

Año	Inversión	Facturación	Margen Bruto
2018	23.589,88€	25.804,45€	2.214,57€

La **Tabla 14** muestra la inversión que se realizó en 2018 en filtros, la facturación representa la cantidad de filtros pagados por los clientes. Fueron un total de 240 clientes los que pagaron los filtros. Esta inversión dio un margen bruto positivo de 2.215 €.

No obstante, en este año se registraron 213 clientes con averías causadas por el agua, lo que supuso un coste de **33.721 €**, este dato se recoge de la **Tabla 1** Averías causadas por el agua en 2018.

8.2 INVERSIÓN PREVISTA DE LOS CLIENTES ACTIVOS.

Para realizar la previsión de la inversión se ha extraído una lista con los clientes que construyen el sector HORECA, es decir, 750 clientes. De estos clientes se han descartado aquellos clientes sin máquina o con máquina de café propia y que pagan sus averías, por lo que no se debe tener en cuenta en la inversión. Una vez llegado a este punto se ha filtrado la lista de clientes de la siguiente manera:

- Se han eliminado aquellos clientes que no tenían un equipo asignado.
- Se han eliminado aquellos clientes activos con una fecha de alta de antes de 2019, que tienen un consumo inferior a 50 kg de café.

Viabilidad del proyecto dentro de la empresa.

Finalmente, la lista de clientes a analizar se ha reducido a 553 clientes y se han recogido en un Excel. En esta hoja de cálculo se ha definido a cada cliente con la siguiente información:

- Dureza total y alcalinidad mediana según su zona geográfica gracias a al mapa de aguas generado (ver ANEXO E: MAPA DE AGUAS).
- Volumen de agua anual calculado a partir de la cantidad de café utilizado al año.

Con esta información se ha podido definir qué modelo y dimensión de filtro necesita cada cliente y así calcular la inversión que supondría este cambio en un año (ver ANEXO F: CLIENTES HORECA)

Tabla 15 Lista de modelo de filtros en 2020/2021 inicial.

Modelo de filtro	Cantidad	Coste (€)
C50 FRESH	73	2.325,05
QUELL	469	1.9847,57
C1100	23	2.162
C150	293	9.285,17
C300	92	4.236,6
C50	10	479,05
C500	51	3.684,75
BEST PROTECT	11	918,83
Total, general	553	23.091,45

En la **Tabla 15** se plasma la cantidad de filtros y el coste que suponen. Hay una amplia gama de medidas del filtro Quell, por lo que, para no tener tanta diversidad de producto (que dificulta la gestión de ESTOC en el almacén, compras y gestión de cambio para el SAT i técnicos comerciales) se ha decidido prescindir de dos medidas C50 y C1100. Se han substituido por las medidas C150 y C500, respectivamente:

Viabilidad del proyecto dentro de la empresa.

Tabla 16 Lista de modelo de filtros en 2020/2021.

Modelo de filtro	Cantidad	Coste (€)
C50 FRESH	73	2.325,05
QUELL	469	19.185,17
C150	303	9.602,07
C300	92	4.236,60
C500	74	5.346,50
Best Protect	11	918,83
Total, general	553	22.429,05

Una vez llegado a este punto se ha determinado la previsión de inversión de filtros en nuevas altas:

La empresa cada año planifica un objetivo de altas que han de cumplir los comerciales y los técnicos comerciales. Este año el objetivo es el siguiente:

- Comerciales: 45 nuevos clientes, 15 clientes A y 30 clientes B, en la provincia de Girona y Barcelona.
- Técnicos comerciales: 25 nuevas altas, 20 clientes C y 5 clientes de tipo D, en la provincia de Girona y Barcelona.

Con estos datos es posible prever la cantidad de agua que circulará por las máquinas de café, el tipo y la medida de filtro que utilizarán.

A partir del nivel de consumo, conocemos la cantidad de tazas de café que elaboran los clientes al año, por tanto, la cantidad de agua debería circular por la máquina.

Tabla 17 Cantidad de agua que circula por las máquinas según el nivel de consumo teórico.

Nivel de consumo	Tazas /año	Litros de agua
A	85800	8580
B	68900	6890
C	40300	4030
D	18200	1820

Viabilidad del proyecto dentro de la empresa.

Conociendo estos parámetros, y teniendo una idea de la dureza total que encontramos en estas dos provincias, podemos determinar el tipo y la medida de filtro:

Tabla 18 Candidato de filtros en la provincia de Barcelona

Barcelona	Litros de agua	DC media	FILTRO	MEDIDA	CANTIDAD
A	8580	7,38	QUELL	C500	7
B	6890	7,38	QUELL	C500	14
C	4030	7,38	QUELL	C300	5
D	1820	7,38	QUELL	C300	0

Tabla 19 Candidato de filtros en la provincia de Gerona

Girona	Litros de agua	DC	FILTRO	MEDIDA	CANTIDAD
A	8580	6,71	QUELL	C500	8
B	6890	6,71	QUELL	C300	16
C	4030	6,71	QUELL	C150	15
D	1820	6,71	QUELL	C150	5

La inversión en filtros que previene las nuevas altas es la siguiente:

Tabla 20 Coste de las nuevas altas.

FILTRO	MEDIDA	CANTIDAD DE FILTROS	COSTE €
QUELL	C500	29	2.095,25 €
QUELL	C300	21	967,05 €
QUELL	C150	20	633,8 €
		TOTAL	3.696,1 €

8.3 PREVISIÓN DE AVERIAS

Este cambio en el protocolo de instalación y control de las averías pretende reducir en gran medida los costes actuales de averías en la empresa, pero hay situaciones en las que no podemos tener un control total del agua. En el siguiente apartado se muestran las posibles situaciones que pueden hacer perder el control del agua del cliente y como afecta esto en la reducción de averías.

8.3.1 AVERÍAS DEBIDO A UN INCREMENTO DE CONSUMO PREVISTO

De 2018 a 2019 se produjo un incremento y descenso de consumo de café en algunos clientes, lo que implica una variación en el caudal de agua que circula por la máquina, por lo tanto, un desajuste en la medida del filtro instalado. Esta lista de clientes está reflejada en el ANEXO G: INCREMENTO DE CONSUMO, donde se muestra que un total de 321 clientes aumenta el consumo previsto.

Para poder poner valor a este suceso se ha extraído el valor medio de dureza de carbonatos en la provincia de Gerona (8 dH) para este valor la medida de los filtros Quell son las siguientes:

Dureza de carbonatos	Recomendación del ajuste del by-pass	Litros de capacidad				
		PURITY C50	PURITY C150	PURITY C300	PURITY C500	PURITY C1100
Café, espresso y máquinas de vending						
4	70%	1.900	4.766	7.917	13.458	22.760
5	70%	1.900	4.766	7.917	13.458	22.760
6	70%	1.900	4.766	7.917	13.458	22.760
7	60%	1.821	4.569	7.589	12.902	21.819
8	50%	1.425	3.574	5.938	10.094	17.070

Figura 44 Medida de los filtros Quell. (Fuente: Brita)

Con una dureza de carbonatos de 8 dH, se utiliza el PURITY C150 para una cantidad de agua de hasta 3.574 L, y el PURITY C300 para una cantidad de agua de hasta 5.938 L. El margen entre estos dos tipos de filtro es de 2.364 L, por lo tanto, si los clientes sufren un aumento en su consumo superior a 95 kg de café se debería cambiar el filtro. Esto es debido a que el valor medio de litros de agua entre los dos filtros es de 1.182L, para esta cantidad de agua, se obtienen 11820 bebida de cafés y si una bebida de café obtiene 8 g de café:

$$1.182 \text{ l de agua} \times \frac{1 \text{ café}}{0.1 \text{ L de agua}} \times \frac{0.008 \text{ kg}}{1 \text{ cafe}} = 95 \text{ kg de café}$$

Por lo tanto, hay 46 clientes que han sufrido un aumento en su consumo de más de 95 Kg de café, esto representa que el **8.4 %** de los clientes tendran averías en 2020-2021.

8.3.2 AVERÍAS DERIVADAS DE LA MALA GESTIÓN DE UN DESCALSIFICADOR GENERAL.

En el caso de nuevas altas, no tenemos ningún parámetro que nos ayude a preveer qué cliente nuevo tendrá o no descalsificador, el problema que tienen este tipo de aguas se comenta en el apartado 5.3.

De los casos analizados, se han encontrado 25 clientes que tienen descalsificador.

Durante 2019, se realizó un análisis a 10 clientes que utilizaban descalsificador general en sus establecimientos. A estos 10 clientes se les instaló un filtro Quell con un by-pass de 50%. Uno de estos clientes ha tenido averías debido a la cal, por lo tanto, se considera que un **1%** de los clientes que tienen descalsificador pueden tener problemas. Esto se traduce a que un **0.5%** de los clientes, tendrán problemas en las máquinas debido al agua.

8.3.3 AVERÍAS DEBIDO A LA MALA GESTIÓN DE CAMBIO DE FILTRO.

Como bien se ha dicho anteriormente, muchos de los clientes no están bien informatizados y en 2018 hay un porcentaje elevado de clientes que no se controlan, concretamente de 550 clientes que deberían estar controlados, había 196 clientes a los que no se les realizó el cambio de filtro anual. Por este motivo se han organizado reuniones con Lourdes, responsable de gestionar los equipos y los preventivos, para solucionar este problema y llegar a controlar los preventivos de todos los clientes en 2020-2021. Esta lista se ha visto reducida prácticamente a 0, pero siempre hay que prever algún tipo de error informático.

Otro aspecto a tener en cuenta en este apartado es el error humano, es decir, un técnico realiza una mala instalación del filtro debido a una equivocación, por el porcentaje de by-pass. En esta empresa la formación al trabajador es muy importante, por lo que una equivocación es muy poco probable. Es una situación que no suele pasar a menudo, pero debe contabilizarse con un **1%**.

Viabilidad del proyecto dentro de la empresa.

Una vez analizados estos puntos, obtenemos el porcentaje de averías previsto, sumando el porcentaje de clientes que podrían tener averías debido al descalcificador general más las averías producidas por un incremento en el consumo. El porcentaje de averías previsto es de 10 %. A este porcentaje se le añade un 2% más por otros casos que son incontrolables, como, por ejemplo, cuando las máquinas quedan paradas un largo período de tiempo, durante el confinamiento, se han obturado de cal máquinas debido quedarse tanto tiempo el agua estancada en su interior. Por lo tanto, se prevé que un total de **66 clientes sufrirá averías**.

8.4 BALANCE ECONOMICO DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se muestra el balance económico del proyecto:

Tabla 21 Viabilidad del proyecto

	2018	2020/2021
Inversión 2018 (€)	23.590	26.125,15
Averías (€)	33.721	10.448,69
Inversión total (€)	57.311	37.675,15
Balance total del proyecto (€)	23.272,08	

El coste de las averías en 2020/ 2021 se ha extraído del ANEXO J: REDUCCIÓN DE AVERÍAS donde se ha calculado el porcentaje de clientes que ha tenido incidencia por cada tipo de avería según las averías producidas en 2018. **Tabla 21** Viabilidad del proyecto

Para hacer el cálculo del balance no se ha tenido en cuenta los costes de los cartuchos, se considera que la cantidad de clientes que pagan los filtros en 2018 también los pagarán en 2021 y, por lo tanto, la facturación de cartuchos no se ha reflejado en el balance total. (ver ANEXO H: CLIENTES QUE PAGAN LOS FILTROS EN 2020/2021).

Viabilidad del proyecto dentro de la empresa.

En el balance económico del proyecto, se compara el coste de compra del cartucho y averías del 2018 con el coste previsto en 2020/2021, esto tiene un valor de 23.272 € de ahorro en averías.

9 CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del Trabajo de Final de Grado se detallan a continuación:

1. En la evaluación de los filtros se ha demostrado que los tipos de filtro más eficaces son:

- Filtros dotados con **resina catiónica fuerte**: el proveedor con mejor rendimiento es de la casa W&M, y se denomina **BEST PROTECT**.

La medida de filtro escogida en este caso es:

- Tallas: XL.
- Filtros dotados con **resina catiónica débil**: el proveedor con mejor rendimiento es de la casa Brita, y se denomina **PURITY QUELL**.

Las diferentes medidas de filtro escogidas en este caso son:

- Talla: C150, C300 y C500.

A la empresa le interesa trabajar con los dos proveedores.

Con esta evaluación se ha demostrado que los dos métodos de análisis de agua dan un coeficiente de correlación aceptable por lo que, es fiable utilizar las Test-Kits de dureza que proporcionan los proveedores.

2. A partir de los análisis de aguas, se ha determinado qué tipo de filtro instalar según la composición del agua en las distintas zonas de incidencia de la empresa:

- Aquellas aguas que tengan una dureza total más del doble de la dureza que la alcalinidad, deberán utilizar filtros con resina catiónica fuerte (filtro BEST PROTECT). El alto contenido de dureza permanente, en las

Conclusiones

condiciones extremas que asume la máquina de café a largo plazo, son perjudiciales para la máquina.

- En provincias como **Banyoles**, donde hay un gran contenido de dureza permanente, no se debe utilizar filtros de resina catiónica débil (filtro PURITY QUELL), debido a que acidifican demasiado el agua y se convierte en un problema de corrosión a largo plazo. Se ha de utilizar filtro de resina catiónica fuerte para eliminar la totalidad de la dureza (filtro BEST PROTECT).
 - En localidades como **Gerona, Figueres, Torelló** donde la dureza total es dura y va de 150 ppm de CaCO_3 a 300 ppm CaCO_3 , el mejor sistema de filtración (para cumplir con los parámetros que proporcionan una buena calidad de taza) es el filtro de resina catiónica débil (filtro PURITY QUELL). Este filtro nos permite filtrar la cantidad deseada de agua y así no eliminamos del todo la dureza total. No obstante, se ha de vigilar debido a que este tipo de filtro acidifica el agua y podría llegar a ser perjudicial para la máquina.
3. Se ha generado un protocolo de instalación y seguimiento de los filtros con la finalidad de controlarlos y asegurar un buen funcionamiento:
- El nuevo protocolo descrito tiene como intención guiar a la empresa con el fin de llegar a un control total de las aguas y filtros de los clientes, y generar con este, un historial de datos de la composición del agua por provincias (mapa de aguas).
 - Con él se pretende conseguir una reducción en averías, pasamos de 33.721€ invertidos en 2018 a 9.800 € que se prevé gastar en 2020/2021.

Conclusiones

- Gracias al protocolo de seguimiento en el tratamiento de aguas se espera poder disminuir drásticamente la inversión en averías, en un total de 22.170 €.
- Se ha de tener en cuenta que, muchos de los clientes actuales, tiene instalado el cabezal del proveedor W&M, por lo que, cambiar de proveedor implica cambiar el cabezal de los clientes que ya lo tienen instalado. Como es un proceso de cambio muy largo, debido a que hay muchos clientes con estos cabezales, el proceso se hará poco a poco.

Aun con la incapacidad que tiene la empresa por falta de tiempo y personal en controlar la totalidad de los filtros, se ha descrito y estudiado la manera más adecuada a la empresa.

4. El proyecto es muy viable, previene un balance económico muy positivo, con una diferencia de 23.272,08 € respecto 2018, una reducción del 69% en averías.
5. Se ha conseguido realizar con éxito los objetivos establecidos.

10 PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

10.1 PRESUPUESTO

A continuación, se expresa un resumen del presupuesto para la realización el proyecto.

Para poder llevar a cabo el presupuesto se han contabilizado tres costes:

- Mano de obra.
- Costes indirectos.
- Compra de materiales y reactivos del laboratorio.

10.1.1 MANO DE OBRA

En la siguiente tabla se muestran los costes de mano de obra derivados del proyecto. Se incluyen las horas realizadas por cada persona que ha intervenido en el proyecto y el coste total de la mano de obra.

Tabla 22 Costes por mano de obra.

	Horas	Coste (€/h)	Coste (€)
Realizador del trabajo	720	4	2.880
Director de proyecto	150	30	4500
		TOTAL	5.610

10.1.2 COSTES INDIRECTOS

Los costes indirectos generados por el trabajo se consideran de un 5% del coste de la mano de obra. Por lo tanto, el coste indirecto es de 369 €.

Presupuesto y planificación

10.1.3 COMPRA DE MATERIALES DE LABORATORIO

Para poder realizar los análisis se ha comprado material de laboratorio y reactivos.

Tabla 23 Coste de material y reactivos.

Material y reactivos	Coste (€)
Matraz Erlenmeyer de 250 mL	8.23
Matraz aforado 100 mL	9.26
Bureta	24
Soporte	12.95
Soporte simple para bureta	5.26
Pipeta aforada de 1 mL	13.32
Aspirador para pipeta	5.06
Hidróxido de sodio NaOH 0,1 M	7.11
Trietanolamina	16.07
Ácido clorhídrico (0,1N)	10.03
EDTA-Na ₂ (0,01M)	10.58
Indicador de Naranja de metilo	13.62
Etanol	25.11
Total	160.13

10.1.4 COSTE TOTAL DEL PROYECTO

La siguiente tabla muestra el coste total del proyecto, sin tener en cuenta el IVA.

Tabla 24 Coste total del proyecto

	Coste (€)
Mano de obra	5.610
Coste indirecto	369
Coste de compra de materiales y reactivos	160,13
Total	6.136.13

10.2 PLANIFICACIÓN

En la siguiente **Figura 45** se muestra el diagrama de Gantt hecho con Microsoft Project donde se muestra la planificación de las diferentes tareas elaboradas durante el proyecto.

Presupuesto y planificación

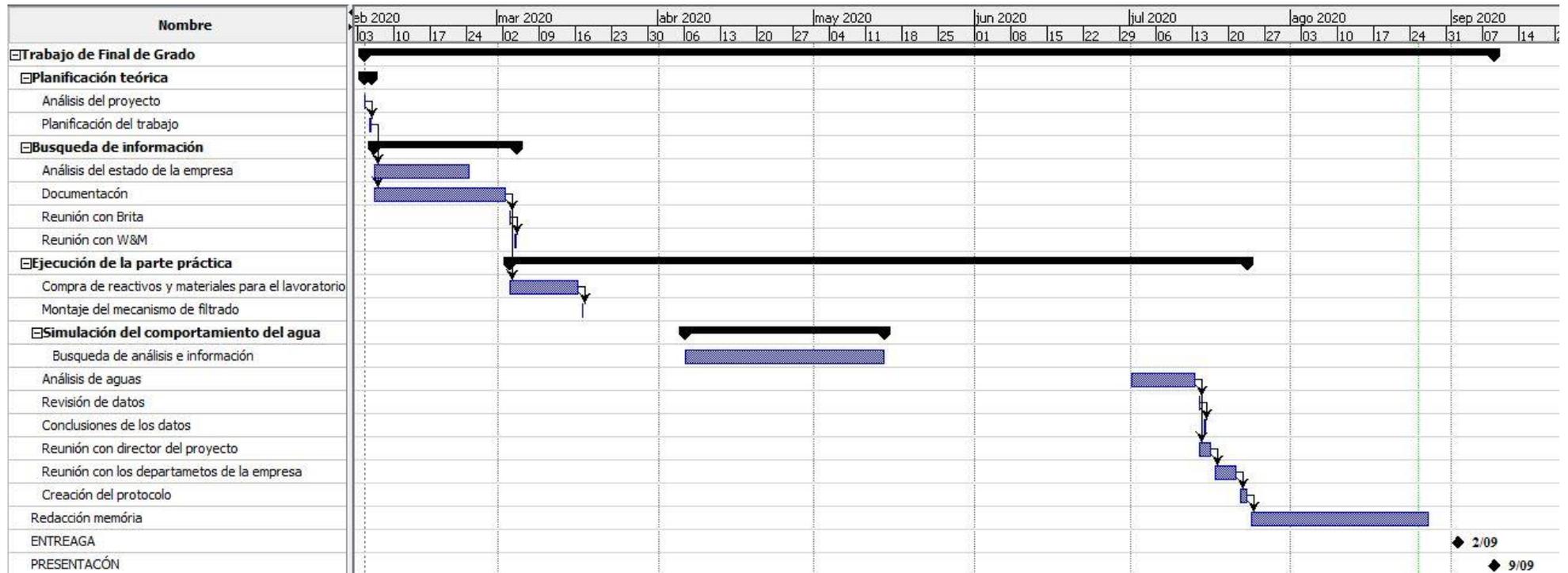


Figura 45 Diagrama de Gantt

11 BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. Bersten, *Coffee floats, tea sinks*. I. Bersten, 1992.
- [2] M. Pendergrast, *Uncommon grounds: The history of coffee and how it transformed our world*. Basic Books, 2010.
- [3] “The Certified Italian Espresso and Cappuccino.”
- [4] M. Wellinger, S. Smrke, and C. Yeretizian, *The SCA water quality handbook*. Speciality Coffee Association, 2018.
- [5] Á. C. Azcona, M. G. Fernández, and A. de Nutrición, “FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA EN RELACIÓN CON SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.”
- [6] J. A. Barreto Tejada, *Potabilización del agua: Principios de diseño, control de procesos y laboratorio*. Universidad Piloto de Colombia, 2015.
- [7] R. F. Mariscal, J. M. O. Martínez, and A. G. Montero, “Análisis de contenido de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de Química en Andalucía,” *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulg. las Ciencias*, vol. 12, no. 3, pp. 456–474, 2015.
- [8] Á. C. AZCONA and M. G. FERNÁNDEZ, “CAPÍTULO 3 Propiedades y funciones biológicas del agua.”
- [9] R. Brenes-Esquivel and L. F. Rojas-Solano, “El agua: sus propiedades y su importancia biológica,” *Acta Académica*, no. 37, pp. 167–197, 2005.
- [10] J. C. Gispert, *Estructura atómica y enlace químico*. Reverté, 1996.
- [11] M. Wellinger, S. Samo, and Y. Chahan, “The SCAE Water Chart Measure Aim Treat,” *Spec. Coffee Assoc. Eur. Zurich Univ. Appl. Sci.*, 2015.
- [12] D. M. Alvarado, *Agua*. EUNED, 2009.

Bibliografía

- [13] T. R. Dickson, *Introducción a la química*, no. QD 31.2. D5218 1982. 1982.
- [14] C. A. Z. Zaror, *Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos*. Editorial Universidad de Concepción, 2002.
- [15] C. Gomella and H. Guerrée, *Tratamiento de aguas para abastecimiento público*. Reverte, 1977.
- [16] "Water structure and science." [Online]. Available: http://www1.lsbu.ac.uk/php-cgiwrap/water/pfp.php3?page=http://www1.lsbu.ac.uk/water/water_descaling.html. [Accessed: 25-Jun-2020].
- [17] M. G. I. N. G. D. S. VACA, C. R. EDERSON, C. R. GUISELA, H. E. LILIBETH, M. A. NADIA, and M. S. SULLY, "TEMA: DUREZA DE AGUA."
- [18] "Alcalinidad Del Agua - Libro Gratis." [Online]. Available: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/alcalinidad-agua.html>. [Accessed: 26-Jun-2020].
- [19] "Química de las aguas naturales ."
- [20] C. Técnica Alemana, "Análisis de Agua Parte 2: Alcalinidad SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIO DE SANEAMIENTO."
- [21] A. P. H. Association, A. W. W. Association, W. P. C. Federation, and W. E. Federation, *Standard methods for the examination of water and wastewater*, vol. 2. American Public Health Association., 1915.
- [22] "Water - Ionization Constant, pK, of normal and heavy water." [Online]. Available: https://www.engineeringtoolbox.com/ionization-dissociation-autoprotolysis-constant-pKw-water-heavy-deuterium-oxide-d_2004.html. [Accessed: 26-Jun-2020].
- [23] R. N. Reid, *Water Quality Systems: Guide for Facility Managers*. CRC Press, 2003.

Bibliografía

- [24] L. Habbart, *Treatment of cooling water*. Springer Science & Business Media, 2009.
- [25] S. L. Vernon and D. Jenkins, "Química del Agua.," 2002.
- [26] E. Hidr, "Control de la máquina de café espresso," pp. 36–39.
- [27] "CAPÍTULO 3 INTERCAMBIO IÓNICO."
- [28] C. Sánchez, "Intercambio iónico (FT-TER-006)," p. 30, 2015.
- [29] Author, "OPTIMIZATION OF ACTIVATED CARBON PRODUCTION FROM BAMBOO."
- [30] "¿Qué es el carbón activado? - Carbotecnia." [Online]. Available: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-carbon-activado/>. [Accessed: 30-Jun-2020].
- [31] P. R. D. Vega and J. Gracia-Fadrique, "Van der Waals, más que una ecuación cúbica de estado," *Educ. química*, vol. 26, no. 3, pp. 187–194, 2015.
- [32] "Agua para cafetería y panadería | BRITA®." [Online]. Available: <https://www.brita.es/cafeteria-panaderia>. [Accessed: 06-Jul-2020].
- [33] "Filtros de agua para bebidas calientes - BWT Best Water Technology ." [Online]. Available: <https://www.bwt-wam.com/es/aplicaciones/bebidas-calientes/Paginas/filtros-de-agua-para-bebidas-calientes.aspx>. [Accessed: 06-Jul-2020].
- [34] "Titulaciones Ácido Base » TP - Laboratorio Químico." [Online]. Available: <https://www.tplaboratorioquimico.com/quimica-general/acidos-y-bases/titulaciones-acido-base.html>. [Accessed: 13-Jul-2020].
- [35] C. H. Rodríguez, "Dureza total en agua con EDTA por volumetría," *Subdirección Hidrol. Lab. Calid. Ambient. Inst. Hidrol. Meteorol. y Estud. Ambient.*, 2007.
- [36] " _ Pràctiques Anàlisi Química." .

Bibliografía

- [37] “langelier saturation index.” [Online]. Available: <https://www.lenntech.es/calculadoras/langelier/langelier.htm>. [Accessed: 26-Aug-2020].

12 ANEXOS

12.1 ANEXO A: AVERIAS 2018

En este anexo se muestra el coste de averías en máquinas en el año 2018. La información se ha extraído el sistema operativo de la empresa.

Tabla 25 Resumen del total de averies en 2018

Causa de la Avería	Nº Clientes	Coste
Obturación por cal	134	23.050,55 €
Pérdida de agua per algún componente	134	19.075,40 €
Regulación máquina	74	17.868,89 €
Defecto componente eléctrico	85	14.278,23 €
Defecto componentes mecánicos	61	12.409,16 €
Defecto motor bomba	52	6.263,28 €
Defecto termostato	31	4.092,02 €
Sustituciones consumibles	27	3.150,29 €
VARIS	5	729,54 €
Limpieza caldera	2	193,00 €
Defecto presostato	2	90,00 €
Total, general	607	101.200,83 €

Tabla 26 Averías según el tipo de cliente en 2018.

TIPO DE CLIENTE	Espresso		Coffee service	
	Nº Clientes	Coste	Nº Clientes	Coste
Obturación por cal	124	21.403 €	13	1.647 €
Pérdida de agua per algún componente	124	17.320 €	10	1.755€
Regulación máquina	69	10.234€	19	4.044€
Defecto motor bomba	45	5.075€	9	1.189€
Regulación máquina	35	4.931€	45	12.938 €
Defecto termostato	27	3.722€	4	370 €
Defecto componentes mecánicos	23	3.001€	41	9.243€
Sustituciones consumibles	16	1.407€	11	1.742 €
VARIS	4	650€	1	80€
Limpieza caldera	2	193€	-	-
Defecto presostato	2	90€	-	-
Total, general	471	68.028€	153	33.007,31 €

12.2 ANEXO B: SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL AGUA

A continuación, se expresan todas las tablas con las que se simuló filtrar el agua con dos tipos de filtrado. El filtrado uno, referente a un filtro de resina catiónica débilmente ácida, y el segundo filtrado con resina catiónica fuertemente ácida.

Tabla 27 Resultados de la simulación del comportamiento del agua con dos tipos de filtro.

Año	Localización	Estado	INFORMACIÓ OFICIAL ³										Cálculos ISL a TEMPERATURA ESTÁNDAR						
			Ph (-)	DT (ppm CaCO ₃)	Ca ²⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm CaCO ₃)	T.A.C (ppm CaCO ₃)	Conductividad (µS/cm)	TDS (mg/l)	Temp del agua (°C)	Temp estándar (°C)	LSI (REAL)	ISL (calculado formula teórica) ⁴	Calculadora internet LSI	A (-)	B (-)	C (-)	D (-)	PHs (-)
2019	BAYOLES	Inicial ⁵	7,5	799,0	265,0	662,5	168	1214,0	1094,0	18,1	20,0	0,6	0,66	0,38	0,20	1,99	2,42	2,23	6,84
		Filtrado 1 ⁶	7,5	799,0	30,5	76,3	168	1214,0	1094,0	18,1	20,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-
		Filtrado 2 ⁷	7,2		231,4	578,6	84,0	1214,0	958,0	18,1	20,0		-	-	-	-	-	-	-
2018	OLOT	Inicial	7,6	316,0	98,0	245,0	247,0	563,0	301,3	15,0	20,0	0,4	0,55	0,37	0,15	1,99	1,99	2,39	7,05
		Filtrado 1	7,6	316,0	11,3	28,2	247,0	563,0	301,3	15,0	20,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-
2020	OLOT	Inicial	7,5	309,0	95,0	237,5	266,0	574,0	324,5	15,3	20,0	0,4	0,46	0,28	0,15	1,99	1,98	2,42	7,04
		Filtrado 1	7,5	309,0	13,5	33,75	266,0	574,0	324,5	15,3	20,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-
2019	GIRONA	Inicial	7,8	-	60,3	150,8	134,4	446,0	286,0	25,0	20,0	0,3	0,27	0,10	0,15	1,99	1,78	2,13	7,53
		Filtrado 2	7,8	-	13,0	32,5	134,4	446,0	286,0	25,0	20,0	0,3	-	-	-	-	-	-	-
2020	GIRONA	Inicial	7,5	139,0	42,9	107,25	95,7	315,0	116,8	11,7	20,0	-	-0,28	-0,43	0,11	1,99	1,63	1,98	7,78

³ Registros de datos oficiales de los municipios.

⁴ Cálculo del Índice de Langelier mediante las fórmulas descritas en el apartado Índice de Langelier (LSI).

⁵ Estado inicial del agua sin ningún tipo de tratamiento.

⁶ Filtrado con resina catiónica débilmente ácida.

⁷ Filtrado con resina catiónica fuertemente ácida.

Anexos

Año	Localización	Estado	Ph (-)	DT (ppm CaCO3)	Ca ²⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm CaCO3)	T.A.C (ppm CaCO3)	Conductividad (µS/cm)	TDS (mg/l)	Temp del agua (°C)	Temp estándar (°C)	LSI (REAL)	ISL (calculado formula teórica) ⁸	Calculadora internet LSI	A (-)	B (-)	C (-)	D (-)	PHS (-)
		Filtrado 1	7,5	139	31,5	114,9	95,7	315,0	116,8	11,7	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	FIGUERES	Inicial	7,7	192	50,9	127,3	135,0	390,0	164,7	13,8	20,0	-0,04	0,17	0,02	0,12	1,99	1,70	2,13	7,57
		Filtrado 1	7,7	192	13,5	33,75	135,0	390,0	164,7	13,8	20	-0,04	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 28 Continuació de la Tabela 20, Calculo del Índica de Langelier a una temperatura de 79°C

CALCULOS ISL A 79 °C																
año	Localización	Estado	LSI (calculado Formula teórica)	LSI Calculadora internet (-)	Temp (°C)	Pkw (-)	kw	pH AGUA PURA (-)	pH AGUA GRIFO (-)	A (-)	B (-)	C (-)	D (-)	PHS (-)		
2019	BAYOLES	Inicial	1,71	1,4	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,67	0,20	0,94	2,42	2,23	5,79		
		Filtrado 1	0,77	0,5	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,67	0,20	0,94	1,48	2,23	6,73		
		Filtrado 2	1,05	0,81	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,47	0,20	0,94	2,36	1,92	6,15		
2018	OLOT	Inicial	1,60	1,4	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,77	0,15	0,94	1,99	2,39	6,00		
		Filtrado 1	0,66	0,5	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,77	0,15	0,94	1,05	2,39	6,94		
2020	OLOT	Inicial	1,51	1,3	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,67	0,15	0,94	1,98	2,42	5,99		
		Filtrado 1	0,67	0,5	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,67	0,15	0,94	1,13	2,42	6,83		
2019	GIRONA	Inicial	1,33	1,2	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,97	0,15	0,94	1,78	2,13	6,47		
		Filtrado 2	0,66	0,5	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,97	0,15	0,94	1,11	2,13	7,14		

⁸ Cálculo del Índice de Langelier mediante las fórmulas descritas en el apartado Índice de Langelier (LSI).

Anexos

año	Localización	Estado	LSI (calculado Formula teórica)	LSI Calculadora internet (-)	Temp (°C)	Pkw (-)	kw	pH AGUA PURA (-)	pH AGUA GRIFO (-)	A (-)	B (-)	C (-)	D (-)	PHS (-)
2020	GIRONA	Inicial	0,77	0,64	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,67	0,11	0,94	1,63	1,98	6,73
		Filtrado 1	0,63	0,5	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,67	0,11	0,94	1,50	1,98	6,87
2010	FIGUERES	Inicial	1,22	1,1	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,91	0,12	0,94	1,70	2,13	6,52
		Filtrado 1	0,64	0,5	79	12,332	4,66E-13	6,17	6,91	0,12	0,94	1,13	2,13	7,10

12.3 ANEXO C: RESULTADOS EVALUACIÓN FILTROS

Tabla 29 Análisis de las diferentes aguas tratadas.

Fecha	Muestra	Descripción	Análisis laboratorio						Análisis Test-Kit				Temp. (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
			T.A.C			DT			DT		AL				
			Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm			
14/07/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 mL)	3,4	170,1	10	16,0	160,1	9	11,0	195,8	7,0	124,6	24,6	7,6	694,0
14/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,1	155,1	9	16,4	164,1	9	11,0	195,8	8,0	142,4	24,6	7,6	693,0
14/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,0	150,1	8	16,0	160,1	9	11,0	195,8	7,0	124,6	24,6	7,6	694,0
14/07/2020	1⁹	Grifo Palafolls	3,2	158,5	9	16,1	161,5	9	11,0	195,8	7,3	130,5	24,6	7,6	694,0
14/07/2020	Filtrado 1 de 900 mL con CQUELL 50%	Alícuota 1 (100 mL)	2,7	135,1	8	11,3	113,1	6	6,0	106,8	5,0	89,0	25,3	6,8	563,0
14/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,0	150,1	8	11,6	116,1	7	6,0	106,8	5,0	89,0	25,3	6,8	563,0
14/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,6	130,1	7	11,5	115,1	6	6,0	106,8	5,0	89,0	25,3	6,8	565,0
14/07/2020	1,1	Filtrado con CQUELL 50%	2,8	138,5	8	11,5	114,8	6	6,0	106,8	5,0	89,0	25,1	6,8	568,0
14/07/2020	Filtrado 2 de 900 mL con CQUELL 50%	Alícuota 1 (100 mL)	2,7	135,1	8	11,0	110,1	6	6,0	106,8	5,0	89,0	24,8	6,6	579,0
14/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,4	120,1	7	11,2	112,1	6	6,0	106,8	5,0	89,0	24,8	6,6	579,0
14/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,4	120,1	7	11,1	111,1	6	6,0	106,8	5,0	89,0	24,8	6,6	579,0
14/07/2020	1,2	Filtrado con CQUELL 50%	2,5	125,1	7	11,1	111,1	6	6,0	106,8	5,0	89,0	24,8	6,6	579,0
15/07/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 mL)	2,9	145,1	8	15,7	157,1	9	10,0	178,0	7,0	124,6	24,5	7,7	688,0
15/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,9	145,1	8	15,9	159,1	9	10,0	178,0	7,0	124,6	24,5	7,7	688,0
15/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,9	145,1	8	16,0	160,1	9	10,0	178,0	7,0	124,6	24,5	7,6	688,0

⁹ Promedio de las alícuotas.

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
15/07/2020	2	Grifo Palafolls	2,9	145,1	8	15,9	158,8	9	10,0	178,0	7,0	124,6	24,5	7,7	688,0
15/07/2020	Filtrado1 de 900 mL con CQUELL 50%	Alícuota 1 (100 mL)	2,2	110,1	6	10,9	109,1	6	7,0	124,6	5,0	89,0	23,3	7,0	605,0
15/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,2	110,1	6	11,0	110,1	6	7,0	124,6	5,0	89,0	23,3	7,0	605,0
15/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,2	110,1	6	11,0	110,1	6	7,0	124,6	5,0	89,0	23,3	7,0	605,0
15/07/2020	2,1	Filtrado con CQUELL 50%	2,2	110,1	6	11,0	109,8	6	7,0	124,6	5,0	89,0	23,3	7,0	605,0
15/07/2020	Filtrado 2 de 900 mL con CQUELL 50%	Alícuota 1 (100 mL)	2,0	100,1	6	11,1	111,1	6	6,0	106,8	4,0	71,2	24,2	6,9	616,0
15/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,0	100,1	6	11,0	110,1	6	7,0	124,6	5,0	89,0	24,2	6,9	616,0
15/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,0	100,1	6	11,0	110,1	6	7,0	124,6	5,0	89,0	24,2	6,8	616,0
15/07/2020	2,2	Filtrado con CQUELL 50%	2,0	100,1	6	11,0	110,4	6	6,7	118,7	4,7	83,1	24,2	6,8	616,0
21/07/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 mL)	2,9	145,1	8	15,9	159,1	9	9,0	160,2	6,0	106,8	24,6	7,6	687,0
21/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,9	145,1	8	15,9	159,1	9	9,0	160,2	6,0	106,8	24,6	7,6	687,0
21/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,9	145,1	8	15,9	159,1	9	9,0	160,2	6,0	106,8	24,6	7,6	687,0
21/07/2020	3	Grifo Palafolls	2,9	145,1	8	15,9	159,1	9	9,0	160,2	6,0	106,8	24,6	7,6	687,0
21/07/2020	Filtrado1 de 900 mL con BEST MAX (el 25% del agua no se filtra)	Alícuota 1 (100 mL)	1,0	50,0	3	2,3	23,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	24,8	6,1	538,0
21/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,1	55,0	3	2,5	25,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	24,8	6,1	538,0
21/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,0	50,0	3	2,4	24,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	24,8	6,1	538,0
21/07/2020	3,1	Filtrado con BEST MAX 25%	1,0	51,7	3	2,4	24,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	24,8	6,1	538,0
21/07/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST MAX (El 25% del agua no se filtra)	Alícuota 1 (100 mL)	1,0	50,0	3	2,7	27,0	2	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	6,6	538,0
21/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	0,9	45,0	3	2,2	22,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	6,6	538,0
21/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,0	50,0	3	2,3	23,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	6,6	538,0
21/07/2020	3,2	Filtrado con BEST MAX 25%	1,0	48,4	3	2,4	24,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	6,6	538,0

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
22/07/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 mL)	3,1	155,1	9	16,0	160,1	9	9,0	160,2	5,0	89,0	25,7	7,5	654,0
22/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,8	140,1	8	16,0	160,1	9	9,0	160,2	5,0	89,0	25,7	7,5	654,0
22/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,8	140,1	8	16,0	160,1	9	9,0	160,2	5,0	89,0	25,7	7,5	654,0
22/07/2020	4	Aixeta Palafolls	2,9	145,1	8	16,0	160,1	9	9,0	160,2	5,0	89,0	25,7	7,5	654,0
22/07/2020	Filtrado 1 de 900 mL con BEST MAX (el 25% del agua no se filtra)	Alícuota 1 (100 mL)	1,3	65,1	4	2,6	26,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	5,9	531,0
22/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,0	50,0	3	2,4	24,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	5,9	531,0
22/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,2	60,1	3	2,5	25,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	5,9	531,0
22/07/2020	4,1	Filtrado con BEST MAX 25%	1,2	58,4	3	2,5	25,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	5,9	531,0
22/07/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST MAX (el 25% del agua no se filtra)	Alícuota 1 (100 mL)	0,9	45,0	3	2,7	27,0	2	1,0	17,8	1,0	17,8	25,2	6,0	512,0
22/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,1	55,0	3	3,0	30,0	2	1,0	17,8	1,0	17,8	25,2	6,0	512,0
22/07/2020		Alícuota 3 ((100 mL)	1,0	50,0	3	2,9	29,0	2	1,0	17,8	1,0	17,8	25,2	6,0	512,0
22/07/2020	4,2	Filtrado con QUELL 25%	1,0	50,0	3	2,9	28,7	2	1,0	17,8	1,0	17,8	25,2	6,0	512,0
22/07/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 mL)	3,1	155,1	9	16,0	160,1	9	9,0	160,2	5,0	89,0	25,7	7,5	654,0
22/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,8	140,1	8	16,0	160,1	9	9,0	160,2	5,0	89,0	25,7	7,5	654,0
22/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,8	140,1	8	16,0	160,1	9	9,0	160,2	5,0	89,0	25,7	7,5	654,0
22/07/2020	4	Aixeta Palafolls	2,9	145,1	8	16,0	160,1	9	9,0	160,2	5,0	89,0	25,7	7,5	654,0
22/07/2020	Filtrado 1 de 900 mL con BEST MAX (el 25% del agua no se filtra)	Alícuota 1 (100 mL)	1,3	65,1	4	2,6	26,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	5,9	531,0
22/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,0	50,0	3	2,4	24,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	5,9	531,0
22/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,2	60,1	3	2,5	25,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	5,9	531,0
22/07/2020	4,1	Filtrado con BEST MAX 25%	1,2	58,4	3	2,5	25,0	1	1,0	17,8	2,0	35,6	25,1	5,9	531,0

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
22/07/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST MAX (el 25% del agua no se filtra)	Alícuota 1 (100 mL)	0,9	45,0	3	2,7	27,0	2	1,0	17,8	1,0	17,8	25,2	6,0	512,0
22/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,1	55,0	3	3,0	30,0	2	1,0	17,8	1,0	17,8	25,2	6,0	512,0
22/07/2020		Alícuota 3 ((100 mL)	1,0	50,0	3	2,9	29,0	2	1,0	17,8	1,0	17,8	25,2	6,0	512,0
22/07/2020	4,2	Filtrado con CQUELL 25%	1,0	50,0	3	2,9	28,7	2	1,0	17,8	1,0	17,8	25,2	6,0	512,0
29/07/2020	12 L de agua de Palafoills	Alícuota 1 (100 mL)	2,7	135,1	8	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	24,9	7,8	650,0
29/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,8	140,1	8	14,2	142,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	24,9	7,8	650,0
29/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,5	125,1	7	14,2	142,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	24,9	7,8	650,0
29/07/2020	5	Grifo Palafoills	2,7	133,4	7	14,3	143,1	8	8,0	142,4	5,3	94,9	24,9	7,8	650,0
29/07/2020	Filtrado 1 de 900 mL con FINEST 100%	Alícuota 1 (100 mL)	3,0	150,1	8	0,2	2,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,1	671,0
29/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,1	155,1	9	0,3	3,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,1	671,0
29/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,8	140,1	8	0,4	4,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,1	671,0
29/07/2020	5,1	Filtrado con FINEST 100%	3,0	148,5	8	0,3	3,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,1	671,0
29/07/2020	Filtrado 2 de 900 mL con FINEST 100%	Alícuota 1 (100 mL)	3,5	175,2	10	1,1	11,0	1	0,0	0,0	6,0	106,8	24,6	8,5	685,0
29/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,1	155,1	9	0,6	6,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	24,6	8,5	685,0
29/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,2	160,1	9	0,8	8,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	24,6	8,5	685,0
29/07/2020	5,2	Filtrado con FINEST 100%	3,3	163,5	9	0,8	8,3	0	0,0	0,0	6,0	106,8	24,6	8,5	685,0
29/07/2020	12 L de agua de Palafoills	Alícuota 1 (100 mL)	2,7	135,1	8	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	24,9	7,8	650,0
29/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,8	140,1	8	14,2	142,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	24,9	7,8	650,0
29/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,5	125,1	7	14,2	142,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	24,9	7,8	650,0

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
29/07/2020	5	Grifo Palafo-lls	2,7	133,4	7	14,3	143,1	8	8,0	142,4	5,3	94,9	24,9	7,8	650,0
29/07/2020	Filtrado 1 de 900 mL con FINEST 100%	Alícuota 1 (100 mL)	3,0	150,1	8	0,2	2,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,1	671,0
29/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,1	155,1	9	0,3	3,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,1	671,0
29/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,8	140,1	8	0,4	4,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,1	671,0
29/07/2020	5,1	Filtrado con FINEST 100%	3,0	148,5	8	0,3	3,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,1	671,0
29/07/2020	Filtrado 2 de 900 mL con FINEST 100%	Alícuota 1 (100 mL)	3,5	175,2	10	1,1	11,0	1	0,0	0,0	6,0	106,8	24,6	8,5	685,0
29/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,1	155,1	9	0,6	6,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	24,6	8,5	685,0
29/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,2	160,1	9	0,8	8,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	24,6	8,5	685,0
29/07/2020	5,2	Filtrado con FINEST 100%	3,3	163,5	9	0,8	8,3	0	0,0	0,0	6,0	106,8	24,6	8,5	685,0
30/07/2020	12 L de agua de Palafo-lls	Alícuota 1 (100 mL)	2,5	125,1	7	13,9	139,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	25,0	7,7	647,0
30/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,4	120,1	7	14,1	141,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	25,0	7,7	647,0
30/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,6	130,1	7	14,0	140,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	25,0	7,7	647,0
30/07/2020	6	Aixeta Palafo-lls	2,5	125,1	7	14,0	140,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	25,0	7,7	647,0
30/07/2020	Filtrado 1 de 900 mL con FINEST 100%	Alícuota 1 (100 mL)	2,8	140,1	8	0,5	5,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	24,7	8,5	680,0
30/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,6	130,1	7	0,6	6,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	24,7	8,5	680,0
30/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,8	140,1	8	0,7	7,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	24,7	8,5	680,0
30/07/2020	6,1	Filtrado con FINEST 100%	2,7	136,8	8	0,6	6,0	0	0,0	0,0	6,3	112,7	24,7	8,5	680,0
30/07/2020	Filtrado 2 de 900 mL con FINEST 100%	Alícuota 1 (100 mL)	2,8	140,1	8	1,0	10,0	1	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,3	678,0
30/07/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,6	130,1	7	1,1	11,0	1	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,3	678,0
30/07/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,4	120,1	7	0,9	9,0	1	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,3	678,0

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
30/07/2020	6,2	Filtrado con FI-NEST 100%	2,6	130,1	7	1,0	10,0	1	0,0	0,0	5,0	89,0	25,3	8,3	678,0
04/08/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 ml)	2,8	140,1	8	13,9	139,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	23,5	7,7	650,0
04/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,4	120,1	7	14,2	142,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	23,5	7,7	650,0
04/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,5	125,1	7	14,0	140,1	8	8,0	142,4	5,0	89,0	23,5	7,7	650,0
04/08/2020	7	Grifo Palafolls	2,6	128,4	7	14,0	140,5	8	8,0	142,4	5,0	89,0	23,5	7,7	650,0
04/08/2020	Filtrado 1 de 900 mL con BEST PROTECT 100%	Alícuota 1 (100 ml)	2,4	120,1	7	1,2	12,0	1	0,0	0,0	6,0	106,8	25,1	8,3	648,0
04/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,3	115,1	6	1,1	11,0	1	0,0	0,0	6,0	106,8	25,1	8,3	648,0
04/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,5	125,1	7	1,2	12,0	1	0,0	0,0	6,0	106,8	25,1	8,3	648,0
04/08/2020	7,1	Filtrado con BEST PROTECT 100%	2,4	120,1	7	1,2	11,7	1	0,0	0,0	6,0	106,8	25,1	8,3	648,0
04/08/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST PROTECT 100%	Alícuota 1 (100 ml)	2,7	135,1	8	0,6	6,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,2	8,5	650,0
04/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,6	130,1	7	0,3	3,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,2	8,5	650,0
04/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,6	130,1	7	0,3	3,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,2	8,5	650,0
04/08/2020	7,2	Filtrado con BEST PROTECT 100%	2,6	131,8	7	0,4	4,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,2	8,5	650,0
05/08/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 ml)	2,6	130,1	7	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	25,8	7,8	651,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,6	130,1	7	14,8	148,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	25,8	7,8	651,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,6	130,1	7	14,4	144,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	25,8	7,8	651,0
05/08/2020	8	Grifo Palafolls	2,6	130,1	7	14,6	145,8	8	8,0	142,4	6,0	106,8	25,8	7,8	651,0
05/08/2020	Filtrado 1 de 900 mL con BEST PROTECT 100%	Alícuota 1 (100 ml)	2,4	120,1	7	0,2	2,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,4	8,2	654,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,6	130,1	7	0,2	2,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,4	8,2	654,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,7	135,1	8	0,5	5,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,4	8,2	654,0

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
05/08/2020	8,1	Filtrado con BEST PROTECT 100%	2,6	128,4	7	0,3	3,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,4	8,2	654,0
05/08/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST PROTECT 100%	Alícuota 1 (100 ml)	2,7	135,1	8	0,9	9,0	1	0,0	0,0	6,0	106,8	25,6	8,3	663,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,8	140,1	8	0,8	8,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,6	8,3	663,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,6	130,1	7	0,7	7,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,6	8,3	663,0
05/08/2020	8,2	Filtrado con BEST PROTECT 100%	2,7	135,1	8	0,8	8,0	0	0,0	0,0	6,0	106,8	25,6	8,3	663,0
05/08/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 ml)	2,3	115,1	6	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	27,3	7,4	650,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,3	115,1	6	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	27,3	7,4	650,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,3	115,1	6	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	27,3	7,4	650,0
05/08/2020	9	Grifo Palafolls	2,3	115,1	6	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	27,3	7,4	650,0
05/08/2020	Filtrado 1 de 900 mL con BEST MAX 50%	Alícuota 1 (100 ml)	1,1	55,0	3	3,9	39,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	26,1	6,2	524,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,1	55,0	3	4,0	40,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	26,1	6,2	524,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,1	55,0	3	3,9	39,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	26,1	6,2	524,0
05/08/2020	9,1	Filtrado con BEST MAX 50%	1,1	55,0	3	3,9	39,4	2	2,0	35,6	2,0	35,6	26,1	6,2	524,0
05/08/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST MAX 50%	Alícuota 1 (100 ml)	1,1	55,0	3	4,0	40,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,8	6,4	526,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,1	55,0	3	3,9	39,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,8	6,3	526,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,1	55,0	3	3,9	39,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,8	6,4	526,0
05/08/2020	9,2	Filtrado con BEST MAX 50%	1,1	55,0	3	3,9	39,4	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,8	6,4	526,0
05/08/2020	12 L de agua de Palafolls	Alícuota 1 (100 ml)	2,7	135,1	8	14,0	140,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	27,1	7,7	646,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,7	135,1	8	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	27,1	7,7	646,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,8	139,1	8	14,5	145,1	8	8,0	142,4	6,0	106,8	27,1	7,7	646,0

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
05/08/2020	10	Grifo Palafoills	2,7	136,5	8	14,3	143,5	8	8,0	142,4	6,0	106,8	27,1	7,7	646,0
05/08/2020	Filtrado 1 de 900 mL con BEST MAX 50%	Alícuota 1 (100 ml)	1,1	55,0	3	4,0	40,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,5	6,3	523,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,1	55,0	3	3,9	39,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,5	6,2	523,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,1	55,0	3	4,0	40,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,5	6,3	523,0
05/08/2020	10,1	Filtrado con BEST MAX 50%	1,1	55,0	3	4,0	39,7	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,5	6,3	523,0
05/08/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST MAX 50%	Alícuota 1 (100 ml)	1,1	55,0	3	3,5	35,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,3	6,1	520,0
05/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,1	55,0	3	4,0	40,0	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,3	6,1	520,0
05/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,1	55,0	3	4,9	49,0	3	2,0	35,6	2,0	35,6	25,3	6,1	520,0
05/08/2020	10,2	Filtrado con BEST MAX 50%	1,1	55,0	3	4,1	41,4	2	2,0	35,6	2,0	35,6	25,3	6,1	520,0
06/08/2020	12 L de agua de BANYOLES	Alícuota 1 (100 ml)	3,6	180,2	10	74,3	743,6	42	44,0	783,2	8,0	142,4	26,0	7,9	1337,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,6	180,2	10	74,2	742,6	42	43,0	765,4	8,0	142,4	26,0	7,9	1337,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,6	180,2	10	74,3	743,6	8	44,0	783,2	8,0	142,4	26,0	7,9	1337,0
06/08/2020	11	Grifo BANYOLES	3,6	180,2	10	74,3	743,3	42	43,7	777,3	8,0	142,4	26,0	7,9	1337,0
06/08/2020	Filtrado 1 de 900 mL con BEST PROTECT 100%	Alícuota 1 (100 ml)	3,0	150,1	8	0,5	5,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,5	7,9	1488,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,0	150,1	8	0,8	8,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,5	8,0	1496,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,0	150,1	8	0,5	5,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,5	7,9	1587,0
06/08/2020	11,1	Filtrado con BEST PROTECT	3,0	150,1	8	0,6	6,0	0	0,0	0,0	5,0	89,0	25,5	7,9	1523,7
06/08/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST PROTECT 100%	Alícuota 1 (100 ml)	3,4	170,1	10	0,1	1,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	25,1	7,9	1587,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,4	170,1	10	0,2	2,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	5,1	7,9	1587,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,4	170,1	10	0,1	1,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	25,1	7,8	1587,0

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
06/08/2020	11,2	Filtrado con BEST PROTECT	3,4	170,1	10	0,1	1,3	0	0,0	0,0	7,0	124,6	25,1	7,8	1587,0
06/08/2020	Filtrado 1 de 900mL con PUTIRY FINEST (100%)	Alícuota 1 (100 ml)	3,3	165,1	9	0,9	9,0	1	0,0	0,0	7,0	124,6	24,4	8,0	1659,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,3	165,1	9	0,7	7,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	24,4	8,0	1659,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,3	165,1	9	0,8	8,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	24,4	8,0	1659,0
06/08/2020	11,1	Filtrado con PURITY FINEST	3,3	165,1	9	0,8	8,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	24,4	8,0	1659,0
06/08/2020	Filtrado 2 de 900mL con PUTIRY FINEST (100%)	Alícuota 1 (100 ml)	3,5	175,2	10	0,2	2,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	25,2	7,9	1535,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,5	175,2	10	0,5	5,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	25,2	7,9	1535,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,5	175,2	10		0,0	0	0,0	0,0	7,0	124,6	25,2	7,9	1535,0
06/08/2020	11,2	Filtrado con PURITY FINEST	3,5	175,2	10	0,4	3,5	0	0,0	0,0	7,0	124,6	25,5	7,9	1535,0
06/08/2020	12 L de agua de TORRELLÓ	Alícuota 1 (100 ml)	4,8	240,2	13	20,0	200,2	11	12,0	213,6	8,0	142,4	23,3	7,7	502,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	4,9	245,2	14	21,5	215,2	12	12,0	213,6	8,0	142,4	23,3	7,7	502,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	4,7	235,2	13	21,0	210,2	8	12,0	213,6	8,0	142,4	23,3	7,7	502,0
06/08/2020	12	Grifo TURALLO	4,8	240,2	13	20,8	208,5	12	12,0	213,6	8,0	142,4	23,3	7,7	502,0
06/08/2020	Filtrado 1 de 900mL con PUTIRY FINEST (100%)	Alícuota 1 (100 ml)	3,9	195,2	11	1,0	10,0	1	0,0	0,0	8,0	142,4	23,4	8,3	552,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	3,9	195,2	11	0,8	8,0	0	0,0	0,0	8,0	142,4	23,4	8,3	552,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,9	195,2	11	0,5	5,0	0	0,0	0,0	8,0	142,4	23,4	8,3	552,0
06/08/2020	12,1	Filtrado con PURITY FINEST	3,9	195,2	11	0,8	7,7	0	0,0	0,0	8,0	142,4	23,4	8,3	552,0
06/08/2020	Filtrado 2 de 900 mL con BEST PROTECT 100%	Alícuota 1 (100 ml)	3,9	195,2	11	1,5	15,0	1	0,0	0,0	8,0	142,4	24,7	8,1	631,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	4,0	200,2	11	0,6	6,0	0	0,0	0,0	8,0	142,4	24,7	8,1	631,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	3,9	195,2	11	1,0	10,0	1	0,0	0,0	8,0	142,4	24,7	8,1	631,0

Anexos

Fecha	Muestra	Descripción	Volumen de HCl (MI)	ppm	°dH	Volumen de EDTA (mL)	ppm	°dH	°dH	ppm	°dH	ppm	Temp (°C)	pH (-)	Conductividad (µS/cm)
06/08/2020	12,2	Filtrado con BEST PROTECT	3,9	196,8	11	1,0	10,3	1	0,0	0,0	8,0	142,4	24,7	8,1	631,0
06/08/2020	Filtrado 3 de 900 mL con BEST MAX 50%	Alícuota 1 (100 mL)	1,7	85,1	5	6,0	60,1	3	4,0	71,2	3,0	53,4	24,4	6,4	371,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	1,7	85,1	5	6,0	60,1	3	4,0	71,2	3,0	53,4	24,4	6,4	371,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	1,7	85,1	5	6,0	60,1	3	4,0	71,2	3,0	53,4	24,4	6,4	371,0
06/08/2020	12,3	Filtrado con BEST MAX 50%	1,7	85,1	5	6,0	60,1	3	4,0	71,2	3,0	53,4	24,4	6,4	371,0
06/08/2020	Filtrado 4 de 900 mL con QUELL 50%	Alícuota 1 (100 mL)	2,7	135,1	8	15,0	150,1	8	9,0	160,2	5,0	89,0	23,8	6,8	503,0
06/08/2020		Alícuota 2 (100 mL)	2,3	115,1	6	15,0	150,1	8	9,0	160,2	5,0	89,0	23,8	6,8	503,0
06/08/2020		Alícuota 3 (100 mL)	2,5	125,1	7	15,0	150,1	8	9,0	160,2	5,0	89,0	23,8	6,8	503,0
06/08/2020	12,4	Filtrado con QUELL 50%	2,5	125,1	7	15,0	150,1	8	9,0	160,2	5,0	89,0	23,8	6,8	503,0

Anexos

Tabla 30 Cálculo del Índice de Langelier en el agua sin filtrar

Muestra	Localización	Descripción	Análisis del agua sin filtrar									
			Análisis certificados						Temp (°c)	LSI (-)	Análisis TEST KIT	
			DT (ppm CaCO3)	ppm Ca 2+	AL (ppm CaCO3)	ppm HCO3-	Conductividad (µS/cm)	pH (-)			DT (ppm CaCO3)	AL (ppm CaCO3)
1 ¹⁰	PALAFOLLS	Evaluación filtro	161,47	64,66	158,47	193,33	694,00	7,55	24,60	0,08	195,80	130,5
2	PALAFOLLS	Evaluación filtro	158,80	63,59	145,13	177,05	688,00	7,69	24,50	0,18	178,00	124,6
3	PALAFOLLS	Evaluación filtro	159,14	63,72	145,13	177,05	687,00	7,57	24,60	0,07	160,20	106,8
4	PALAFOLLS	Evaluación filtro	160,14	64,12	145,13	177,05	654,00	7,49	25,70	0,01	160,20	89,0
5	PALAFOLLS	Evaluación filtro	143,12	57,31	133,45	162,81	650,00	7,82	24,90	0,17	142,40	94,9
6	PALAFOLLS	Evaluación filtro	140,12	56,11	125,11	152,63	647,00	7,69	25,00	0,09	142,40	89,0
7	PALAFOLLS	Evaluación filtro	140,46	56,24	128,44	156,70	650,00	7,70	23,50	0,43	142,40	89,0
8	PALAFOLLS	Evaluación filtro	145,79	58,38	130,11	158,74	651,00	7,78	25,80	0,22	142,40	106,8
9	PALAFOLLS	Evaluación filtro	145,13	58,11	115,10	140,42	650,00	7,41	27,30	-0,18	142,40	106,8
10	PALAFOLLS	Evaluación filtro	143,46	57,45	136,45	166,47	646,00	7,68	27,10	0,18	142,40	106,8
11	BANYOLES	Análisis agua	743,31	297,65	180,16	219,79	1337,00	7,85	26,00	0,22	777,27	142,4
12	TORALLO	Análisis agua	208,51	83,50	240,21	293,05	502,00	7,70	23,30	1,22	213,60	142,4

¹⁰ Promedio de las muestras sin filtrar, datos extraídos de la **Tabla 29** Análisis de las diferentes aguas tratadas.

Anexos

Tabla 31 Cálculo del Índice de Langelier en el agua filtrada.

		Análisis del agua filtrada											
		Análisis laboratorio										Análisis TEST KIT	
MUESTAR	Modelo de filtro	DT (ppm CaCO3)	DT (ppm de Ca 2+)	AL (ppm CaCO3)	AL (ppm de HCO3-)	Conductividad (µS/cm)	PH (-)	Temp (°C)	IS (-)	Temp (°C)	ISL (-)	DT (ppm CaCO3)	AL (ppm CaCO3)
1,1 ¹¹	CQUELL 50%	114,8	46,0	138,5	168,9	568	6,82	25,1	-0,91	79	0,052	106,8	89,0
1,2	CQUELL 50%	111,1	44,5	125,1	152,6	579	6,59	24,8	-1,1	79	-0,16	106,8	89,0
2,1	CQUELL 50%	109,8	44,0	110,1	134,3	605	6,96	23,3	-0,83	79	0,17	124,6	89,0
2,2	CQUELL 50%	110,4	44,2	100,1	122,1	616	6,8	24,2	-0,97	79	0,0098	118,7	83,1
3,1	BESMAX 25%	24,0	9,6	51,7	63,1	538	6,1	24,8	-2,6	79	-1,6	17,8	35,6
3,2	BESMAX 25%	24,0	9,6	48,4	59,0	538	6,59	25,1	-2,1	79	-1,2	17,8	35,6
4,1	BESMAX 25%	25,0	10,0	58,4	71,2	531	5,87	25,1	-2,8	79	-1,8	17,8	35,6
4,2	BESMAX 25%	28,7	11,5	50,0	61,1	512	5,99	25,2	-2,6	79	-1,7	17,8	17,8
5,1	Finest 100%	3,0	1,2	148,5	181,1	671	8,13	25,3	-1,1	79	-0,12	0,0	89,0
5,2	Finest 100%	8,3	3,3	163,5	199,4	685	8,45	24,6	-0,29	79	0,68	0,0	106,8
6,1	Finest 100%	6,0	2,4	136,8	166,9	680	8,54	24,7	-0,41	79	0,56	0,0	112,7
6,2	Finest 100%	10,0	4,0	130,1	158,7	678	8,29	25,3	-0,44	79	0,51	0,0	89,0
7,1	BEST PROTECT 100%	11,7	4,7	120,1	146,5	648	8,29	25,1	-0,37	79	0,58	0,0	106,8
7,2	BEST PROTECT 100%	4,0	1,6	131,8	160,8	650	8,5	25,2	-0,63	79	0,32	0,0	106,8
8,1	BEST PROTECT 100%	3,0	1,2	128,4	156,7	654	8,21	25,4	-1	79	-0,095	0,0	106,8
8,2	BEST PROTECT 100%	8,0	3,2	135,1	164,8	663	8,3	25,6	-0,51	79	0,44	0,0	106,8
9,1	BEST MAX 50%	39,4	15,8	55,0	67,2	524	6,2	26,1	-2,2	79	-1,2	35,6	35,6
9,2	BEST MAX 50%	39,4	15,8	55,0	67,2	526	6,4	25,8	-2	79	-1,1	35,6	35,6
10,1	BESMAX 50%	39,7	15,9	55,0	67,2	523	6,3	25,5	-2,2	79	-1,2	35,6	35,6

¹¹ Promedio de las muestras filtradas. Datos extraídos de **Tabla 30** Cálculo del Índice de Langelier en el agua sin filtrar.

Anexos

MUESTAR	Modelo de filtro	DT (ppm CaCO3)	DT (ppm de Ca 2+)	AL (ppm CaCO3)	AL (ppm de HCO3-)	Conductividad (µS/cm)	PH (-)	Temp (°C)	IS (-)	Temp (°C)	ISL (-)	DT (ppm CaCO3)	AL (ppm CaCO3)
10,2	BESMAX 50%	41,4	16,6	55,0	67,2	520	6,08	25,3	-2,4	79	-1,4	35,6	35,6
11,1	BEST PROTECT 100%	6,0	2,4	150,1	183,2	1523,6	7,91	25,5	-0,99	79	- 0,038	0,0	89,0
11,2	PURITY FINEST 100%	3,5	1,4	175,2	213,7	1535	7,91	25,5	-1,2	79	-0,22	0,0	124,6
12,1	PURITY FINEST 100%	7,7	3,1	195,2	238,1	552	8,3	23,4	-0,44	79	0,55	0,0	142,4
12,2	BEST PROTECT 100%	10,3	4,1	196,8	240,1	631	8,09	24,7	-0,49	79	0,47	0,0	142,4
12,3	BEST MAX 50%	60,1	24,0	85,1	103,8	371	6,38	24,4	-1,7	79	-0,78	71,2	53,4
12,4	QUELL 50%	150,1	60,1	125,1	152,6	503	6,77	23,8	-0,83	79	0,15	160,2	89,0

12.4 ANEXP D: LISTA DE CLIENTES C Y D

Tabla 32 Lista de clientes C y D para los técnicos (2020/2021)

Cliente	Nombre 1	CP	Población
21113	HOTEL EVENIA CORAY	AD200	ENCAMP - ANDORRA
22550	MASSIMO DUTTY - TORDERA	8490	TORDERA
20371	RESTAURANT CLUB DE GOLF LLAVANERES	8392	LLAVANERES
13351	RESTAURANTE GARDEL	8394	SANT VICENÇ DE MONTALT
16857	CAFETERIA KLEIN 84	8380	MALGRAT DE MAR
22703	RESTAURANT LA PAPALLONA	8380	MALGRAT DE MAR
20524	PASTISSERIA SAULEDA - SANT CEBRIA	8396	SANT CEBRIA DE VALLALTA
22716	RESTAURANT ELS PESCADORS - LA LLOTJ	8350	ARENYS DE MAR
9655	GRANJA IKER	8389	PALAFOLLS
21478	FLECA FORN NOE - CALELLA	8370	CALELLA DE MAR
16258	CAFETERIA SANT JOAN	8370	CALELLA DE MAR
17435	CAFETERIA EL REBREG	8302	MATARO
6181	CAFETERIA TUR	8302	MATARO
16967	CAFETERIA NOUGAT	8302	MATARO
6071	COMPTATS RUTA 502	8301	MATARO
21413	FRANKFURT LA PLAZA DEL CENTRU	8310	ARGENTONA
20451	LA CANTONADA DEL "CENTRU"	8310	ARGENTONA
22864	CAFETERIA TRASTEVERE - BADALONA	8911	BADALONA
21754	CAFETERIA SABOR A TI	8922	SANTA COLOMA DE GRAMANET
21265	RESIDENCIA I CENTRE DE DIA MPAL DE	8391	TIANA
23069	COFFEE SHOP 95	8917	BADALONA
6107	COMPTATS RUTA 004	8400	GRANOLLERS
20811	XIRINGUITO A LA FRESCA	8450	LLINARS DEL VALLES
22670	FRANKFURT LA PLAZA	8201	SABADELL
6433	COMPTAT RUTA 601	17458	FORNELLS DE LA SELVA
22548	RESTAURANT LA JACARANDA - ST. CUGAT	8172	SANT CUGAT DEL VALLES
22919	INSTITUTO FP SANT CUGAT	8174	SANT CUGAT DEL VALLES
18993	COFFEE WITH BREAD - CONSELL	8011	BARCELONA
22501	COFFEE WITH BREAD - VALENCIA	8011	BARCELONA
20987	RESTAURANT LA JACARANDA - PELLICER	8036	BARCELONA
20232	HOTEL GUITART GRAND PASSAGE	8036	BARCELONA
18342	TAPAS 24 - DIAGONAL	8006	BARCELONA
19717	LA BOULANGERY - VALENCIA	8015	BARCELONA
18344	VINOTECA TORRES	8008	BARCELONA
17928	TAPAS 24 - DIPUTACIO	8007	BARCELONA
23217	CASA BATLLO	8007	BARCELONA
17426	LA BOULANGERY - DIAGONAL	8013	BARCELONA
22476	CRUÏLLA BARCELONA	8005	BARCELONA
18738	RESTAURANTE REÑE	8009	BARCELONA

Anexos

Ciudad	Nombre 1	CP	Población
21365	PAPAYA SANDWICH & COFFEE	8010	BARCELONA
20672	RESTAURANT KSEROL	8013	BARCELONA
18776	MISCEL.LANIA GASTRONOMICA BETLEM	8009	BARCELONA
22602	CAFETERIA MOLIKA - BILBAO	8005	BARCELONA
22002	CAFETERIA LA ESTACION	8020	BARCELONA
20506	FORN ANAGERIE	8026	BARCELONA
19489	EL CAFE DE ANA	8031	BARCELONA
22890	FLECA L'OBRADOR DELS 15 - NAVAS	8041	BARCELONA
21130	CAFETERIA MAMMY BLUE	8025	BARCELONA
21437	CHOK - VIRREINA	8024	BARCELONA
21284	RESTAURANT MEATING	8021	BARCELONA
22518	CAFETERIA VIRCAR	8022	BARCELONA
17057	CAFETERIA PANADERIA	8028	BARCELONA
15556	LA BOULANGERY - VIVES I TUTO	8003	BARCELONA
21433	GVC GAESCO OFICINES	8034	BARCELONA
22561	EL CAFETO DE SANTS	8028	BARCELONA
7849	HOTEL EVENIA ROCAFORT CAF. KILONPLU	8015	BARCELONA
19663	CAFETERIA SACHER	8005	BARCELONA
18461	DE RECHUPETE TRADIZIONALIA	8014	BARCELONA
21960	HOTEL JAUME I	8002	BARCELONA
20842	OPERA SAMFAINA	8015	BARCELONA
21650	CHOK - RAMALLERAS	8001	BARCELONA
21075	CAFETERIA ORIGENES	8901	L'HOSPITALET DE LLOBREGAT
16014	FINCA MAS SOLERS	8810	SANT PERE DE RIBES
16013	CASINO DE TARRAGONA	43003	TARRAGONA
17353	HOTEL SITGES	8870	SITGES
20544	RESTAURANT SILOE CUINA VEGETARIANA	8940	CORNELLA DE LLOBREGAT
22009	ONA NUIT RESTAURANT	8820	EL PRAT DE LLOBREGAT
12249	LA FABRICA CENTRE CIVIC	17460	CELRA
5774	RESTAURANT EL PAS	17111	VULLPELLAC
11179	STOP SELF PALAFRUGELL	17200	PALAFRUGELL
1595	COMPTATS RUTA 103	17200	PALAFRUGELL
11526	STOP SELF PALS	17256	PALS
17106	RESTAURANT PLAYA BRAVA	17246	PALS
23128	STOP SELF PLATJA DE PALS	17256	PALS
21347	HOTEL CLASSIC BEGUR	17255	BEGUR
6957	HOTEL CAMPING LA SIESTA	17210	CALELLA DE PALAFRUGELL
21324	RESTAURANT NOVA PASTA	17211	LLAFRANC
6129	HOTEL MEDITERRANI	17210	CALELLA DE PALAFRUGELL
1650	HOTEL ROSA DELS VENTS	17252	SANT ANTONI DE CALONGE
1181	COMPTATS RUTA 105	17230	PALAMOS
7292	RESTAURANT SIMON	17252	SANT ANTONI DE CALONGE
18528	CAFETERIA DERIA	17252	SANT ANTONI DE CALONGE

Anexos

Ciudad	Nombre 1	CP	Población
17829	EL RACO DE TORRE VALENTINA	17252	SANT ANTONI DE CALONGE
15234	STOP SELF CALONGE	17251	CALONGE
7373	RESTAURANT CAN XIQUET	17457	CAMPLLONG
2241	COMPTATS RUTA 106	17240	LLAGOSTERA
21984	CAFETERIA CAL NEGRE	17240	LLAGOSTERA
22280	ROSCA COFFEE & FOOD	17457	RIUDELLOTS DE LA SELVA
22840	RESTAURANT BELL- LLOC	17246	SANTA CRISTINA D'ARO
399	COMPTATS RUTA 112	17190	SALT
21342	CAFETERIA DEL GEIEG - SANT NARCIS	17005	GIRONA
10748	RESTAURANT MAS XIRGU	17005	GIRONA
7048	RESTAURANT CAN VIDAL	17005	GIRONA
5496	COL.LEGI BELL-LLOC	17005	GIRONA
6708	RESTAURANT TORRE BONICA	17005	GIRONA
2287	IES ESCOLA D'HOSTALERIA I TURISME	17005	GIRONA
17408	CAFETERIA KICK OFF LUXURY	17006	GIRONA
23113	CASA CACAO	17001	GIRONA
19836	SYRAH	17007	GIRONA
15803	CAFETERIA L'ALTELL	17001	GIRONA
556	COMPTATS RUTA 430	17004	GIRONA
19948	LA FLECA BAR	17001	GIRONA
7764	CAFETERIA MC EWAN'S	17001	GIRONA
17490	CAFETERIA ICE CAFE	17003	GIRONA
19955	FACULTAT DE DRET UDG	17071	GIRONA
5462	FACULTAT ECONOMIQUES UDG	17071	GIRONA
17012	CAFETERIA EL TOC	17006	GIRONA
21432	FLECA LA MOLA	17003	GIRONA
10606	FACULTAT MEDICINA UDG	17002	GIRONA
4081	COMPTATS RUTA 450	17001	GIRONA
4552	EL CELLER DE CAN ROCA - MAS MARROCH	17180	VILABLAREIX
22696	ROCACORBA CAFE	17001	GIRONA
446	COMPTATS RUTA 116	17002	GIRONA
19743	CAFETERIA TER	17007	GIRONA
21350	MIMOLET RESTAURANT	17004	GIRONA
20965	CAFETERIA XIFRA I.E.S.	17007	GIRONA
15679	HOTEL ULTONIA	17001	GIRONA
22354	HOTEL ULTONIA - (MAQUINES)	17001	GIRONA
16133	EL CELLER DE CAN ROCA	17007	GIRONA
23107	LA BARRA D'EN REGUE	17800	OLOT
16030	PISCINA MUNICIPAL SANT GREGORI	17150	SANT GREGORI
6080	COMPTATS RUTA 303	17150	DOMENY
16980	CASAL DE LA GENT GRAN BLANES	17300	BLANES
7357	RESTAURANT PANELLA	17181	AIGUAVIVA DE GIRONES
11752	HOTEL STELLA MARIS	17300	BLANES

Anexos

Ciudad	Nombre 1	CP	Población
22967	SA BARRA	17300	BLANES
20555	HOTEL DELAMAR	17310	LLORET DE MAR
22322	CUINA MENJADOR ES BLAU	17310	LLORET DE MAR
22639	LA TERRASSA DEL BELLA	17310	LLORET DE MAR
20848	HOTEL GRAN GARBI MAR (PARK AQUATIC)	17310	LLORET DE MAR
21340	LA TERRASSA DE LA VILA	17310	LLORET DE MAR
15140	HOTEL OLYMPIC PARK	17310	LLORET DE MAR
16037	HOTEL EVENIA PALACE	17310	LLORET DE MAR
11954	HOTEL ROSAMAR - BAR FERRETTI	17310	LLORET DE MAR
11958	HOTEL HELIOS	17310	LLORET DE MAR
15641	HOTEL ROSAMAR - ONA	17310	LLORET DE MAR
6171	HOTEL VILLA GARBI	17310	LLORET DE MAR
15642	HOTEL ROSAMAR - MENJADOR SPA	17310	LLORET DE MAR
6169	HOTEL GARBI PARK	17310	LLORET DE MAR
17113	PIZZERIA ANNA	17310	LLORET DE MAR
6125	RESTAURANT TOURING	17410	SILS
15643	HOTEL ROSAMAR GARDEN - COMEDOR PORT	17310	LLORET DE MAR
15674	HOTEL ROSAMAR GARDEN - BAR GOOFY'S	17310	LLORET DE MAR
958	RESTAURANT MAS ROMEU	17310	LLORET DE MAR
15715	HOTEL ROSAMAR MAXIM - CUINA	17310	LLORET DE MAR
6838	CAFETERIA FLECA BABIO	17310	LLORET DE MAR
16376	HOTEL OLYMPIC SUITES MENJ.MAGNOLIES	17310	LLORET DE MAR
11965	RESTAURANTE SANTA CRISTINA	17310	LLORET DE MAR
15139	HOTEL ROSAMAR GARDEN - BAR SALON	17310	LLORET DE MAR
15138	HOTEL ROSAMAR MAXIM	17310	LLORET DE MAR
15207	RESTAURANT CAN POU	17411	VIDRERES
22601	CAFETERIA KELLER	17430	SANTA COLOMA DE FARNERS
16082	RESTAURANT CAN PANXO	17430	SANTA COLOMA DE FARNERS
7307	MAGMA BUFET LLIURE	17430	SANTA COLOMA DE FARNERS
6078	COMPTATS RUTA 403	17401	ARBUCIES
15716	HOTEL ROSAMAR MARITIM -CUINA	17310	LLORET DE MAR
22315	HOTEL ROSAMAR ES BLAU - BAR	17310	LLORET DE MAR
15137	HOTEL ROSAMAR MARITIM BAR	17310	LLORET DE MAR
23130	FRANKFURT PORT BALIS	8392	SANT ANDREU DE LLAVANERES
20023	CAFETERIA EL "CENTRU" DE ARGENTONA	8310	ARGENTONA
21041	CAFETERIA LA CROISSANTERIA	8290	CERDANYOLA DEL VALLES
23124	HOTEL EVENIA ROSSELLO - HABITACIONE	8036	BARCELONA
23122	PAPAYA SANDWICH & COFFEE - PROVENÇA	8001	BARCELONA
22723	RESTAURANTE VIP'S	8027	BARCELONA
23116	HOTEL SAGRADA FAMILIA	8025	BARCELONA
19218	RESTAURANTE DOS TORRES	8017	BARCELONA
16986	CHEZ AMELIA	8014	BARCELONA
21139	COFFEE BREAD SILAN	8901	L'HOSPITALET DE LLOBREGAT

Anexos

Ciudad	Nombre 1	CP	Población
23129	FORN DE L'ANA	8800	VILANOVA I LA GELTRU
22726	RESTAURANT COSTA BRAVA	17255	BEGUR
7547	RESTAURANT LES ACACIES	17255	BEGUR
23248	LA FLECA TAMARIU	17200	TAMARIU
1181	COMPTATS RUTA 105	17230	PALAMOS
23156	CLUB ESPORTIU CRISTINENC	17246	SANTA CRISTINA D'ARO
10705	CAFETERIA LA PEDRERA	17005	GIRONA
22929	EL CAU DE L'ESPORT	17003	GIRONA
22622	CAFETERIA MARFA	17006	GIRONA
22922	CAFETERIA PA & TY	17002	GIRONA
22672	ROCAMBOLESC OBRADOR	17007	GIRONA
22437	RESTAURANT BAUBAR	17004	GIRONA
23181	FRUITERIA MONTILIVI	17003	GIRONA
6856	RESTAURANT EL RAJOLET	17163	VILANNA
12039	RESTAURANT CAN MARIANO	17400	BREDA
19976	CAFETERIA MASSINI'S	17450	HOSTALRIC
23105	VA TENTO EPSON	8172	BARCELONA
7607	RESTAURANT GOLF PLATJA DE PALS	17256	PALS
22871	RESTAURANT MAS SORRER	17257	GUALTA
7511	HOTEL LA COSTA	17256	PALS
22304	TENTO CENTRAL FRAGA	22520	FRAGA
23039	UX TENTO GENERAL PERON	28020	MADRID
23038	W3 TENTO HAVAS MEDIA	28010	MADRID
23052	WG TENTO MEDIAPRO ALCALA	28027	MADRID
23040	W2 TENTO BARAJAS	28042	MADRID
23095	W4 TENTO RECOLETOS	28004	MADRID
23096	WD TENTO AVORIS	28033	MADRID
23098	WM TENTO ROVI ALCALA	28805	ALCALA DE HENARES
23043	UK TENTO MANOTERAS	28023	MADRID
23097	WI TENTO MEDIAPRO GETAFE	28906	GETAFE
23051	W6 TENTO TSYSTEM MADRID	28034	MADRID
23090	VP TENTO MANPOWER	28036	MADRID
23089	VN TENTO COFARES	28049	MADRID
23092	VW TENTO CAPITAN HAYA	28020	MADRID
23088	WF TENTO DELL	28042	MADRID
23093	W1 TENTO RANDSTAD	28033	MADRID
23091	VS TENTO AVENIDA CORDOBA	28026	MADRID
23094	U8 TENTO CRISTALIA	28033	MADRID
23036	V3 TENTO ADECCO	28223	POZUELO DE ALARCON
23121	WH TENTO MEDIAPRO POZUELO	28223	POZUELO DE ALARCON
23120	U9 TENTO ADEQUA	28050	MADRID
23157	ROCAMBOLESC MADRID	28001	MADRID
23109	WE ATENTO ILUSTRACION	28034	MADRID

Anexos

Ciente	Nombre 1	CP	Población
23032	VM TENTO ALBUFERA	28031	MADRID
23108	WA ATENTO RIVAS	28521	RIVAS VACIAMADRID
23081	UR TENTO EVERIS	28050	MADRID
23013	WL TENTO ROVI MADRID	28037	MADRID
23037	UT TENTO HOMESERVE	28223	POZUELO DE ALARCON
23080	VV TENTO CHAMARTIN	28046	MADRID
23079	UL TENTO SOTERO	28037	MADRID
21240	HOTEL GUITART LA MOLINA	17537	LA MOLINA
21239	HOTEL GUITART ROSA	17310	LLORET DE MAR
21238	HOTEL GUITART CENTRAL PARK IV I GEM	17310	LLORET DE MAR
21237	HOTEL GUITART CENTRAL PARK II	17310	LLORET DE MAR
23027	VB TENTO TERRASSA	8222	TERRASSA
23026	T8 TENTO ROSSELLO	8036	BARCELONA
22657	T7 TENTO ARIBAU 173	8036	BARCELONA
22658	UF TENTO BALMES 244	8006	BARCELONA
23103	TA TENTO URGELL	8036	BARCELONA
22662	UJ TENTO CORCEGA 382	8037	BARCELONA
22663	TV TENTO CORCEGA 290	8008	BARCELONA
23104	TENTO OFICINAS BCN	8008	BARCELONA
23101	UM TENTO MUNTANER 73	8011	BARCELONA
23047	UP TENTO VALENCIA 340	8009	BARCELONA
23049	U6 TENTO AUSIAS MARC	8010	BARCELONA
23082	TZ TENTO PAU CLARIS 168	8037	BARCELONA
23048	UC TENTO INDUSTRIA	8025	BARCELONA
22740	UN TENTO MUNTANER 137	8036	BARCELONA
22660	UH TENTO CONSELL DE CENT	8009	BARCELONA
23054	TF TENTO ESTACIO SARRIA	8017	BARCELONA
23228	LA REPOSADA VALLESPER	8017	BARCELONA
22665	TJ TENTO PEDRALBES	8034	BARCELONA
23146	WN TENTO WALLBOX	8038	BARCELONA
23044	VH TENTO EPSEB	8028	BARCELONA
23056	T6 TENTO GALA	8006	BARCELONA
23022	T9 TENTO TARRADELLAS	8029	BARCELONA
23046	UY TENTO CABALLERO	8014	BARCELONA
23055	TC TENTO PAU CLARIS 113	8009	BARCELONA
23033	VT TENTO WOLTERS KLUWER	8908	L'HOSPITALET DE LLOBREGAT
23100	UO TENTO EUROPA	8908	L'HOSPITALET DE LLOBREGAT
23045	UZ TENTO BUENOS AIRES	8902	L'HOSPITALET DE LLOBREGAT
23099	TG TENTO COFIDIS	8940	BARCELONA
23050	TW TENTO GANDESA	8028	BARCELONA
23053	TM TENTO MAS BLAU	8820	EL PRAT DE LLOBREGAT
11769	CAMPING EL PINAR	17300	BLANES
22863	PIZZERIA LLORET	17310	LLORET DE MAR

Anexos

Cliente	Nombre 1	CP	Población
19975	RESTAURANT CA LA CARME	17230	TOSSA DE MAR
23121	WH TENTO MEDIAPRO POZUELO	28223	POZUELO DE ALARCON
23040	W2 TENTO BARAJAS	28042	MADRID
23120	U9 TENTO ADEQUA	28050	MADRID
23039	UX TENTO GENERAL PERON	28020	MADRID
22299	GIS MADRID - SALAS VIPS AEROPUERTOS	28042	MADRID
22299	GIS MADRID - SALAS VIPS AEROPUERTOS	28042	MADRID
22262	CAFETERIA MEJOR IMPOSIBLE	28054	MADRID
22262	CAFETERIA MEJOR IMPOSIBLE	28054	MADRID
23043	UK TENTO MANOTERAS	28023	MADRID
21705	RESTAURANTE CASA ANA	28939	ARROYOMOLINOS
21705	RESTAURANTE CASA ANA	28939	ARROYOMOLINOS
23052	WG TENTO MEDIAPRO ALCALA	28027	MADRID
23051	W6 TENTO TSYSTEM MADRID	28034	MADRID
22644	EL CARTUJANO	28670	VILLAVICIOSA DE ODON
22644	EL CARTUJANO	28670	VILLAVICIOSA DE ODON
23109	WE ATENTO ILUSTRACION	28034	MADRID
23108	WA ATENTO RIVAS	28521	RIVAS VACIAMADRID
23013	WL TENTO ROVI MADRID	28037	MADRID
23098	WM TENTO ROVI ALCALA	28805	ALCALA DE HENARES
23097	WI TENTO MEDIAPRO GETAFE	28906	GETAFE
23096	WD TENTO AVORIS	28033	MADRID
23095	W4 TENTO RECOLETOS	28004	MADRID
23094	U8 TENTO CRISTALIA	28033	MADRID
23157	ROCAMBOLESC MADRID	28001	MADRID
22666	CUEVA PIRATAS	28710	EL MOLAR
22666	CUEVA PIRATAS	28710	EL MOLAR
23093	W1 TENTO RANDSTAD	28033	MADRID
23092	VW TENTO CAPITAN HAYA	28020	MADRID
23091	VS TENTO AVENIDA CORDOBA	28026	MADRID
23090	VP TENTO MANPOWER	28036	MADRID
22358	RESTAURANTE SAKURA	28017	MADRID
22358	RESTAURANTE SAKURA	28017	MADRID
23038	W3 TENTO HAVAS MEDIA	28010	MADRID
23037	UT TENTO HOMESERVE	28223	POZUELO DE ALARCON
23036	V3 TENTO ADECCO	28223	POZUELO DE ALARCON
23032	VM TENTO ALBUFERA	28031	MADRID
23079	UL TENTO SOTERO	28037	MADRID
23080	VV TENTO CHAMARTIN	28046	MADRID
23081	UR TENTO EVERIS	28050	MADRID
23088	WF TENTO DELL	28042	MADRID
23089	VN TENTO COFARES	28049	MADRID
23044	VH TENTO EPSEB	8028	BARCELONA

Anexos

Ciudad	Nombre 1	CP	Población
11461	HOTEL PLATJA D'ARO	17250	PLATJA D'ARO
14178	RESTAURANT ARADI	17250	PLATJA D'ARO
1624	PIZZERIA LA RIERA	17250	PLATJA D'ARO
16814	HOTEL BULEVARD	17250	PLATJA D'ARO
3663	CAFETERIA TONY	17250	PLATJA D'ARO
4079	COMPTATS RUTA 107	17250	PLATJA D'ARO
22898	CASA SANTA ELENA DE SOLIUS	17246	SANTA CRISTINA D'ARO
22646	FLECA MIRAMAR	17250	PLATJA D'ARO
21349	RESTAURANT LA TERRASSA	17250	PLATJA D'ARO
17960	RESTAURANT COSMO BEACH	17250	PLATJA D'ARO
16909	EL CELLER CAL TETE	17249	CASTELL D'ARO
15090	RESTAURANT SA COVA	17250	PLATJA D'ARO
15287	STOP SELF SANT FELIU	17220	SANT FELIU DE GUIXOLS
10935	RESTAURANT EL XALET	17144	COLOMERS
20779	RESTAURANT ULTRAMAR	17130	L'ESCALA
7720	RESTAURANT MOLÍ DE L'ESCALA	17130	L'ESCALA
23192	RESTAURANTE LA BUFALA	17130	L'ESCALA
22312	XIRINGUITO HOSTAL EMPURIES	17130	L'ESCALA
22610	CAFETERIA EL PAS	17246	SANTA CRISTINA D'ARO
17144	LA TERRASSA BAR	17248	S'AGARO
22072	COMAS HOSPITAL HOTEL & RESTAURANTS	17249	CASTELL D'ARO
22356	LA FLECA SANT ANTONI 5	17252	SANT ANTONI DE CALONGE
22730	FLECA S'AGARO	17248	S'AGARO
11409	STOP SELF PLATJA D'ARO	17250	PLATJA D'ARO
17096	PARK HOTEL CIUTAT DE PALOL	17250	PLATJA D'ARO
16603	HOTEL BELL REPOS	17250	PLATJA D'ARO
6596	DUTTY FREE LA JONQUERA	17700	LA JONQUERA
7225	HOTEL LA TERRASSA	17480	ROSES
15281	FORN CUSI CARRER NOU	17480	ROSES
22654	LA FLECA COFFEE LOUNGE	17470	SANT PERE PESCADOR
201	CAFETERIA DRAKKAR	17486	CASTELLO D'EMPURIES
22005	CAFETERIA THE NEW PORT	17480	ROSES
15761	CROISANTRIES MAIA	17487	EMPURIABRAVA
7257	CAMPING SALATA	17480	ROSES
7337	RESTAURANT LA MUGA	17492	VILANOVA DE LA MUGA
20196	EL DORADO RESTAURANT	17487	EMPURIABRAVA
22608	MAS FALGARONA	17742	AVINYONET DE PUIGVENTOS
7244	CROISANTRIES MAIA	17600	FIGUERES
17403	GRANADA VINS	17600	FIGUERES
19914	FORN CUSI - VILAJUIGA	17493	VILAJUIGA
7543	GELATERIA DINO	17490	LLANÇA
23087	RESTAURANT CAL XELIN	25260	IVARS D'URGELL
7466	CATERING GINJOLER	17844	CORNELLA DE TERRI

Anexos

Ciente	Nombre 1	CP	Población
16961	GASOLINERA PETROESTANY	17843	PALOL DE REVARDIT
1097	RESTAURANT CAN XABANET	17820	BANYOLES
20572	HOSTAL ESTRELLA	8569	RUPIT
21667	CAL FLEQUER - MATA	17846	MATA
14933	GRANJA CAL ENRIC SANT JOAN	17857	SANT JOAN LES FONTS
20933	QUALITY ESPRESSO	8040	BARCELONA

12.5 ANEXO E: MAPA DE AGUAS

A partir de todos los análisis realizados se ha elaborado una tabla que recoge el promedio de la dureza total y la alcalinidad por municipio.

Tabla 33 Mapa de aguas.

Población	Promedio de Dureza Total (°dH)	Promedio Alcalinidad (°dH)
ANGLES	11,00	6,00
BADALONA	10,00	4,00
BANYOLES	51,00	8,00
BARCELONA	13,25	7,38
BLANES	6,00	5,00
CADAQUES	4,50	3,50
CALDES DE MALAVELLA	4,75	11,75
CALONGE	0,00	7,00
CASSA DE LA SELVA	12,00	8,00
CORNELLA DE LLOBREGAT	17,00	10,00
FIGUERES	11,00	7,75
GIRONA	9,57	6,71
LA JONQUERA	11,00	4,00
L'ESCALA	21,00	12,00
LLAGOSTERA	9,67	6,33
LLORET DE MAR	12,67	8,67
MAÇANET DE LA SELVA	27,00	14,00
MADRID	3,14	2,14

Anexos

Población	Promedio de Dureza Total (°dH)	Promedio Alcalinidad (°dH)
MEDINYA	1,00	12,00
OLOT	19,00	15,00
PLATJA D'ARO	8,33	7,00
ROSES	12,00	8,00
SALT	8,00	5,00
SANT ANTONI DE CALONGE	18,00	8,00
SANT FELIU DE GUIXOLS	10,00	6,50
SANT PERE PESCADOR	25,00	10,00
SANTA CRISTINA D'ARO	11,00	7,00
TOSSA DE MAR	15,00	8,00
VILANOVA I LA GELTRU	18,00	9,00
CASTELLO D'EMPURIES	12,67	8,00
EMPURIABRAVA	14,00	8,00
LA BISBAL D'EMPORDA	7,50	12,00
PALAMOS	20,00	14,00

12.6 ANEXO F: CLIENTES HORECA

Tabla 34 Asignación de filtros a los clientes de HORECA

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
20323	B	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23157	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23157	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23129	C	150	1875	9,00	18,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
23128	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23045	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22829	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23047	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23048	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23049	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22657	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22662	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22740	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23101	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22665	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23046	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23056	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23095	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23094	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23094	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23095	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23107	D	150	1875	15,00	19,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
23053	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22666	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22666	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22358	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22358	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23122	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23117	B	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22967	C	150	1875	5,00	6,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
23100	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22997	B	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22703	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23089	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23089	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22919	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23121	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23121	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22921	B	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22921	B	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22701	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22685	D	150	1875	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23098	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23098	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23029	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23069	C	150	1875	4,00	10,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
23022	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23113	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
22974	D	150	1875	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23051	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23051	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23097	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23097	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23116	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23118	B	150	1875	7,00	0,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22923	D	150	1875	15,00	19,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05
22968	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23052	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23052	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23092	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23092	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22988	C	150	1875	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23088	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23088	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22815	C	150	1875	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C150	31,69
22863	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
22929	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23091	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23091	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23027	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23013	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23013	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
11769	C	150	1875	5,00	6,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
17947	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
22667	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22618	D	150	1875	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C150	31,69
4363	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
1980	D	150	1875	6,00	11,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
11494	D	150	1875	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
21404	D	150	1875	7,00	0,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23054	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
5407	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21974	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23076	C	150	1875	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16857	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23080	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23080	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23043	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23043	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
20256	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16121	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23090	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23090	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22922	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7111	D	150	1875	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05
19975	D	150	1875	8,00	15,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
22871	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15930	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7211	D	150	1875	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C150	31,69
22315	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
14178	D	150	1875	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
4098	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
11461	D	150	1875	7,00	8,33	SI	50%	QUELL	C150	31,69
20779	D	150	1875	12,00	21,00	NO	40%	QUELL	C300	46,05
22787	B	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23034	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19801	D	150	1875	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
7319	D	150	1875	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05
21075	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21217	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21240	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15075	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23079	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23079	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
20195	D	150	1875	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16067	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23033	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21413	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15137	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
21239	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
22532	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22532	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
21984	D	150	1875	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C150	31,69
22898	D	150	1875	7,00	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17113	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
12451	D	150	1875	3,50	4,50	NO	70%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
21069	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
1690	D	150	1875	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05
23039	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23026	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23039	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
7712	D	150	1875	6,71	9,57	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
22696	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21350	D	150	1875	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C150	31,69
21089	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23023	B	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
812	D	150	1875	8,00	15,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
22670	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21039	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21650	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
1650	D	150	1875	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
17210	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6784	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
14278	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23108	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23108	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
1405	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21754	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20338	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23035	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22280	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23109	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
23109	C	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
10965	D	150	1875	6,00	11,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
11919	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
21683	D	150	1875	8,00	51,00	SI	50%	QUELL	C500	72,25
22730	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22000	D	150	1875	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
17943	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22726	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17353	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
4552	D	150	1875	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C150	31,69
22725	D	150	1875	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
2911	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
5813	D	150	1875	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05
269	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15956	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
1385	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22501	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15618	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6708	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15713	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21432	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15281	D	150	1875	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
21340	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
16961	D	150	1875	6,71	9,57	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
981	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
19847	D	150	1875	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
22644	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22644	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
1052	D	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
11361	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22660	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22262	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22262	D	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23042	A	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23042	A	150	1875	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
20091	C	150	1875	7,38	13,25	SI	50%	QUELL	C150	31,69
7244	D	150	1875	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20555	C	150	1875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
20493	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19733	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6129	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17426	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
11581	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17552	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
2287	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22732	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22733	B	150	1875	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05
17106	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19836	C	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7367	D	150	1875	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
17234	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22723	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
21284	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22602	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16014	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7542	D	150	1875	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05
12374	A	150	1875	12,00	1,00	NO	40%	QUELL	C300	46,05
17960	C	150	1875	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20232	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22355	D	150	1875	8,00	12,00	SI	50%	QUELL	C150	31,69
17483	D	150	1875	5,00	8,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
17936	D	150	1875	8,00	14,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
17392	D	150	1875	7,00	8,33	SI	50%	QUELL	C150	31,69
23024	B	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19756	D	150	1875	3,50	4,50	NO	70%	QUELL	C150	31,69
21139	C	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
18641	B	150	1875	7,38	13,25	SI	50%	QUELL	C150	31,69
17057	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22610	D	150	1875	7,00	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21324	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
18156	D	150	1875	3,50	4,50	NO	70%	QUELL	C150	31,69
7849	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22601	D	150	1875	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7225	D	150	1875	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
16013	D	150	1875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17096	C	150	1875	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6169	C	151	1887,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
1715	C	152	1900	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C300	46,05

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
22622	D	153	1912,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15224	C	154	1925	7,00	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7390	D	154	1925	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15182	D	155	1937,5	3,50	4,50	NO	70%	QUELL	C150	31,69
22230	D	156	1950	6,71	9,57	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
6957	D	156	1950	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17427	D	157	1962,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
1935	D	159	1987,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22864	C	159	1987,5	4,00	10,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
18344	C	159	1987,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6826	D	160	2000	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7547	C	160	2000	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7048	D	160	2000	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23096	C	160	2000	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23096	C	160	2000	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
17408	C	161	2012,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7373	C	162	2025	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22664	B	163	2037,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20774	C	165	2062,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15551	D	165	2062,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7720	D	165	2062,5	12,00	21,00	NO	40%	QUELL	C300	46,05
21478	D	166	2075	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20196	D	168	2100	8,00	14,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
22437	C	168,8	2110	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19914	C	170	2125	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17144	C	171	2137,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
21054	D	172	2150	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
958	C	173	2162,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
10705	D	175	2187,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21312	D	175	2187,5	6,50	10,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
22139	C	176	2200	7,00	11,00	SI	50%	QUELL	C150	31,69
7543	C	178	2225	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22840	C	178	2225	7,00	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6801	D	179	2237,5	8,00	51,00	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
16603	C	180	2250	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17490	D	182	2275	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7591	C	183	2287,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
19786	D	184	2300	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22996	B	184	2300	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15556	D	185	2312,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22005	C	185	2312,5	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
7292	D	185	2312,5	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
1097	D	188	2350	8,00	51,00	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
16258	D	189	2362,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7040	D	190	2375	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17066	B	190	2375	10,00	17,00	NO	40%	QUELL	C150	31,69
15968	B	190	2375	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
1624	C	190	2375	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20176	B	190,4	2380	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19656	C	192	2400	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C150	31,69
15090	C	192	2400	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17403	C	193	2412,5	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
6739	D	194	2425	5,00	8,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
23036	C	195	2437,5	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23036	C	195	2437,5	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
16980	D	197	2462,5	5,00	6,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
20552	B	197	2462,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22109	C	197	2462,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6239	D	197,8	2472,5	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
19717	C	198	2475	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16133	D	198	2475	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19976	C	199	2487,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21041	C	200	2500	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
12249	D	200	2500	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C150	31,69
15207	C	202,6	2532,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
5496	C	203	2537,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22356	C	205	2562,5	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
14978	C	205	2562,5	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
23037	C	205	2562,5	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23037	C	205	2562,5	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
6856	C	205	2562,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19922	C	206	2575	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20672	C	206	2575	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17829	C	207	2587,5	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
6596	C	208	2600	4,00	11,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
16082	D	210	2625	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19743	C	210,8	2635	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21130	C	212	2650	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
14658	C	213	2662,5	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
6656	C	214	2675	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
11954	D	214	2675	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
23038	C	214	2675	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23038	C	214	2675	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
3392	C	216	2700	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17972	C	216	2700	15,00	19,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
22646	D	217	2712,5	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
18776	C	217	2712,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17928	C	218	2725	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
18702	B	218,6	2732,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15367	C	219	2737,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21667	C	220	2750	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7466	C	220	2750	6,71	9,57	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
1840	C	223	2787,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22002	C	223	2787,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
3816	C	227	2837,5	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C150	31,69
15641	D	228	2850	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
21306	B	234	2925	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7764	C	235	2937,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6229	D	237	2962,5	5,00	6,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
1094	C	239	2987,5	8,00	51,00	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
21385	D	239	2987,5	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20242	C	240	3000	7,00	0,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22890	C	241	3012,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23040	C	242	3025	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
23040	C	242	3025	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
16986	C	243	3037,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17435	C	245	3062,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23028	A	246	3075	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21388	B	250	3125	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7337	C	253	3162,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17886	C	253	3162,5	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C150	31,69
23041	A	254	3175	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23041	A	254	3175	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
17012	C	257	3212,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20023	C	257	3212,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
201	D	259	3237,5	8,00	12,67	NO	50%	QUELL	C150	31,69
22659	B	259	3237,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6710	C	260	3250	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C150	31,69
5438	D	260	3250	11,75	4,75	NO	40%	QUELL	C500	72,25
17836	C	260	3250	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16259	B	260	3250	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
9655	C	262	3275	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7488	B	263	3287,5	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
11958	C	265	3312,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
16196	C	268	3350	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7699	C	268	3350	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20967	D	270	3375	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15014	B	272	3400	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15292	B	273	3412,5	11,75	4,75	NO	40%	QUELL	C500	72,25
19796	C	274	3425	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
11360	C	275	3437,5	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C150	31,69
12091	C	277	3462,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16942	B	279	3487,5	6,71	9,57	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
11752	C	279	3487,5	5,00	6,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
15679	C	280,8	3510	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17927	C	282	3525	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C150	31,69
20636	D	283	3537,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6311	B	283	3537,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
4196	B	285	3562,5	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
14114	B	286	3575	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
7068	B	287	3587,5	11,75	4,75	NO	40%	QUELL	C500	72,25
10784	C	287,2	3590	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
18528	C	288	3600	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C300	46,05
17025	B	288	3600	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
11209	B	288,8	3610	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7357	C	289	3612,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6607	C	289	3612,5	5,00	6,00	NO	70%	QUELL	C150	31,69
22654	C	289	3612,5	10,00	25,00	NO	40%	QUELL	C300	46,05
6838	C	290	3625	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
23025	B	291	3637,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
10527	B	292	3650	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C150	31,69
1866	C	292	3650	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
21342	C	292	3650	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7440	B	292	3650	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C150	31,69
22454	D	293,5	3668,75	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
22454	D	293,5	3668,75	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85

Anexos

Ciiente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
3663	C	295	3687,5	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16909	D	295	3687,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
7822	B	300	3750	2,00	4,00	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
15203	B	303	3787,5	14,00	27,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
14935	B	304	3800	8,00	14,00	NO	50%	QUELL	C300	46,05
11399	C	304	3800	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
1564	C	305	3812,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
6958	B	305	3812,5	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C300	46,05
6181	C	307	3837,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
401	B	308	3850	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
5774	C	309	3862,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19538	B	309	3862,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
9762	C	310	3875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15983	B	311	3887,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
20534	B	312	3900	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
23081	C	312	3900	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23081	C	312	3900	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
293	C	313	3912,5	10,00	25,00	NO	40%	QUELL	C300	46,05
10606	D	314	3925	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
5409	B	315	3937,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
15803	C	320	4000	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16784	B	322	4025	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
21365	C	323	4037,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
5850	C	324	4050	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22420	B	327,75	4096,875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
11443	C	330	4125	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C150	31,69

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
4499	C	330	4125	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
4297	B	332	4150	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
2306	B	334,65	4183,125	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
17183	B	335	4187,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
4162	B	336	4200	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16984	B	336	4200	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
5462	C	341	4262,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
22074	B	347	4337,5	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
22074	B	347	4337,5	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
16967	C	347	4337,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
1388	B	348	4350	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
16077	B	350	4375	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
18993	C	353	4412,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
10935	D	355	4437,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C150	31,69
19851	B	358	4475	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15500	B	366	4575	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
7222	B	368	4600	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
20686	A	370,2	4627,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
14968	C	372	4650	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C300	46,05
6166	B	376	4700	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
21387	B	380	4750	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C300	46,05
6513	B	380	4750	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C300	46,05
10931	B	382	4775	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C300	46,05
12375	C	383	4787,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
6723	B	385	4812,5	8,00	51,00	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
22004	B	395	4937,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
7796	B	396	4950	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15139	D	399	4987,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
22120	B	402	5025	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
23032	C	404	5050	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
23032	C	404	5050	2,14	3,14	NO	70%	C50 FRESH	C50 FRESH	31,85
18704	B	405	5062,5	8,00	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
10707	B	407	5087,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
10748	C	409	5112,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
13777	B	409,4	5117,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
7675	B	410	5125	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
6991	B	412	5150	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
20506	D	413	5162,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
873	A	414	5175	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
6391	B	415	5187,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C300	46,05
14637	B	416	5200	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
4342	C	431	5387,5	3,50	4,50	NO	70%	QUELL	C300	46,05
22117	B	431	5387,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
19955	C	434	5425	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
18531	B	435	5437,5	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C300	46,05
1743	B	436	5450	11,75	4,75	NO	40%	QUELL	C500	72,25
17286	A	438	5475	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
15942	B	439	5487,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
12498	B	444	5550	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
20	A	444	5550	7,75	11,00	NO	60%	QUELL	C300	46,05
1689	B	445	5562,5	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
7729	A	445	5562,5	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C300	46,05

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
17301	B	446	5575	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
7688	B	449	5612,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
11937	B	450	5625	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
11512	B	450,6	5632,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
19883	A	454	5675	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
20983	B	456	5700	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
16707	B	457	5712,5	6,50	10,00	NO	70%	QUELL	C300	46,05
17139	B	460	5750	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
18342	C	469	5862,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15161	B	470	5875	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
15685	B	472	5900	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
22550	C	477,2	5965	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
17932	B	479	5987,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
22311	B	480	6000	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C500	72,25
15435	B	490	6125	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C300	46,05
7567	B	492	6150	12,00	21,00	NO	40%	QUELL	C500	72,25
17386	B	492	6150	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
11383	B	498	6225	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C500	72,25
4094	B	500,6	6257,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
5138	B	503	6287,5	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15993	B	506	6325	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15025	B	507,8	6347,5	7,38	13,25	SI	50%	QUELL	C500	72,25
11384	B	509	6362,5	8,00	12,00	NO	50%	QUELL	C500	72,25
15652	A	514	6425	8,00	15,00	NO	50%	QUELL	C500	72,25
17342	B	520	6500	15,00	19,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
19948	C	521,8	6522,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
22639	C	523	6537,5	8,67	12,67	SI	50%	QUELL	C500	72,25
15786	A	525	6562,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15815	B	525,4	6567,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
12997	B	531	6637,5	6,71	9,57	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
19737	B	538	6725	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
14664	B	541	6762,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15695	A	544	6800	8,00	18,00	NO	50%	QUELL	C500	72,25
7451	B	544	6800	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C300	46,05
16280	B	559	6987,5	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C300	46,05
20648	B	568	7100	5,00	8,00	NO	70%	QUELL	C300	46,05
13661	A	577,4	7217,5	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C300	46,05
7744	B	578,8	7235	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C300	46,05
1667	B	585	7312,5	7,00	11,00	NO	60%	QUELL	C300	46,05
15832	B	598	7475	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
7435	B	602	7525	3,50	4,50	NO	70%	QUELL	C300	46,05
19797	B	603	7537,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C300	46,05
11908	B	603	7537,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
15557	B	604	7550	7,38	13,25	SI	50%	QUELL	C500	72,25
5872	A	610	7625	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
15253	A	615	7687,5	5,00	8,00	SI	50%	QUELL	C300	46,05
11946	A	624,2	7802,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
12066	A	626	7825	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C500	72,25
22137	A	630	7875	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
6196	B	634	7925	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
20615	A	639,8	7997,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
18400	B	640,2	8002,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
10597	A	655	8187,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C500	72,25
7054	B	667	8337,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
20110	B	682,6	8532,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
16620	A	686	8575	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
17649	A	704	8800	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C500	72,25
16738	A	704,2	8802,5	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
96	A	705	8812,5	3,50	4,50	NO	70%	QUELL	C500	72,25
7234	A	711	8887,5	12,00	7,50	NO	40%	QUELL	C500	72,25
11423	B	714	8925	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C500	72,25
6270	A	714	8925	6,00	11,00	NO	70%	QUELL	C500	72,25
15797	A	718	8975	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
10600	B	720	9000	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C500	72,25
16443	A	720	9000	8,00	16,00	NO	50%	QUELL	C500	72,25
12056	A	728	9100	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C500	72,25
20322	A	737	9212,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C500	72,25
4495	B	752	9400	5,00	6,00	NO	70%	QUELL	C500	72,25
6150	B	760	9500	6,33	9,67	NO	70%	QUELL	C500	72,25
15882	A	773	9662,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
3067	A	780	9750	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C500	72,25
15881	A	827	10337,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
10491	A	834	10425	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C500	72,25
4724	A	840,4	10505	12,00	21,00	NO	40%	QUELL	C500	72,25
7461	A	858	10725	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C500	72,25
15255	A	892	11150	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C500	72,25
7347	A	934	11675	6,71	9,57	NO	0%	Best Protect	Best Protect	83,53
18796	A	1061	13262,5	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25

Anexos

Cliente	TIPO	Consumo total de café (kg)	Volumen de agua (l)	DC (°dH)	DT (°dH)	DESCALSIFICADOR GENERAL	By pass Filtro	Modelo	Medida	Coste (€)
13366	A	1082	13525	7,00	0,00	NO	60%	QUELL	C500	72,25
17119	A	1103	13787,5	7,00	8,33	SI	50%	QUELL	C500	72,25
16448	A	1295	16187,5	7,00	8,33	NO	60%	QUELL	C500	72,25
4352	A	1332	16650	14,00	20,00	NO	30%	QUELL	C500	72,25
16171	A	1400	17500	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25
794	A	1461,2	18265	8,00	15,00	NO	50%	QUELL	C500	72,25
6173	A	1473	18412,5	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C500	72,25
4532	A	1482,75	18534,375	6,71	9,57	SI	50%	QUELL	C500	72,25
21236	A	1538	19225	8,67	12,67	NO	50%	QUELL	C500	72,25
3371	A	1701	21262,5	6,71	9,57	NO	60%	QUELL	C500	72,25
15824	A	2360	29500	7,38	13,25	NO	60%	QUELL	C500	72,25

Anexos

12.7 ANEXO G: INCREMENTO DE CONSUMO

A continuación, se expresan los clientes que entre 2018 i 2019 sufrieron un incremento en el consumo de café de más de 95 kg.

Tabla 35 Clientes que han sufrido un incremento en su consumo.

Código	Consumo planificado (kg)	Consumo real (kg)	Diferencia (kg)	%
22137	296,112	600	303,888	102,63
15824	2.037,93	2.320	282,072	13,84
13366	815,82	1.070	254,18	31,16
6173	1.188,53	1.442	253,474	21,33
21236	1.267,22	1.520	252,779	19,95
18796	822,007	1.056	233,993	28,47
7006	1.481,70	1.710	228,299	15,41
15815	352,494	572	219,506	62,27
15832	400,601	604	203,399	50,77
21365	125,012	314	188,988	151,18
3371	1.485,34	1.672	186,661	12,57
6150	562,905	743	180,095	31,99
7461	641,924	822	180,076	28,05
7	98,167	278	179,833	183,19
22117	243,372	421	177,628	72,99
15882	628,056	790	161,944	25,78
11032	289,335	445	155,665	53,8
10600	551,334	705	153,666	27,87
1564	162,337	314	151,663	93,42
4724	625,634	777	151,366	24,19
22311	302,46	444	141,54	46,8
22420	181,44	322,75	141,31	77,88
15695	402,587	543	140,413	34,88
20322	635,654	772	136,346	21,45
15883	440,993	573	132,007	29,93
6196	549,398	677	127,602	23,23
10491	751,721	878	126,279	16,8
15253	509,819	634	124,181	24,36
16620	579,348	700	120,652	20,83
5138	353,929	473	119,071	33,64
7347	786,071	905	118,929	15,13

Anexos

Código	Consumo planificado (kg)	Consumo real (kg)	Diferencia (kg)	%
12056	629,303	748	118,697	18,86
10931	272,043	387	114,957	42,26
20648	454,9	567	112,1	24,64
15679	161,772	270	108,228	66,9
4495	653,843	761	107,157	16,39
19737	431,903	538	106,097	24,57
4352	1.258,57	1.363	104,43	8,3
16448	1.190,91	1.295	104,088	8,74
7222	260,943	364	103,057	39,49
7435	479,065	582	102,935	21,49
16196	177,342	280	102,658	57,89
3067	696,362	799	102,638	14,74
11383	374,651	477	102,349	27,32
5872	511,761	614	102,239	19,98
18993	251,088	353	101,912	40,59
20686	266,01	366	99,99	37,59
6607	194,118	294	99,882	51,45
22008	80,784	177	96,216	119,1

12.8 ANEXO H: CLIENTES QUE PAGAN LOS FILTROS EN 2020/2021

Cliente	Filtro	Medida	Tarifa
96	QUELL	C500	111,15
201	QUELL	C150	48,75
401	QUELL	C150	48,75
812	QUELL	C150	48,75
873	QUELL	C300	70,85
958	QUELL	C150	48,75
981	QUELL	C150	48,75
1388	QUELL	C150	48,75
1624	QUELL	C150	48,75
1650	QUELL	C150	48,75
1667	QUELL	C300	70,85
1689	QUELL	C500	111,15
1690	QUELL	C300	70,85
1715	QUELL	C300	70,85
1840	QUELL	C150	48,75
1866	QUELL	C150	48,75
3067	QUELL	C500	111,15
3371	QUELL	C500	111,15
3392	QUELL	C150	48,75
3663	QUELL	C150	48,75
3816	QUELL	C150	48,75
4094	QUELL	C300	70,85
4297	QUELL	C150	48,75
4342	QUELL	C300	70,85

Cliente	Filtro	Medida	Tarifa
4352	QUELL	C500	111,15
4495	QUELL	C500	111,15
4499	QUELL	C150	48,75
4552	QUELL	C150	48,75
5138	QUELL	C300	70,85
5407	QUELL	C150	48,75
5438	QUELL	C500	111,15
5496	QUELL	C150	48,75
5872	QUELL	C500	111,15
6150	QUELL	C500	111,15
6181	QUELL	C300	70,85
6229	QUELL	C150	48,75
6270	QUELL	C500	111,15
6311	QUELL	C150	48,75
6513	QUELL	C300	70,85
6607	QUELL	C150	48,75
6710	QUELL	C150	48,75
6723	FINEST	C500	111,15
6739	QUELL	C150	48,75
6856	QUELL	C150	48,75
6957	QUELL	C150	48,75
6991	QUELL	C300	70,85
7040	QUELL	C150	48,75
7048	QUELL	C150	48,75

Anexos

Cliente	Filtro	Medida	Tarifa
7054	QUELL	C500	111,15
7222	QUELL	C300	70,85
7292	QUELL	C150	48,75
7319	QUELL	C300	70,85
7347	FINEST	C300	68,25
7367	QUELL	C150	48,75
7390	QUELL	C150	48,75
7451	QUELL	C300	70,85
7488	QUELL	C500	111,15
7675	QUELL	C300	70,85
7712	FINEST	C300	68,25
7729	QUELL	C300	70,85
7796	QUELL	C300	70,85
9762	QUELL	C300	70,85
10491	QUELL	C500	111,15
10597	QUELL	C500	111,15
10606	QUELL	C150	48,75
10707	QUELL	C300	70,85
10784	QUELL	C150	48,75
10965	QUELL	C150	47,905
11209	QUELL	C150	48,75
11361	QUELL	C150	48,75
11384	QUELL	C500	111,15
11423	QUELL	C500	111,15
11443	QUELL	C150	48,75
11494	QUELL	C150	48,75

Cliente	Filtro	Medida	Tarifa
11581	QUELL	C150	48,75
11946	QUELL	C500	111,15
11954	QUELL	C150	48,75
11958	QUELL	C300	70,85
12066	QUELL	C500	111,15
14114	QUELL	C300	70,85
14637	QUELL	C300	70,85
14658	QUELL	C500	111,15
14664	QUELL	C300	70,85
14968	QUELL	C300	70,85
14978	QUELL	C150	48,75
15014	QUELL	C150	48,75
15025	QUELL	C500	111,15
15090	QUELL	C150	48,75
15161	QUELL	C500	111,15
15224	QUELL	C150	48,75
15255	QUELL	C500	111,15
15367	QUELL	C150	48,75
15435	QUELL	C300	70,85
15556	QUELL	C150	48,75
15618	QUELL	C150	48,75
15652	QUELL	C500	111,15
15685	QUELL	C300	70,85
15803	QUELL	C150	48,75
15815	QUELL	C500	111,15
15824	QUELL	C500	111,15

Anexos

Cliente	Filtro	Medida	Tarifa
15832	QUELL	C300	70,85
15881	QUELL	C500	111,15
15882	QUELL	C500	111,15
15942	QUELL	C300	70,85
15956	QUELL	C150	48,75
15968	QUELL	C150	48,75
15983	QUELL	C300	70,85
15993	QUELL	C300	70,85
16014	QUELL	C150	48,75
16121	QUELL	C150	48,75
16133	QUELL	C150	48,75
16258	QUELL	C150	48,75
16448	QUELL	C500	111,15
16603	QUELL	C150	48,75
16707	QUELL	C300	70,85
16738	QUELL	C500	111,15
16784	QUELL	C300	70,85
16967	QUELL	C300	70,85
16980	QUELL	C150	48,75
16986	QUELL	C150	48,75
17025	QUELL	C300	70,85
17096	QUELL	C150	48,75
17119	QUELL	C500	111,15
17183	QUELL	C300	70,85
17301	QUELL	C300	70,85
17403	QUELL	C150	48,75

Cliente	Filtro	Medida	Tarifa
17426	QUELL	C150	48,75
17435	QUELL	C150	48,75
17483	QUELL	C150	47,905
17552	QUELL	C150	48,75
17649	QUELL	C500	111,15
17829	QUELL	C150	48,75
17927	QUELL	C150	48,75
17932	QUELL	C500	111,15
17947	QUELL	C150	48,75
17960	QUELL	C150	48,75
18528	QUELL	C300	70,85
18531	QUELL	C300	70,85
18702	QUELL	C150	48,75
19538	QUELL	C300	70,85
19656	QUELL	C150	48,75
19733	QUELL	C150	48,75
19756	QUELL	C150	47,905
19786	QUELL	C150	48,75
19851	QUELL	C300	70,85
19922	QUELL	C150	48,75
19975	QUELL	C150	48,75
19976	QUELL	C150	48,75
20110	QUELL	C500	111,15
20196	QUELL	C150	48,75
20242	QUELL	C150	48,75
20338	QUELL	C150	48,75

Anexos

Cliente	Filtro	Medida	Tarifa
20534	QUELL	C300	70,85
20555	QUELL	C150	48,75
20615	QUELL	C500	111,15
20648	QUELL	C300	70,85
20774	QUELL	C150	48,75
20967	QUELL	C150	48,75
20983	QUELL	C300	70,85
21041	QUELL	C150	48,75
21054	QUELL	C150	48,75
21130	QUELL	C150	48,75
21139	QUELL	C150	48,75
21324	QUELL	C150	48,75
21340	QUELL	C150	48,75
21387	QUELL	C300	70,85
21388	QUELL	C150	48,75
21404	QUELL	C150	48,75
21432	QUELL	C150	48,75
21478	QUELL	C150	48,75
22074	QUELL	C500	111,15
22230	FINEST	C300	68,25
22356	QUELL	C150	48,75
22437	QUELL	C150	48,75
22601	QUELL	C150	48,75
22610	QUELL	C150	48,75

Anexos

12.9 ANEXO I: COSTE Y TARIFA DE LOS FILTROS

Tabla 36 Coste y tarifa de los filtros.

MATERIAL	Coste unidad de venta 2020	TARIFA CLIENT 2020
Cartucho Descalcificador Bestmax L	66,63 €	94,38 €
Cartucho Best Protect XL	83,53 €	128,50 €
Cartucho Recambio Besttaste S1	22,10 €	29,44 €
Cabezal Filtro Besttaste S1	0,00 €	28,83 €
Cartucho Brita Purity C Finest 1100	144,95 €	223,00 €
Cartucho Brita Purity C25 Quell	23,95 €	36,85 €
Cartucho Brita Purity C Finest 500	105,30 €	162,00 €
Cartucho Brita Purity Quell St 1100	94,22 €	144,95 €
Cartucho Brita Purity C 150 Quell	31,69 €	48,75 €
Cartucho Brita Purity C 300 Quell	46,05 €	70,85 €
Cartucho Brita Purity C 150 Finest	29,58 €	45,50 €
Cartucho Brita Purity C 300 Finest	44,36 €	68,25 €
Cartucho Brita Purity C 500 Quell	72,25 €	111,15 €
Cartucho Brita Purity C 50 Fresh	31,85 €	49,00 €

12.10 ANEXO J: REDUCCIÓN DE AVERÍAS

Averías causadas por el Agua	Nº Clientes 2018	Coste 2018	Coste medio por cliente	% Incidencia por total de clientes 2018	% Incidencia por tipo de avería	Nº Clientes previstos con averías 2020/21	% Incidencia prevista 20/21 por total de clientes	Coste previsto averías 2020/21	Reducción de coste por tipo de avería
Obturación por cal	124	21.403,33 €	172,61 €	22,5%	58,2%	38	6,9%	6.632,02 €	14.771,31 €
Pérdida de agua en algún componente	87	12.124,44 €	139,36 €	15,8%	40,8%	27	4,9%	3.756,87 €	8.367,57 €
Limpieza caldera	2	193,00 €	96,50 €	0,4%	0,9%	1	0,1%	59,80 €	133,20 €
Total, general	213	33.720,77 €	158,31 €	38,7%	100,0%	66	11,9%	10.448,69 €	23.272,08 €