

Memoria de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

A. Datos generales del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Título	Intensificación en el desarrollo de competencias en asignaturas de Tratamiento de Aguas a través del análisis de diagramas de flujo de instalaciones mediante el empleo de técnicas de gamificación y estrategias de trabajo colaborativo.		
Código	22-85	Fecha de Realización:	01/10/2022 – 30/05/2023
Coordinación 1	Apellidos	Leyva Díaz	
	Nombre	Juan Carlos	
Coordinación 2	Apellidos	Postigo Rebollo	
	Nombre	Cristina	
Tipología	Tipología de proyecto	Básico	
	Rama del Conocimiento	Ingeniería y Arquitectura	
	Línea de innovación	Dimensión 1. Diseño, organización, desarrollo y evaluación de la docencia	

B. Objetivo Principal

El objetivo principal del presente proyecto de innovación docente es el de subsanar una problemática detectada en los últimos años en las asignaturas de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales, Ingeniería Sanitaria en la Construcción Civil (Especialidad Construcciones Civiles) del Grado en Ingeniería Civil, y Tecnologías para el Tratamiento de Aguas del Grado en Ingeniería Química. Los estudiantes de las asignaturas indicadas anteriormente presentan serias dificultades para implementar, interpretar y analizar diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas, ya sean de potabilización, desalación, depuración y/o reutilización. Este aspecto es uno de los de mayor relevancia dentro del temario de dichas asignaturas y se traduce en tasas de rendimiento y de éxito relativamente bajas. La aplicación de la innovación docente desarrollada en el presente proyecto pretende solventar esta deficiencia de los estudiantes en estas asignaturas de tratamiento de aguas mediante estrategias de trabajo colaborativo e introduciendo la evaluación por pares. Asimismo, esta metodología permitirá potenciar el desarrollo de diferentes competencias de las asignaturas en cuestión.

C. Descripción del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Resumen del proyecto realizado: Objetivos, metodología, logros alcanzados, aplicación práctica a la docencia habitual, etc.

El proyecto de innovación docente se ha enmarcado en las asignaturas de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales, Ingeniería Sanitaria en la Construcción Civil del Grado en Ingeniería Civil, y Tecnologías para el Tratamiento de Aguas del Grado en Ingeniería Química. Esta propuesta se fundamenta en las serias dificultades de los estudiantes, detectadas a lo largo de los últimos años, para implementar, interpretar y analizar diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas, que se han traducido de manera negativa en las tasas de rendimiento y éxito de dichas asignaturas.

Con el fin de resolver esta problemática se ha desarrollado una metodología basada en la realización de casos prácticos consistentes en la implementación de diagramas de flujo para solventar determinadas casuísticas en el campo del tratamiento de aguas. Para ello, previamente, los estudiantes realizaron un repositorio de símbolos de las operaciones unitarias implicadas en las instalaciones de tratamiento de aguas. De esta forma, se considera un enfoque más aplicado para el estudio de dichas operaciones unitarias relativas al tratamiento de aguas, basado en la implementación, interpretación y análisis crítico de diagramas de flujo por medio de casos prácticos. Además, en la propuesta de innovación se han introducido estrategias de aprendizaje colaborativo mediante la creación de grupos de estudiantes para resolver los casos prácticos propuestos y la evaluación por pares mediante el empleo de la herramienta “Taller” en la Plataforma de Recursos de Apoyo a la Docencia (PRADO) de la Universidad de Granada.

Para implementar el presente proyecto de innovación docente en las asignaturas citadas anteriormente se ha seguido el plan de trabajo que se presenta a continuación, estructurado en tres tareas, que aglutinan las acciones concretas desarrolladas:

- Tarea 1. Elaboración de un repositorio de símbolos para las operaciones unitarias de tratamiento de aguas. En cada asignatura, los estudiantes fueron divididos en grupos. Cada grupo elaboró símbolos para las diferentes operaciones unitarias existentes en el campo de tratamiento de aguas empleando el programa Microsoft PowerPoint u OpenOffice.

Una vez elaborados, se procedió a la evaluación de los mismos asignando una puntuación de 6 como base a todos los grupos por haber completado la tarea y repartiendo la calificación restante (4 puntos) entre la votación realizada por profesores y estudiantes, siendo el porcentaje del profesorado el doble que el del estudiantado. Una vez realizada la puesta en común de los símbolos creados por los diferentes grupos, se seleccionaron los iconos que caracterizaban mejor cada operación unitaria en base a la votación realizada por el profesorado, teniendo también en cuenta la votación de los estudiantes. De esta forma, se conformó el repositorio final de símbolos que utilizaron los estudiantes para resolver los casos prácticos propuestos. Dichos repositorios se encuentran en el Anexo I de la Memoria.

- **Tarea 2. Implementación de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas.** Uno de los resultados de aprendizaje más importantes de las asignaturas objeto del proyecto de innovación docente está relacionado con la capacidad del estudiante para seleccionar el tratamiento aplicable a un tipo de agua para adecuarla a un determinado uso, siendo capaz de implementar el diagrama de flujo de la instalación y sabiendo interpretar y analizar dicho diagrama. Esta habilidad es básica para empezar a construir un conocimiento y destreza en el campo del tratamiento de aguas. En este sentido, los diagramas de flujo pueden ser de gran ayuda para dar un enfoque más práctico y aplicado en los temas eminentemente teóricos de las asignaturas, dedicados al estudio de las operaciones unitarias para el tratamiento de aguas. La implementación de diagramas de flujo se ha realizado mediante casos prácticos. Para llevar a cabo esta tarea, el profesorado responsable de cada asignatura planteó un caso práctico relacionado con determinadas problemáticas en el campo del tratamiento de aguas (Anexo II de la Memoria). Los estudiantes, en grupos, plantearon el diagrama de flujo de la instalación de tratamiento de aguas que daría respuesta a la problemática planteada mediante el empleo de los símbolos creados en la Tarea 1 haciendo uso del programa Microsoft PowerPoint u OpenOffice. Para la evaluación del caso práctico por parte del profesorado se desarrolló la rúbrica indicada en la Tabla 1.

Tabla 1. Rúbrica desarrollada para la evaluación del caso práctico.

Indicador	Nivel de logro I: 10	Nivel de logro II: 7,5	Nivel de logro III: 5	Nivel de logro IV: 2,5	Nivel de logro V: 1
Establecimiento de todas las etapas necesarias de la instalación de tratamiento de aguas propuesta	Se establecen todas las etapas	Falta una etapa del proceso	Faltan dos etapas del proceso	Faltan tres etapas del proceso	Faltan cuatro o más etapas
Implementación de los iconos adecuados	La asignación de iconos a las distintas etapas del proceso es correcta	Se ha implementado un icono erróneo	Se han implementado dos iconos erróneos	Se han implementado tres iconos erróneos	Se han implementado cuatro o más iconos erróneos
Indicación de todas las corrientes materiales implicadas en el proceso de tratamiento	Se indican todas las corrientes materiales en la instalación de tratamiento	Falta una corriente material	Faltan dos corrientes materiales	Faltan tres corrientes materiales	Faltan cuatro o más corrientes
Implementación de la secuencia correcta del proceso	La secuencia del proceso es correcta				La secuencia del proceso es incorrecta
La solución adoptada permite alcanzar el objetivo planteado para la instalación de tratamiento de agua	La solución permite dar respuesta a la problemática planteada				La solución no permite dar respuesta a la problemática planteada

Cada uno de los cinco indicadores contemplados en la rúbrica tenía un peso ponderado del 20% en la calificación final de la Tarea 2.

- **Tarea 3. Evaluación por pares de las soluciones propuestas a los casos prácticos planteados por el profesor.** Uno de los objetivos específicos del proyecto es la interpretación y análisis de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas. Para ello, se introduce la revisión por pares o entre iguales en la que los diferentes grupos de estudiantes evaluaron los diagramas de flujo propuestos por otros grupos siguiendo las pautas del profesor/a. Esta evaluación se llevó a cabo en la Plataforma PRADO de la Universidad de Granada mediante la herramienta “Taller”, en la que se implementó la misma rúbrica utilizada por el profesorado para la evaluación de la Tarea 2. Con esto se pretende potenciar la adquisición de competencias, que corresponde con uno de los objetivos de la presente propuesta. En este sentido, esta actividad ha favorecido el desarrollo de un pensamiento crítico, ha promovido la autonomía y responsabilidad, y ha permitido conocer soluciones, ideas o planteamientos alternativos al problema propuesto, entre otras competencias. Con esta tarea se ha

involucrado a los estudiantes en el proceso de evaluación, que ha sido supervisado en todo momento por el profesorado involucrado en cada una de las asignaturas. En la evaluación de esta tarea, el 50% ha correspondido a la evaluación recibida por cada estudiante y el 50% restante a la realización de la evaluación.

El procedimiento seguido para la ejecución del proyecto, así como las tareas que tenían que llevar a cabo los estudiantes, se publicó en el espacio habilitado para cada asignatura en la Plataforma PRADO de la Universidad de Granada. Además, todo el material elaborado se puso a disposición de los estudiantes en formato digital a través de dicha plataforma.

Con este desarrollo metodológico se ha pretendido aumentar la motivación de los estudiantes, potenciar el desarrollo de diferentes competencias de las asignaturas en cuestión y conocer soluciones o planteamientos alternativos a los problemas propuestos, lo que se puede traducir en una mejora en su rendimiento académico.

La valoración global del proyecto de innovación ha sido muy positiva en la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales, que es la única de la que se tienen los resultados definitivos al impartirse las otras dos asignaturas en el segundo semestre del curso académico actual. En primer lugar, cabe destacar que la implicación del estudiantado matriculado fue del 72,6%. Esta elevada participación en una experiencia piloto como la planteada fue muy gratificante. El rendimiento de los estudiantes se valoró positivamente, lo que se tradujo en una tasa de éxito de 57,6% en relación al trabajo realizado, 67,2% respecto a las preguntas del examen directamente relacionadas con el objeto del proyecto y 64,4% en relación a la parte del trabajo en grupo de la asignatura relacionado de manera directa con el proyecto de innovación docente. El objetivo de focalizar el proceso de aprendizaje en el estudiante fue refrendado por los estudiantes con un grado de satisfacción global de 65,2%.

Summary of the Project (In English):

This innovative teaching project is meant to be conducted in the subjects of “Water Treatment and Technology” in the Environmental Sciences degree, “Public Health Engineering in Civil Work” in the Civil Engineering degree and “Technologies for Water Treatment” in the Chemical Engineering degree. This proposal was based on the difficulties observed among students over the last few years to implement, interpretate, and analyze flow diagrams for water treatment operations, which negatively affects the performance and success rates of the students in the aforementioned subjects.

To tackle this situation, this project proposes a case study-based methodology that requires the elaboration of flow diagrams to solve specific challenges in the field of water treatment. This requires, at the same time, the creation of a symbol repository for the unit operations involved in the water treatment processes. Thus, this project fosters the study of these unit operations using an applied perspective, based on the implementation, interpretation, and critical analysis of water treatment flow diagrams to solve case studies. Moreover, the innovative teaching proposal includes a collaborative learning strategy to conduct the proposed activities (solution of the case-study and peer review of the solutions proposed), as they will be conducted in working groups of students.

All activities to be done for the correct implementation of this innovative teaching project in the selected subjects are concentrated in three tasks, as described in the following work plan:

- **Task 1. Creation of a symbol repository for the unit operations involved in water treatment.** In each subject, working groups of students were formed. Each working group created a repository of symbols for the various unit operations in the field of water treatment using Microsoft PowerPoint or OpenOffice software. Once created, the symbol repositories and the completion of the task itself were evaluated by assigning 6 points to all groups that completed this task and 1 to 4 additional points according to the symbols created (based on the results of the students’ and teachers’ votes, and having the teachers’ vote a double weight in the final score). Once all symbols were evaluated, the most appropriate ones for each unit operation were put forward by the teachers, also considering the students’ opinion, to create a final symbol repository to be used by the students to solve the case studies proposed. The final symbol repositories are presented in Annex I of this report.
- **Task 2. Elaboration of flow diagrams of water treatment facilities.** One of the most relevant learning outcomes in the subjects considered within this innovative teaching project related to the student’s abilities to select the most appropriate treatment train to purify the water intended for a specific use, elaborate the flow diagram of this treatment process, and interpretate and analyze this flow-diagram. Such knowledge and skills are basic in the field of water treatment. Moreover, flow diagrams are of great help to provide a practical and applied aspect to the selected subjects, mostly focused on the theoretical aspects of the unit operations and technologies currently available for water treatment. Flow diagrams implementation was achieved through case studies. For this, the teachers of each subject raised a case study that covered certain problems in the field of water treatment (Annex II of this report). Each working group proposed a flow diagram of the water treatment process that could address the problems presented in the case study by using the symbol repository created in Task 1 and Microsoft Power Point or OpenOffice software. A rubric-based evaluation of the solutions proposed was done by the teachers. The rubric used for evaluation is shown in Table 1.

Table 1. Rubric (scoring guide) used to evaluate the solutions given to the case study proposed.

Aspect to evaluate	Level of achievement I: 10	Level of achievement II: 7,5	Level of achievement III: 5	Level of achievement IV: 2,5	Level of achievement V: 1
Consideration of all steps needed to treat the water	All steps are considered	One missing step	Two missing steps	Three missing steps	Four or more missing steps
Implementation of the symbols	All symbols were correctly implemented	One wrongly-implemented symbol	Two wrongly-implemented symbols	Three wrongly-implemented symbols	Four or more wrongly-implemented symbols
Indication of the arrows that track the flow of the water through the treatment	All arrows were correctly indicated	One missing arrow	Two missing arrows	Three missing arrows	Four or more missing arrows
Implementation of the sequence of the treatment process	The sequence is correct				The sequence is incorrect
The solution allows to achieve the objective set for the water treatment.	The solution solves the water quality problem				The solution does not solve the water quality problem

Each aspect evaluated with the rubric had a weight of 20% in the final score of Task 2.

- Task 3. Peer-evaluation of the solutions given to the case studies proposed. One of the specific objectives of the project was the interpretation and analysis of the water treatment facilities flow diagrams. This objective was achieved with the peer review of the flow diagrams proposed by the different working groups. The peer evaluation of the case study, conducted by the students following the teacher indications was organized using the “Taller” tool, available at the PRADO platform of the University of Granada. The rubric used in the evaluation of Task 2 by the teachers was also used in the peer review process by the students. This task aimed at stimulating the acquisition of additional skills, also among the objectives of the innovative teaching project. In this sense, this task contributed to the development of critical thinking, autonomy, and responsibility, and provides the possibility of knowing alternative solutions, ideas and approaches to solve the case study proposed. With this task, students were involved in the evaluation process, which was always supervised by the responsible teachers. The final score for each working group in Task 3 corresponds to the evaluation of the case study received in the peer review process by other working groups (50%) and how the evaluation process itself was conducted by the working group (50%).

The procedure followed for the project execution as well as the tasks that had to be carried out by the students were published in the space provided for each subject in the PRADO platform of the University of Granada. Moreover, all material resulting from the implementation of this project was made available in digital format to students through the aforementioned platform.

The methodology applied aimed at increasing the students’ motivation, improving the acquisition of various competencies in the selected subjects and knowing alternative solutions or approaches to the proposed case study, which may translate into an improved academic performance.

The global assessment of the innovative teaching project by the participating students from the subject “Water Treatment and Technology” of the Environmental Sciences degree was very positive. This is the only subject for which the results from the project application can be obtained so far, because the remaining two subjects are taught during the second term of the current academic year. The participation of the registered students reached 72.6%. Such a high participation in a pilot experience is very gratifying. The performance of the students translated into a success rate of 57.6% in the work done in the framework of this innovative teaching project, 67.2% in the exam questions related to the object of this project, and 64.4% in the section of the assignment to be done in working groups within the subject that is directly related with this project. The objective of focusing the learning process on the student was certified by the students with a global satisfaction level of 65.2%.

D. Resultados obtenidos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales ya que las otras dos donde se está implementando el proyecto de innovación docente se imparten en el segundo semestre y aún no se dispone de los resultados finales.

D.1. Desempeño del proyecto

El grado de consecución de los objetivos del proyecto se ha evaluado por medio de los siguientes indicadores:

1. Grado de implicación de los estudiantes.
2. Calificación del trabajo realizado en el marco del proyecto de innovación.
3. Cuestionario de satisfacción.
4. Calificación del examen final (en preguntas relacionadas con la innovación introducida).
5. Calificación del trabajo en grupo a realizar en la asignatura (en la parte relativa a la innovación introducida).

En relación a la asignatura citada anteriormente, el proyecto de innovación docente ha tenido una incidencia directa en un 87,0% de los temas de la asignatura, que se traduce en un 90,5% de las horas totales de docencia. A este respecto, se estima que el proyecto de innovación incide en un 10% de la evaluación final del estudiante. En concreto, un 5% se debe a incidencia directa del proyecto de innovación a través de las correspondientes tareas evaluables pedidas, mientras que el restante 5% corresponde al examen final, trabajo en grupo y ejercicios y actividades de evaluación continua en las que la metodología desarrollada en el proyecto ha tenido una influencia destacada.

En la Tabla 2 se muestra el modo de evaluar cada indicador y la valoración obtenida. Dado que los indicadores son heterogéneos, unos se basan en encuestas y otros en elementos evaluables, se ha decidido normalizar la puntuación de cada indicador para que tengan la misma escala (0-100%). De forma general para todos los indicadores se consideran tres niveles cualitativos de valoración: bajo (0-40%), aceptable (40-70%) y bueno (70-100%).

Tabla 2. Resumen de indicadores usados en la valoración del proyecto.

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Valoración obtenida
1	Grado de implicación de los estudiantes	Porcentaje de estudiantes que decide realizar el trabajo propuesto respecto del total de estudiantes matriculados.	72,6%
2	Calificación del trabajo realizado en el proyecto de innovación docente	Nota media del trabajo realizado por los estudiantes (incluye elaboración de símbolos para las operaciones unitarias de tratamiento de aguas, implementación de diagramas de flujo para los diferentes casos prácticos planteados y evaluación por pares).	57,6%
3	Cuestionario de satisfacción	Encuesta anónima de satisfacción a cumplimentar por los estudiantes.	65,2%
4	Calificación del examen final	Calificación media obtenida en las preguntas del examen final relacionadas con las mejoras propuestas en el proyecto de innovación.	67,2%
5	Calificación del trabajo en grupo de la asignatura	Calificación obtenida en el diagrama de flujo de la instalación de tratamiento de aguas propuesta en el trabajo en grupo de la asignatura.	64,4%

La Figura 1 muestra la valoración obtenida en los indicadores del proyecto de manera diferenciada para los grupos A y B de la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales.

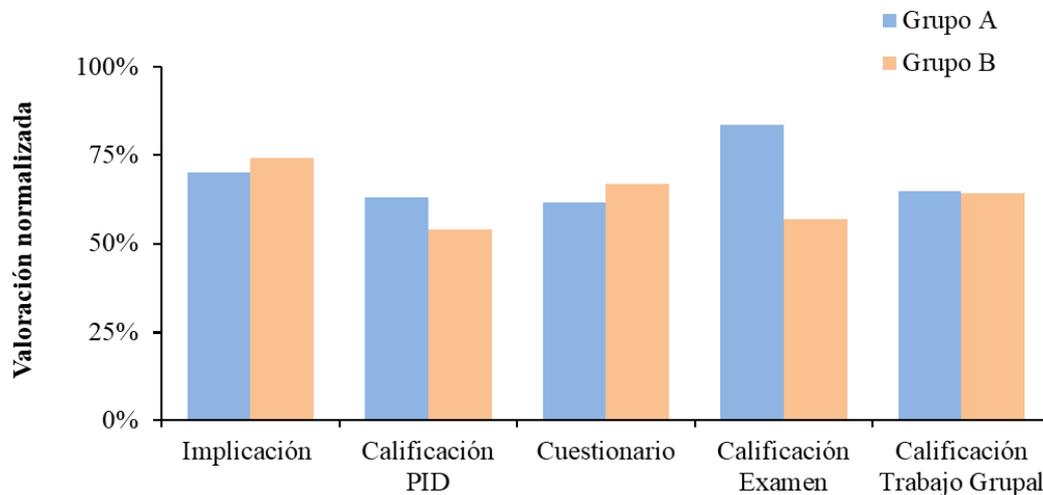


Figura 1. Resumen de la valoración de los indicadores del proyecto para los grupos A y B de la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales.

Como se observa, las valoraciones han sido muy parecidas en ambos grupos aunque cabe destacar una mayor implicación y grado de satisfacción en el grupo B, y mayores calificaciones en el proyecto de innovación docente (PID) y examen en el grupo A. En los siguientes párrafos se discuten cada uno de los indicadores.

Grado de implicación de los estudiantes

El grado de implicación de los estudiantes en el proyecto de innovación docente proporciona una estimación del interés de los estudiantes por aprender y, sobre todo, por explorar nuevas formas de aprendizaje. Consiste en el porcentaje de estudiantes, respecto del total de estudiantes matriculados, que desean participar en el proyecto de innovación y, en consecuencia, han presentado el trabajo propuesto. Este indicador es una medida del interés del estudiante en participar, independientemente de la calificación obtenida en el trabajo presentado. En el caso del grupo A, 33 estudiantes de un total de 47 estudiantes matriculados han realizado el trabajo, lo que supone un 70,2% del total. Para el grupo B, 49 estudiantes de un total de 66 matriculados han realizado dicho trabajo, lo que supone una implicación del 74,2%. En total el grado de implicación ha sido de 72,6%. Estas cifras de participación se consideran buenas y se valora muy positivamente que una mayoría de estudiantes sean partidarios de explorar nuevas formas de aprendizaje, sobre todo considerando que la tarea propuesta es evaluable.

Calificación del trabajo

El segundo indicador considerado ha sido la calificación obtenida en el trabajo realizado por los estudiantes. Como se ha explicado en el apartado anterior, los estudiantes han realizado un trabajo en grupo que tiene por objetivo que mejoren el desarrollo de las competencias generales de la asignatura, como la capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas, el razonamiento crítico o el trabajo en equipo, entre otras.

El trabajo se ha materializado en la elaboración de un repositorio de iconos para las operaciones unitarias de tratamiento de aguas, la implementación del diagrama de flujo de una instalación de tratamiento de aguas para un caso práctico en el que se planteaba a los estudiantes una determinada problemática en el campo del tratamiento de aguas, y la evaluación por pares de las soluciones propuestas al caso práctico planteado por el profesorado. La calificación del trabajo tiene en cuenta los tres aspectos señalados anteriormente con porcentajes de ponderación de 30, 50 y 20%, respectivamente. Si bien algunos trabajos eran mejorables, en general, consideramos que el trabajo ha sido muy positivo para el aprendizaje de los estudiantes. La media de las calificaciones para todos los estudiantes ha sido de 6,3 sobre 10 para el grupo A y 5,4 sobre 10 para el grupo B. En total, la calificación media para todos los estudiantes ha sido de 5,8 sobre 10.

Con el objeto de motivar e incentivar la participación de los estudiantes, este trabajo ha contado con una ponderación del 5% de la calificación final de las asignaturas en cuestión.

Cuestionario de satisfacción

El cuestionario de satisfacción está formado por 10 preguntas y un bloque en blanco para introducir cualquier comentario que se desee aportar, tal como se detalla en la Tabla 3. La realización del cuestionario es voluntaria y anónima, y se llevó a cabo al finalizar el examen de la convocatoria ordinaria de la asignatura. Las preguntas del cuestionario se responden de acuerdo a una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “peor” y 5 a “mejor”. Por lo tanto, cuanto mayor sea la puntuación en una pregunta, más positiva será para la valoración del proyecto.

Tabla 3. Preguntas del cuestionario de satisfacción.

1. ¿Considera de utilidad la elaboración de un repositorio de iconos para las operaciones unitarias de tratamiento de aguas?
 2. ¿Han sido útiles los casos prácticos propuestos sobre la implementación de diagramas de flujo de instalaciones reales para mejorar el conocimiento de las operaciones unitarias de tratamiento de aguas?
 3. ¿Le ha resultado sencilla la rúbrica implementada en la Herramienta Taller para realizar la evaluación por pares de casos prácticos de otros grupos de trabajo?
 4. Valore el grado de satisfacción con la dificultad de las tareas propuestas.
 5. Valore el grado de satisfacción con la carga de trabajo de las tareas propuestas.
- Indique si la tarea ha sido útil para desarrollar las siguientes competencias generales del Grado en Ciencias Ambientales:
6. Capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas.
 7. Razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.
 8. Capacidad de gestión de la información.
 9. Trabajo en equipo.
10. Indique el grado de satisfacción general con el proyecto de innovación (Iconos + Caso práctico + Evaluación por pares).

La Figura 2 muestra la media de las respuestas obtenidas para cada pregunta, tanto para los estudiantes del grupo A como los estudiantes del grupo B.

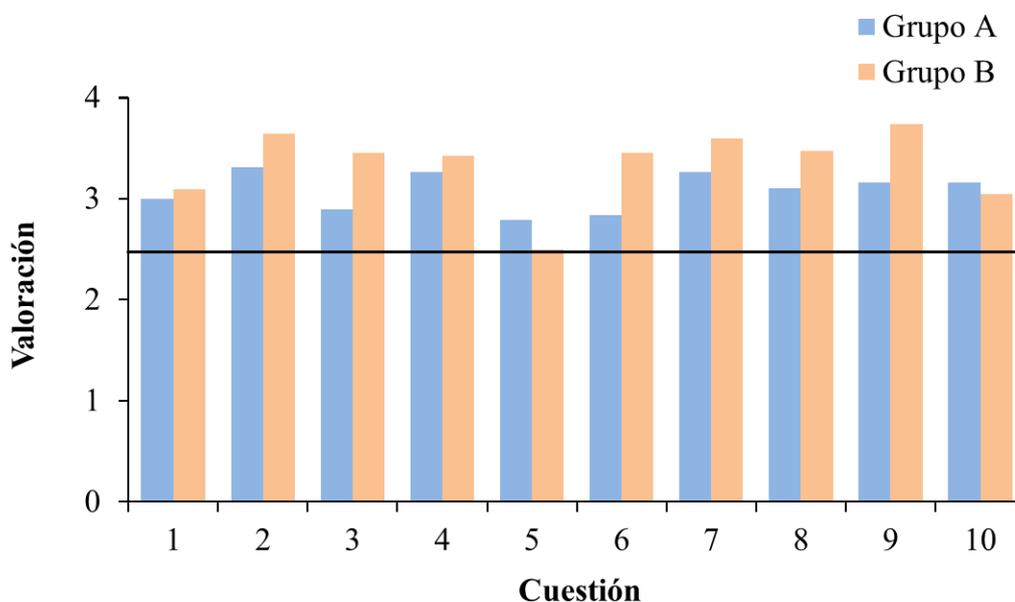


Figura 2. Valoración media de cada una de las preguntas del Cuestionario de satisfacción.

Las preguntas 1, 2 y 3 valoran la utilidad de tres herramientas introducidas en la asignatura en este proyecto de innovación docente, la elaboración de un repositorio de iconos para las operaciones unitarias de tratamiento de aguas, la implementación de diagramas de flujo para resolver determinados casos prácticos y el uso de la herramienta Taller para realizar la evaluación por pares de dichos casos prácticos. La valoración ha sido positiva, sobre todo en el grupo B con puntuaciones medias mayores que 3 (3,1 a 3,6). En el grupo A, si bien el empleo de diagramas de flujo se ha valorado con una puntuación de 3,3, la elaboración del repositorio de símbolos y el uso de la herramienta Taller no se ha valorado tan positivamente, pero en cualquier caso la puntuación es alta (3,0 y 2,9, respectivamente).

Las preguntas 4 y 5 se han incluido para que los estudiantes evalúen el grado de dificultad y la carga de trabajo, respectivamente, de las tareas propuestas en el proyecto de innovación docente. Las valoraciones se muestran en la Figura 2 con un resultado medio en el entorno de 3 para las preguntas 4 y 5. Este resultado significa que los alumnos han considerado que las tareas propuestas han sido adecuadas, en cuanto a su dificultad y carga de trabajo. Esto es muy interesante de cara a elegir las tareas para los próximos cursos.

Las preguntas 6 a 9 del cuestionario tienen por objeto evaluar la percepción de los estudiantes acerca de la utilidad de la tarea para desarrollar competencias generales. Se han incluido en el cuestionario competencias citadas explícitamente en la memoria de verificación del Grado en Ciencias Ambientales de la Universidad de Granada [1], tal como la capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas, el razonamiento crítico y aprendizaje autónomo, la capacidad de gestión de la información y el trabajo en equipo. Como se observa en la Figura 2, la valoración de los estudiantes ha sido muy positiva con puntuaciones medias en el intervalo 2,8 a 3,3 en el grupo A y 3,5 a 3,7 en el grupo B para este conjunto de preguntas.

Finalmente, la pregunta 10 es una interpelación directa al grado de satisfacción general de lo llevado a cabo en el proyecto de innovación docente. La valoración media de esta pregunta ha sido de 3,1 (3,2 para el grupo A y 3,0 para el grupo B). Estos resultados coinciden prácticamente con la valoración media para todas las preguntas del cuestionario que ha sido de 3,3 (3,1 para el grupo A y 3,3 para el grupo B).

El indicador del grado de satisfacción se ha calculado usando la valoración final media para todas las preguntas del cuestionario y, una vez transformado el resultado a una escala 0-100%, se obtiene una valoración del 65,2%. Este resultado se considera aceptable y pone de manifiesto que los alumnos han quedado satisfechos, en su conjunto, con lo aprendido gracias a la implantación del proyecto de innovación docente.

Calificación del examen final

En el examen final, se han incluido dos preguntas relacionadas con la temática abordada en el proyecto. Por ello, se ha tomado la calificación media ponderada obtenida por los estudiantes en estas dos preguntas como indicador. El valor medio para todos los estudiantes y normalizado respecto de la calificación máxima es de 67,2% (83,5% para el grupo A y 57,0% para el grupo B). Si bien es mayor del 50%, la calificación obtenida ha sido menor de lo esperado.

Calificación del trabajo en grupo

El trabajo en grupo de la asignatura se estructura en una serie de apartados y en el correspondiente a “Proceso de tratamiento”, entre otras cosas, se pide a los estudiantes elaborar el diagrama de flujo de una determinada instalación de tratamiento de aguas, aspecto que está directamente relacionado con la temática abordada en el proyecto. Por ello, se ha tomado la calificación media obtenida por los estudiantes en el diagrama de flujo como indicador. El valor medio para todos los estudiantes y normalizado respecto de la calificación máxima es de 64,4% (64,7% para el grupo A y 64,1% para el grupo B). Al igual que ocurre con el examen final, la calificación obtenida supera el 50%, pero ha sido menor de lo esperado.

D.2. Conclusiones y valoración global del proyecto

El proyecto ha pretendido profundizar en el desarrollo de competencias a través de la implementación, análisis e interpretación de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas. Entre los resultados que se han tratado de alcanzar está el enfoque más aplicado del estudio de las operaciones unitarias relativas al tratamiento de aguas. Se ha pretendido que los estudiantes sean capaces de identificar las operaciones que conforman una determinada instalación de tratamiento de aguas y conocer su papel dentro del proceso, el tipo de equipos habitualmente empleados y su funcionamiento, así como saber implementar los diferentes esquemas de proceso en el campo del tratamiento de aguas en función de la problemática planteada.

La introducción en el proyecto de herramientas como el trabajo colaborativo y la evaluación entre iguales ha pretendido la mejora del desarrollo de competencias generales de las asignaturas como la capacidad de análisis y síntesis, el razonamiento crítico o el trabajo en equipo, entre otras. Además, se ha buscado aumentar el grado de interés y el rendimiento académico de los estudiantes, potenciar su esfuerzo y fidelización, así como aumentar su motivación, afianzar los conocimientos adquiridos y profundizar en los conceptos de las asignaturas, así como conocer soluciones, ideas o planteamientos alternativos al problema propuesto. En este sentido, también se ha motivado la interacción de los estudiantes con el profesorado, recomendando que consultaran las dudas encontradas durante el desarrollo del proyecto de innovación docente; prácticamente todos los grupos de estudiantes plantearon alguna duda, ya fuese compleja o sencilla, lo cual se valora muy positivamente ya que los estudiantes que suelen ir a tutorías no son muchos.

Finalmente, en base al resultado obtenido para los cinco indicadores empleados en la valoración del proyecto (aceptables y buenos según los niveles cualitativos de valoración planteados inicialmente), se considera que los objetivos planteados inicialmente se han alcanzado satisfactoriamente.

D.3. Bibliografía

[1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Memorias de Verificación y Modificación del Grado en Ciencias Ambientales de la Universidad de Granada.
<https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/competencias?actual=menu.solicitud.competencias.generales&tipo=G&cod=25018092010050301>

Results obtained (In English)

This section shows the results obtained from the application of the innovative teaching project in the subject “Water Treatment and Technology” of the Environmental Science degree, because the results from the application in the remaining two selected subjects are still not available because these subjects are taught in the second term of the academic year and thus, the project is currently being implemented.

D.1. Project performance

The achievement of the objectives set in the innovative teaching project was evaluated using the following indicators:

1. Student participation.
2. Grading of the work conducted in the framework of the innovative teaching project.
3. Satisfaction survey.
4. Grading of the final exam (in those questions related to the innovation brought in).
5. Grading of the assignment to be done in working groups in the subject (in the section related to the innovation brought in).

In the subject “Water Treatment and Technology” of the Environmental Sciences degree, the innovative teaching project had a direct effect on 87.0% of its academic contents, which represents 90.5% of the total teaching time. In this regard, it is estimated that the project affected 10% of the final student’s performance evaluation. Specifically, 5% results from the evaluation of the tasks done within the project, while the remaining 5% could be attributed to the final exam, assignment done in working groups and additional exercises and activities assigned for continuous assessment in which the methodology applied had a relevant effect.

Table 2 shows how the project performance indicators were evaluated, and the result obtained in each case. Since the selected indicators are heterogeneous, i.e., some of them are based on surveys and some of them are based on measurable aspects, the rating obtained for each indicator was normalized so that all they fall in the same scale range (0-100%). Overall, three qualitative assessment levels were established for all indicators: low (0-40%), acceptable (40-70%) and good (70-100%).

Table 2. Summary of the indicators used to assess the project performance.

Nº	Indicator	Assessment criteria	Normalized rating
1	Student participation	Percentage of total students enrolled in the subject that conduct the work proposed.	72.6%
2	Grading of the work conducted in the framework of the innovative teaching project	Average mark of the activities conducted by the students in the framework of the innovative teaching project (they include the creation of a symbol repository for water treatment operational units, elaboration of a flow diagram to solve the case study and peer review of flow diagrams presented by other working groups).	57.6%
3	Satisfaction survey	Results of the anonymous satisfaction survey filled in by the students after implementation of the project.	65.2%
4	Grading of the final exam	Average mark obtained in the final exam questions related with the innovation brought in.	67.2%
5	Grading of the assignment to be done in working groups in the subject	Average mark obtained in the water treatment facility flow diagram proposed in the framework of the assignment to be done in working groups in the subject.	64.4%

Figure 1 shows the assessment of the project performance done by group A and B of the subject Water Treatment and Technology of the Environmental Sciences degree, according to the five different project performance indicators.

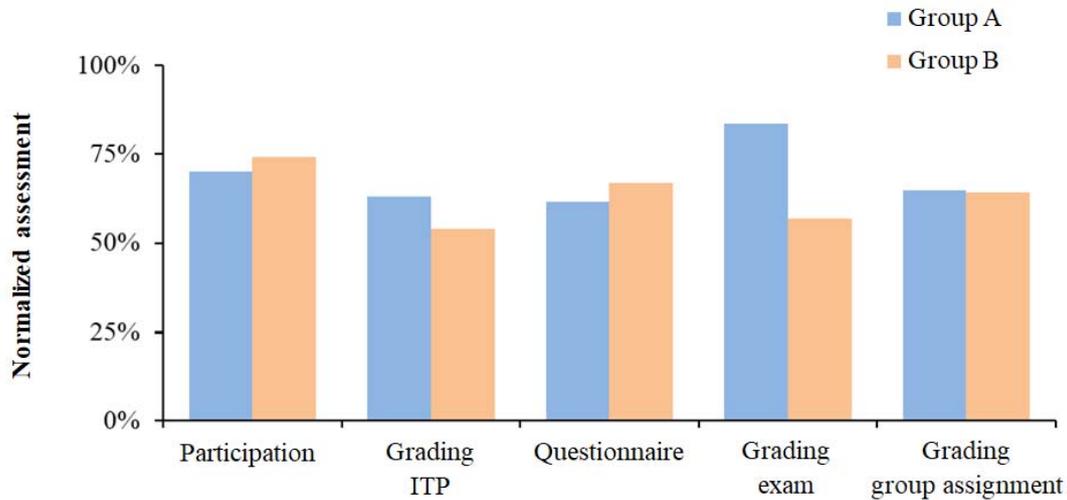


Figure 1. Project performance assessment done by groups A and B of the subject Water Treatment and Technology of the Environmental Sciences degree. .

As it can be observed in Figure 1, the project performance was very similar in both subject groups. Group B had a slightly higher participation and overall satisfaction than group A, while group A had slightly higher grades in the innovative teaching project (ITP) and the final exam than group B. The results obtained for each indicator are discussed in detail below.

Student participation

The number of students that participated in the innovative teaching project provides an estimate of the students' interest in learning, and particularly, exploring new ways of learning. The student participation was expressed as the percentage of enrolled students that participated in the project and consequently, conducted the tasks proposed in the framework of this project. This indicator measures the motivation of the student to participate regardless the grade obtained in the project. In group A, 33 out of 47 enrolled students (70.2%) did the work, while in group B, the numbers were slightly higher (49 out of 66 enrolled students, 74.2%). Overall, if all the students enrolled in the subject are considered, the participation accounts for 72.6%. These participation figures are good and the fact that almost three quarters of the students wanted to explore new ways of learning, considering that the tasks to be done would be evaluated and contribute to the final grade, has been very positively valued,

Grading of the work conducted in the framework of the innovative teaching project

As previously explained, the students, organized in working groups, conducted several activities in the framework of the project, that aimed at improving the development of the general competencies of the subject, like the ability to analyze and synthesize, and solve problems, critical thinking and team working, among others.

These activities were the creation of a symbol repository for the water treatment operational units, the implementation of a flow diagram to propose a water treatment train to solve the situation described in the case study, and the peer review of the solutions proposed by the working groups to the case study. These activities contributed with different weights to the final grade of the project assignment: 30% in the case of the symbol repository, 50% for the solution given to the case study and 20% for the peer-review activity. Although some of the works handed in could be improved, overall, the work conducted was very positive for students learning. The average final grades were 6.3 out of 10 for group A and 5.4 out of 10 for group B. Considering both groups, the average final grade of the innovative teaching project assignment was 5.8 out of 10.

The final grade obtained in the innovative teaching project assignment had a weight of 5% in the subject final grade to stimulate the participation of the students.

Satisfaction survey

The satisfaction survey consisted of 10 questions and room at the end of the survey to add comments and suggestions, as shown in Table 3. Filling out the questionnaire was an anonymous and voluntary task that was offered at the end of the subject final exam. The questions were Likert-type, with a satisfaction scale that ranged from 1 to 5, so that the higher the value in the

scale, the better the perception of the project is.

Table 3. Satisfaction survey questions

1. Do you believe that the creation of a symbol repository for water treatment operational units is useful?
 2. Were the case studies proposed for the implementation of water facilities flow diagrams useful to improve the knowledge on the water treatment operational units?
 3. Did the evaluation rubric provided facilitate the peer evaluation of the case studies handed in by other working groups?
 4. Please, rate the level of satisfaction regarding the difficulty of the activities proposed.
 5. Please, rate the level of satisfaction regarding the workload of the activities proposed.
- Please, rate whether the work conducted under the innovative teaching project was useful to develop the following general competencies of the Environmental Science degree:
6. Analysis, synthesis and problem solving.
 7. Critical thinking and autonomous learning.
 8. Information management.
 9. Team working.
 10. Please, rate the level of overall satisfaction with the innovative teaching project (symbols + case study + peer review).

Figure 2 shows the average value rated for each question by groups A and B.

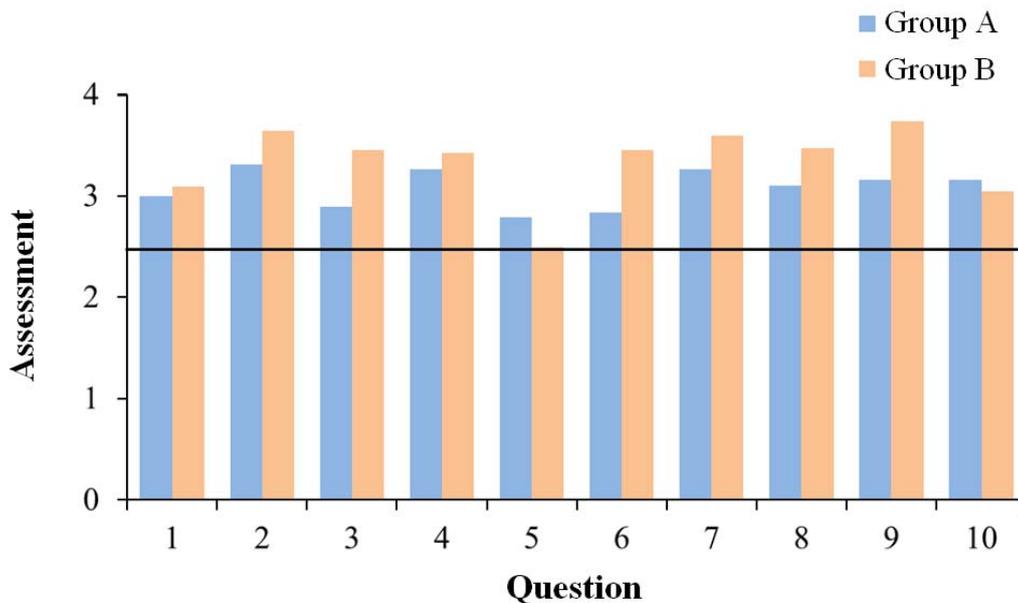


Figure 2. Average rating obtained for each question of the satisfaction survey.

Questions 1, 2 and 3 assess the usefulness of the three tools introduced by the innovative teaching project: the creation of a symbol repository for water treatment unit operations, the use of flow diagrams to solve case studies and the use of the tool Taller to peer review the solutions given to the case studies. Overall, the rating was positive, being slightly higher in group B (average rating above 3 for questions 1 to 3). In group A, the use of flow diagrams was rated with 3.3 on average, whereas the creation of a symbol repository and the use of the Taller tool got lower rating values (3.0 and 2.9, respectively).

Questions 4 and 5 aimed at knowing the level of difficulty and workload, respectively, of the activities proposed for the implementation of the innovative teaching project. Both aspects were rated with average values about 3. This value suggests that the students consider that the activities proposed were correct in terms of difficulty and workload, which is a very interesting information to implement this methodology in the coming academic years.

Questions 6 to 9 aimed at evaluating the student perception on the usefulness of the activities done to develop the general competencies described for the Environmental Science degree in the University of Granada [1], e.g., ability to analyze, synthesize and problem solving, critical thinking skills and autonomous learning, and skills for information management and teamworking. As shown in Figure 2, the rating of these aspects was very positive, with average values between 2.8 and 3.3 in group A and from 3.5 to 3.7 in group B.

The last question in the questionnaire, question 10, aimed at knowing the overall satisfaction level of the work conducted in the framework of the innovative teaching project. The average rating was 3.1 (3.2 in group A and 3.0 in group B). These results are in good agreement with the average rating of all aspects covered by the questionnaire (average rating of the whole survey 3.3; 3.1 in group A and 3.3. in group B).

The final average rating for all questions of the questionnaire was used to rate the indicator “level of satisfaction”, which resulted in a value of 65.2% after normalizing. This result is considered acceptable and suggests that the students were satisfied, overall, with what they learnt with the implementation of the innovative teaching project.

Grading of the final exam

There were two questions related with the topics covered by the innovative teaching project in the final exam. Thus, this indicator was rated using the average grading obtained by the students in these two questions. The normalized average grading obtained was 67.2% (83.5% in group A and 57.0% in group B). Despite the rating value was above 50%, it was expected to be higher.

Grading of the assignment to be done in working groups in the subject

The assignment to be done in the subject has several sections. In one of them, entitled “Treatment process” students should elaborate a flow diagram for a specific water treatment facility, aspect that is directly linked to the topics covered by the innovative teaching project. Therefore, the average grading obtained in the flow diagram presented in this assignment was also used as an indicator of the project performance. The average normalized grading was 64.4% (64.7% in group A and 64.1% in group B). As in the case of the grading in the final exam, the grading obtained in this part of the assignment was lower than expected.

D.2. Conclusions and overall rating of the project

The project aimed at contributing to competency development through the creation, analysis and interpretation of water treatment facilities flow diagrams. Moreover, this project also aimed at promoting the applied study of the operational units of water treatment. With the project implementation, we aimed that students were able to identify the operations that may be involved in a water treatment process, know the different technologies usually applied and their fundamentals and set a specific water treatment scheme to solve a specific water situation.

The integration of collaborative work and peer review approaches in the methodology developed aimed at improving the development of general competencies of the subjects such as the ability to analyze and synthesize, critical thinking and team working among others. Moreover, the project pursued to increase the motivation and degree of interest of the students as well as their academic performance, by consolidating the acquired knowledge, deepening in the subject concepts, and knowing alternative solutions, ideas, or approaches to solve specific situations. In this regard, the interaction between students and teachers was also encouraged by leaving space to solve doubts in relation to the implementation of the project. Almost all student groups asked questions, which is positively valued because usually very few students attend to tutorials with the teachers.

Finally, based on the rating of the five project performance indicators used (overall acceptable and good according to the qualitative levels set), the project objectives were successfully achieved.

D.3. References

[1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Memorias de Verificación y Modificación del Grado en Ciencias Ambientales de la Universidad de Granada.

<https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/competencias?actual=menu.solicitud.competencias.generales&tipo=G&cod=25018092010050301>

E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades

Todavía no se ha podido publicar nada debido a que el proyecto se encuentra en aplicación en dos asignaturas que se están impartiendo durante el segundo semestre del curso académico actual y no habrá finalizado antes de la fecha de entrega de esta Memoria, por lo que sólo se dispone de los resultados relativos a la asignatura desarrollada en el primer semestre (Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales).

Una vez obtenidos los resultados relativos al aprendizaje de los estudiantes en todas las asignaturas, así como a la influencia de la metodología propuesta para la mejora de la implementación, interpretación y análisis de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas, se procederá a su difusión mediante tres vías:

- Comunicación a Congreso de Innovación Docente (por ejemplo el 12º Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación que se celebrará en Lleida en julio de 2023, el 16º Congreso Internacional Anual de Educación,

Investigación e Innovación que tendrá lugar en Sevilla en noviembre de 2023, o el V Congreso Internacional de Innovación Docente e Investigación en la Universidad que se celebrará en Almería en diciembre de 2023) en el que se expondrá la metodología aplicada y se analizarán los resultados de aprendizaje obtenidos por parte de los estudiantes de las diferentes titulaciones.

- Artículo en revista docente de acceso abierto y sujeta a revisión por pares (por ejemplo, Innovations in Education and Teaching International o Journal of Research in Innovative Teaching & Learning) en el que, además de exponer la metodología docente, se analizará como el empleo de estrategias de trabajo colaborativo y evaluación por pares en la docencia de asignaturas de tratamiento de aguas de tres titulaciones diferentes pueden facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.
- Actividades de extensión universitaria y divulgación científica en las que participen los propios estudiantes, lo que podría fomentar la participación en el proyecto.

Con estas actividades de diseminación se pretende compartir nuestros resultados y animar a otros docentes al uso de metodologías similares en esta u otras áreas de conocimiento. De esta forma, la metodología desarrollada en este proyecto de innovación docente se podría aplicar en otras enseñanzas técnicas, no solamente en los Grados en Ciencias Ambientales, Ingeniería Civil e Ingeniería Química, en las que haya implicados procesos de diferente naturaleza.

Asimismo, se prepararán presentaciones y guiones extendidos de la materia para facilitar la aplicación del presente proyecto de innovación docente en otras universidades.

Dissemination and application of the project to other areas of knowledge and universities (In English)

The results and knowledge obtained from the implementation of the innovative teaching project have not been prepared for dissemination yet because the project has been partially implemented, as the methodology proposed is being implemented in two additional subjects taught during the second term of the current academic year. Thus, the project is not finished by the submission of this report.

Once the student learning outcomes in all subjects in which the project has been implemented are collected, and the effects of the proposed methodology to improve the implementation, interpretation and analysis of water treatment facilities flow diagrams are disentangled, they will be disseminated through three different channels:

- The attendance to a Conference in the field of Innovative Teaching (for instance the 12th International Conference on University Teaching and Innovation that will take place in July 2023 in Lleida, the 16th Annual International Conference of Education, Research and Innovation that will take place in November 2023 in Seville or the V International Congress of Innovative Teaching and Research in University that will take place in December 2023 in Almería) to present the methodology applied and the learning outcomes obtained.
- The elaboration of a manuscript to be published in open-access in a peer-reviewed journal relevant in the field (for instance, Innovations in Education and Teaching International or Journal of Research in Innovative Teaching & Learning). This manuscript, besides describing the methodology applied and the results obtained, will analyze how the application of collaborative learning, gaming and peer evaluation strategies in the teaching of water treatment in three different degrees can assist in the learning process of the students.
- The participation in outreach activities of the university in which the students themselves could participate, which could, at the same time, promote their participation in the project.

These dissemination activities aim at transferring the acquired knowledge so that it can be applied in similar fields or different knowledge areas. In this regard, the methodology developed in this innovative teaching project could be applied in any technical education field that involve processes of different nature.

Likewise, presentations and extended notes on how to apply the methodology will be prepared to facilitate the implementation of this innovative teaching approach in different universities.

F. Estudio de las necesidades para incorporación a la docencia habitual

El repositorio de símbolos creado por los estudiantes para las diferentes operaciones unitarias de tratamiento de aguas se revisará anualmente, mejorándolo y ampliándolo en la medida de lo posible.

Además, los diferentes casos prácticos planteados con los diagramas de flujo correspondientes se irán archivando y también estarán a disposición de los estudiantes en futuros cursos académicos.

Por otro lado, la herramienta “Taller” creada en la Plataforma PRADO de la Universidad de Granada también se utilizará en cursos venideros.

Tanto el repositorio de símbolos como el archivo de diagramas de flujo y la implementación de la herramienta “Taller” suponen una evolución y mejora de los recursos de las asignaturas objeto de la presente propuesta.

En este sentido, todo el material elaborado durante la ejecución del proyecto de innovación docente estará en formato digital y se pondrá a disposición de los estudiantes en los espacios habilitados para las asignaturas en cuestión en la Plataforma PRADO de la Universidad de Granada.

G. Puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora

Con objeto de mejorar el proyecto de innovación de cara al futuro se considerarán las observaciones realizadas por los estudiantes a través del cuestionario de satisfacción cumplimentado (ver sección D), que contaba con un espacio abierto a comentarios para compartir sus opiniones. Los comentarios más destacados se recogen en la Tabla 4.

Tabla 4. Comentarios de los estudiantes emitidos en la encuesta de satisfacción.

“Que pudiera ser aplicable en clase presencial, aparte de en la plataforma, creo que podría ser beneficioso para fomentar un debate sobre los resultados y afianzar el conocimiento aprendido.”
“La distribución de todos los iconos entre los diferentes grupos, para así disponer de menos carga de trabajo.”
“Hacer menos iconos y más casos prácticos para poder mejorar a la hora de enfrentarnos a los problemas.”
“Dejar más días para las tareas 2 y 3, y menos días para la tarea 1.”
“El modo de entrega es algo complejo. Pero la sensación es de haber sido útil.”

En base al cuestionario y a las observaciones realizadas por los estudiantes, se considerará realizar modificaciones al proyecto inicial para futuros cursos académicos. Se considera de utilidad reducir el número de iconos, aprovechando o mejorando los más representativos del curso académico actual, y dedicar un mayor tiempo a la realización de casos prácticos y evaluación por pares de los mismos, con objeto de mejorar el rendimiento por parte de los estudiantes. Además, se intentará exponer los resultados de los casos prácticos realizados en las clases presenciales para comentar los errores más comunes y plantear diferentes alternativas de resolución propuestas por los diferentes grupos, siempre que la programación docente lo permita. Finalmente, se tratará de simplificar el procedimiento de entrega del repositorio de iconos, resolución de casos prácticos y evaluación por pares a través de la Plataforma PRADO de la Universidad de Granada.

Además, se contactará con el responsable de gestión de la plataforma PRADO de la Universidad de Granada para plantear una posible mejora en la herramienta “Taller” consistente en poder realizar el envío de documentos y las asignaciones de evaluación por pares a grupos de estudiantes y no de forma individualizada. Esto supone un ahorro de tiempo a los estudiantes (ya que solo una persona del grupo ha de subir los documentos) y al profesorado, que en caso contrario tiene que hacer la asignación de forma manual, lo cual además de muy costoso en términos de tiempo, puede ser causa de errores en la asignación de un mismo documento a todos los integrantes de un grupo.

Con este proyecto se ha buscado una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes, que se vea reflejada en las tasas de rendimiento y éxito de las diferentes asignaturas y que se consolide en el tiempo introduciendo la propuesta docente en las guías docentes de las asignaturas en próximos cursos académicos.

Asimismo, se valorará la posibilidad de poner el proyecto en práctica en otras enseñanzas técnicas y se fomentará la colaboración con profesores de otras instituciones nacionales con la pretensión de dar continuidad al proyecto en cursos posteriores ampliándolo o mejorándolo.

Finalmente, cabe destacar que el presente proyecto de innovación docente además de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de los Grados en Ciencias Ambientales, Ingeniería Civil e Ingeniería Química en asignaturas de tratamiento de aguas, dada la temática de la materia en cuestión, enuncia la problemática ambiental y aporta posibles soluciones. En cuanto a la sostenibilidad, el proyecto de innovación docente se ha abordado en el marco de la economía circular y al amparo de la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030; en este contexto, se han buscado sistemas, o combinación de sistemas, de depuración más eficientes, respetuosos con el medio ambiente y que se encuentren alineados con la consecución no sólo del ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) sino también de los ODS 13, 14 y 15 (Acción por el clima, Vida submarina y Vida de ecosistemas terrestres, respectivamente). Además, es importante destacar que todo el material se ha elaborado en soporte digital con lo que no es necesario el uso de material desechable. Además, la preocupación ambiental del equipo de trabajo del Área de Tecnologías del Medio Ambiente ha hecho que durante la ejecución del proyecto no se haya utilizado ninguna cantidad de material en soporte papel.

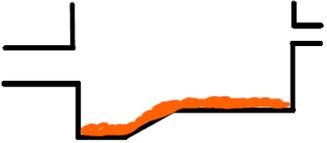
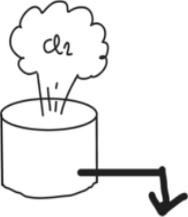
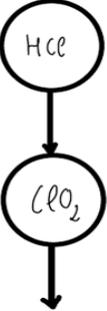
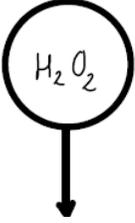
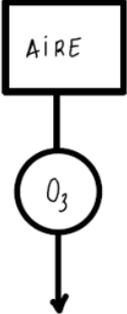


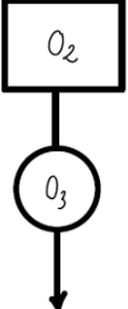
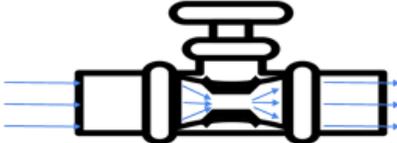
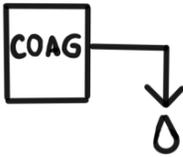
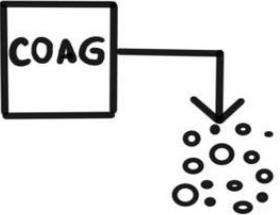
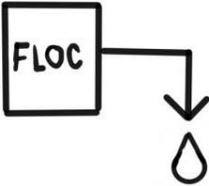
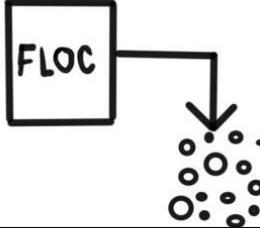
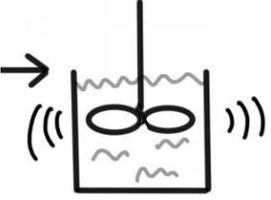
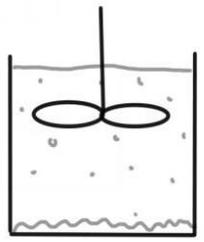
ANEXO I

Repositorio de símbolos para las operaciones
unitarias de tratamiento de aguas

GRUPO A

REPOSITORIO DE ICONOS DEFINITIVO PARA TRATAMIENTOS DE
POTABILIZACIÓN

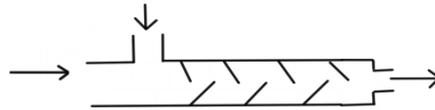
<p>1. DESBASTE: rejas de desbaste de limpieza manual</p> 	<p>2. DESARENADO: desarenador</p> 	<p>3. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de hipoclorito</p> 
<p>4. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de cloro gas</p> 	<p>5. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de dióxido de cloro a partir de cloro gas</p> 	<p>6. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de dióxido de cloro a partir de ácido clorhídrico</p> 
<p>7. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de monocloramina</p> 	<p>8. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de peróxido de hidrógeno</p> 	<p>9. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: Generador de ozono a partir de aire</p> 

<p>10. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: <i>Generador de ozono a partir de oxígeno</i></p> 	<p>11. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: <i>Cámara de ozonización con difusión de ozono</i></p> 	<p>12. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: <i>dispositivo Venturi</i></p> 
<p>13. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Dosificación de coagulante líquido</i></p> 	<p>14. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Dosificación de coagulante sólido</i></p> 	<p>15. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Dosificación de floculante líquido</i></p> 
<p>16. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Dosificación de floculante sólido</i></p> 	<p>17. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Cámara de coagulación mecánica</i></p> 	<p>18. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Cámara de floculación mecánica</i></p> 

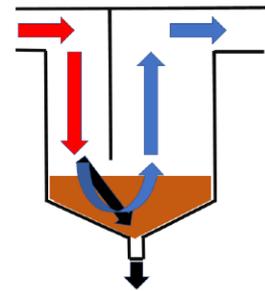
19. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN:
Cámara de floculación hidráulica



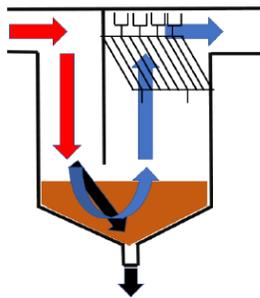
20. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN:
mezclador
estático



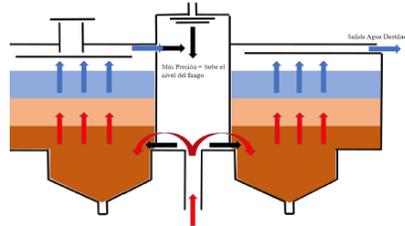
21. DECANTACIÓN:
decantador de
lechos de fangos



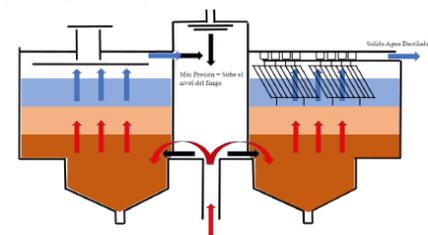
22. DECANTACIÓN
decantador de
lechos de fangos
con lamelas



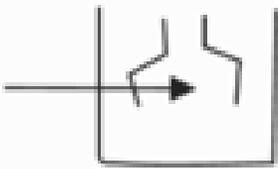
23. DECANTACIÓN: decantador de
lechos de fangos. pulsante



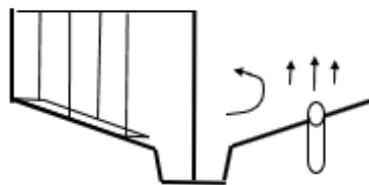
24. DECANTACIÓN: decantador de
lechos de fangos, pulsante con
lamelas



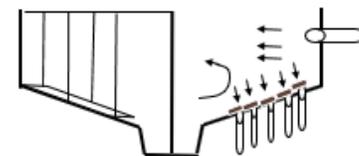
25. DECANTACIÓN: decantador de
recirculación de fangos



26. DECANTACIÓN: decantador
estático circular de flujo ascendente
con raspado de fangos



27. DECANTACIÓN: decantador
estático circular de flujo horizontal
con raspado de fangos y succión



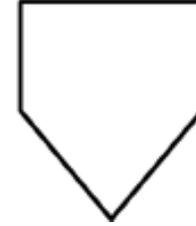
28. DECANTACIÓN: decantador estático rectangular con rascado de fangos



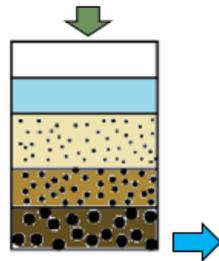
29. DECANTACIÓN: decantador estático rectangular sin rascado de fangos



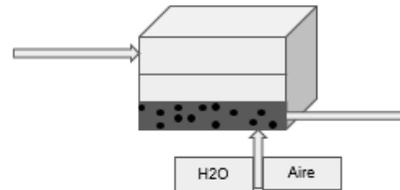
30. DECANTACIÓN: decantador tronco cónico



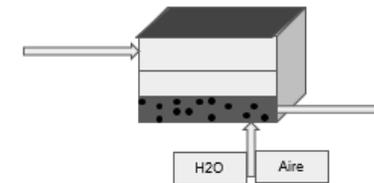
31. FILTRACIÓN: filtro lento



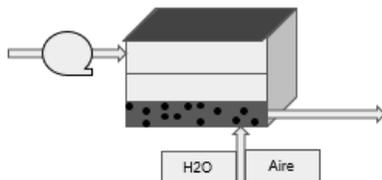
32. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa abierto por gravedad con limpieza aire-agua



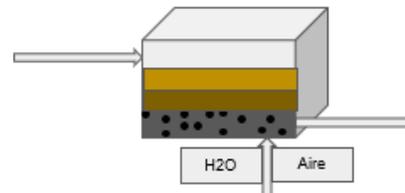
33. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa cerrado por gravedad con limpieza aire-agua



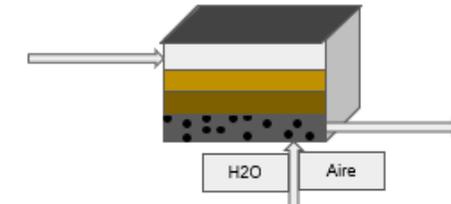
34. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa cerrado a presión con limpieza aire-agua



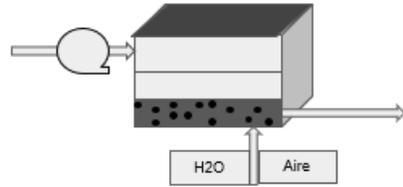
35. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa abierto por gravedad con limpieza aire-agua



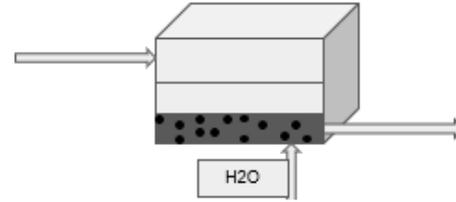
36. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa cerrado por gravedad con limpieza aire-agua



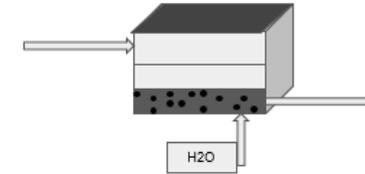
37. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa cerrado a presión con limpieza aire-agua



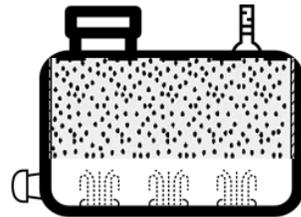
38. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa abierto por gravedad con limpieza por agua



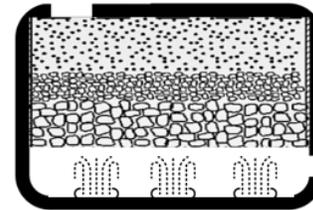
39. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa cerrado por gravedad con limpieza por agua



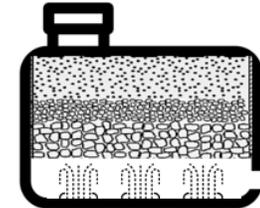
40. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa cerrado a presión con limpieza por agua



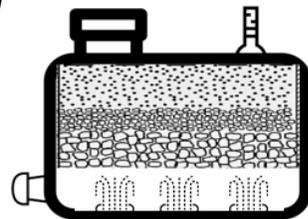
41. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa abierto por gravedad con limpieza por agua



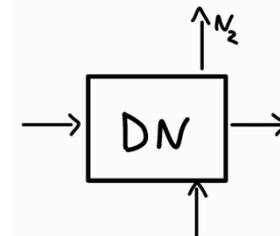
42. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa cerrado por gravedad con limpieza por agua



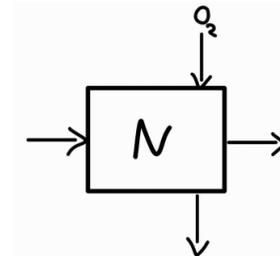
43. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa cerrado a presión con limpieza por agua

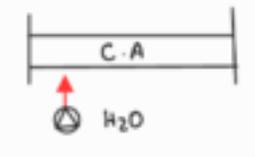
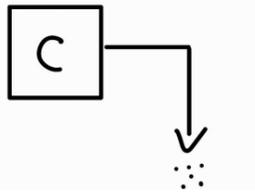
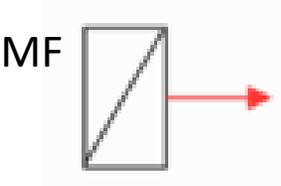
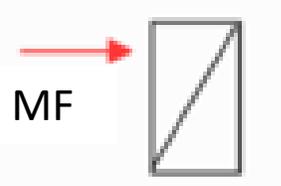
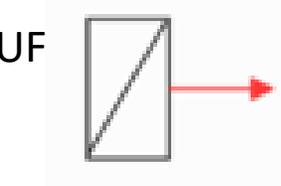
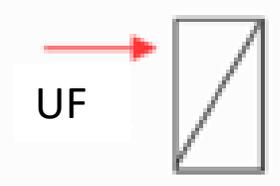
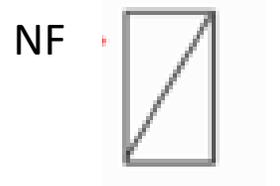
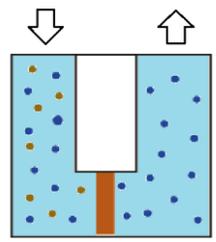


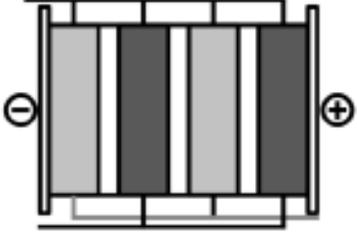
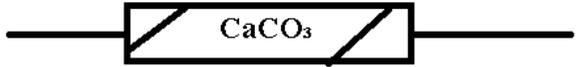
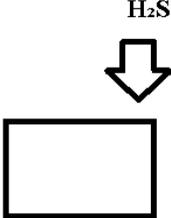
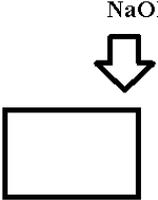
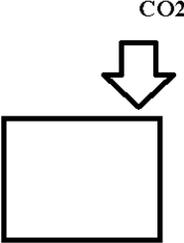
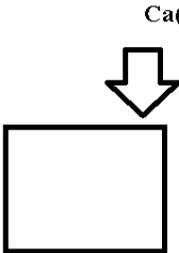
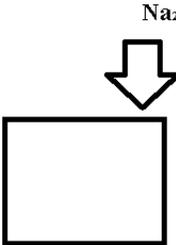
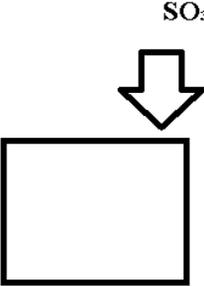
44. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: filtro sumergido desnitrificante



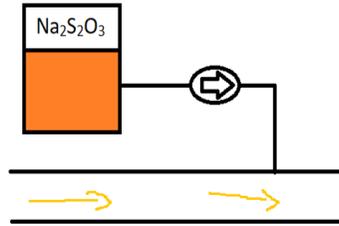
45. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: filtro Sumergido nitrificante



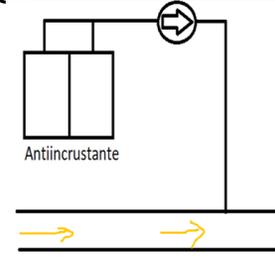
<p>46. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>filtro sumergido adsorbente</i></p> <p><i>Icono descartado por definición confusa</i></p>	<p>47. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>filtro de carbón activo granular con limpieza por agua</i></p> 	<p>48. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de carbón activo en polvo</i></p> 
<p>49. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>microfiltración por succión</i></p> 	<p>50. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>microfiltración por presión</i></p> 	<p>51. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>ultrafiltración por succión</i></p> 
<p>52. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>ultrafiltración por presión</i></p> 	<p>53. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>nanofiltración</i></p> 	<p>54. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>osmosis inversa</i></p> 

<p>55. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>electrodialisis</i></p> 	<p>56. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>filtro de calcita</i></p> 	<p>57. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de ácido clorhídrico</i></p> 
<p>58. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de ácido sulfúrico</i></p> <p>H_2SO_4</p> 	<p>59. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de sosa líquida</i></p> <p>NaOH líquida</p> 	<p>60. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de dióxido de carbono</i></p> <p>CO_2</p> 
<p>61. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de lechada de cal</i></p> <p>$Ca(OH)_2$</p> 	<p>62. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de carbonato sódico</i></p> <p>Na_2CO_3</p> 	<p>63. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de sulfito</i></p> <p>SO_3^{2-}</p> 

64. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS:
dosificación
de tiosulfato

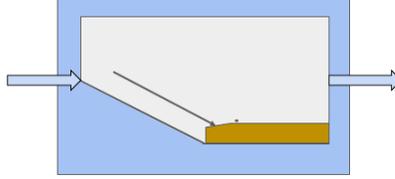
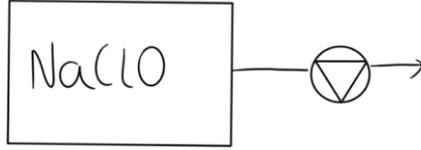
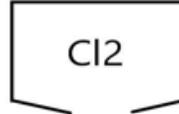
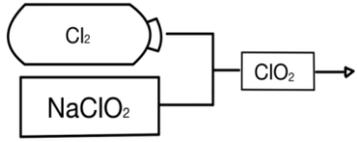
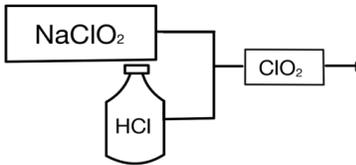
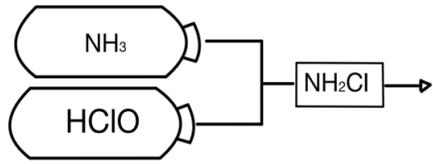
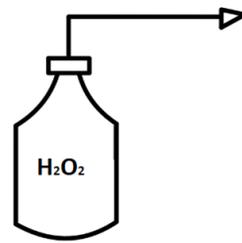


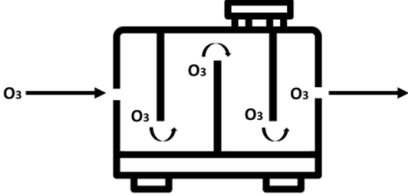
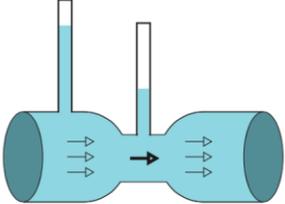
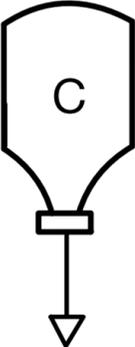
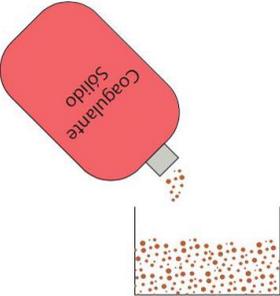
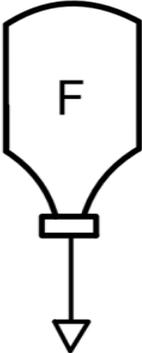
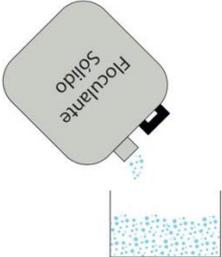
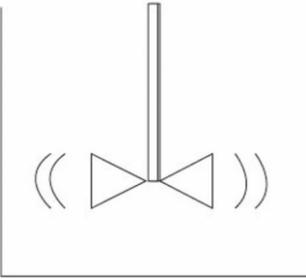
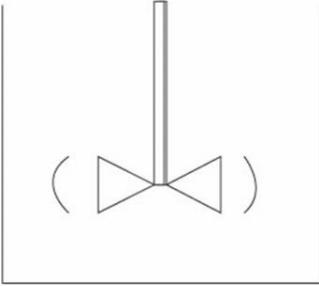
65. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS:
dosificación de
anti-incrustante



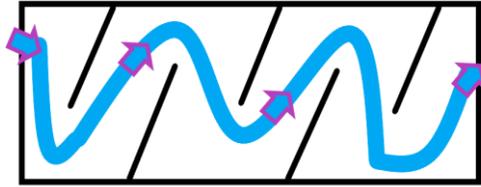
GRUPO B

REPOSITORIO DE ICONOS DEFINITIVO PARA TRATAMIENTOS DE
POTABILIZACIÓN

<p>1. DESBASTE: rejas de desbaste de limpieza manual</p> 	<p>2. DESARENADO: desarenador</p> 	<p>3. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de hipoclorito</p> 
<p>4. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de cloro gas</p> 	<p>5. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de dióxido de cloro a partir de cloro gas</p> 	<p>6. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de dióxido de cloro a partir de ácido clorhídrico</p> 
<p>7. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de monocloramina</p> 	<p>8. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: dosificación de peróxido de hidrógeno</p> 	<p>9. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: Generador de ozono a partir de aire</p> 

<p>10. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: <i>Generador de ozono a partir de oxígeno</i></p> 	<p>11. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: <i>Cámara de ozonización con difusión de ozono</i></p> 	<p>12. OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN: <i>dispositivo Venturi</i></p> 
<p>13. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Dosificación de coagulante líquido</i></p> 	<p>14. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Dosificación de coagulante sólido</i></p> 	<p>15. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Dosificación de floculante líquido</i></p> 
<p>16. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Dosificación de floculante sólido</i></p> 	<p>17. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Cámara de coagulación mecánica</i></p> 	<p>18. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: <i>Cámara de floculación mecánica</i></p> 

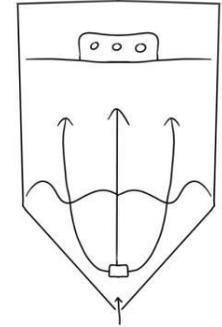
19. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN:
Cámara de floculación hidráulica



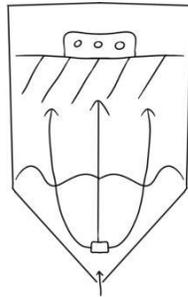
20. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN:
mezclador
estático



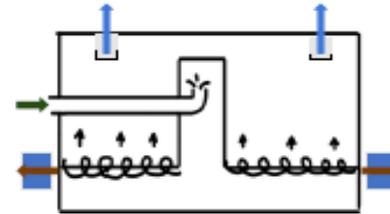
21. DECANTACIÓN:
decantador de
lechos de fangos



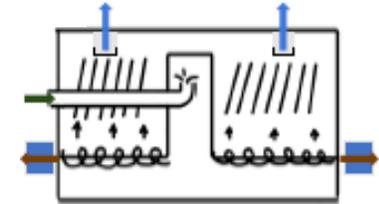
22. DECANTACIÓN:
decantador de
lechos de fangos
con lamelas



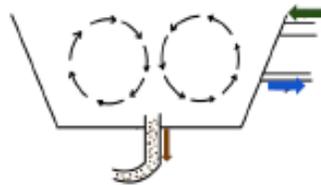
23. DECANTACIÓN:
decantador de
lechos de
fangos,
pulsante



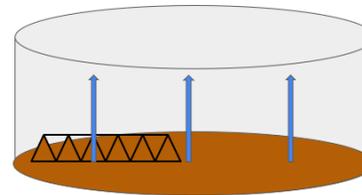
24. DECANTACIÓN: decantador de
lechos de fangos, pulsante con
lamelas



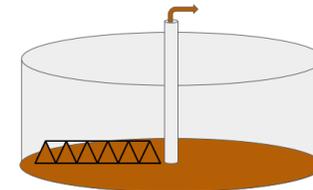
25. DECANTACIÓN:
decantador de
recirculación de
fangos



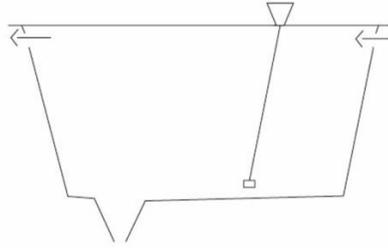
26. DECANTACIÓN: decantador
estático circular de flujo ascendente
con rascado de fangos



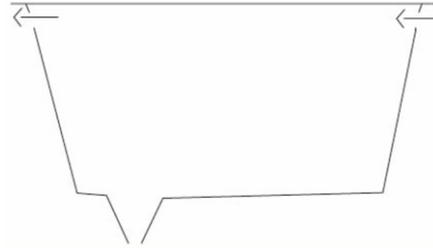
27. DECANTACIÓN: decantador
estático circular de flujo horizontal
con rascado de fangos y succión



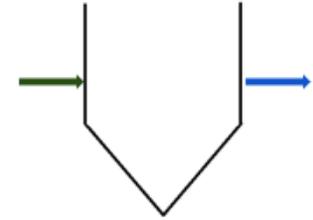
28. DECANTACIÓN: decantador estático rectangular con rascado de fangos



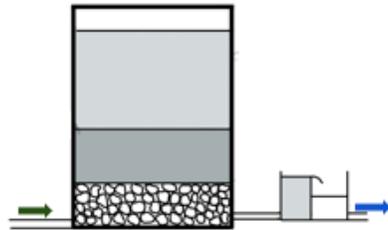
29. DECANTACIÓN: decantador estático rectangular sin rascado de fangos



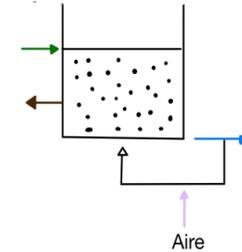
30. DECANTACIÓN: decantador tronco cónico



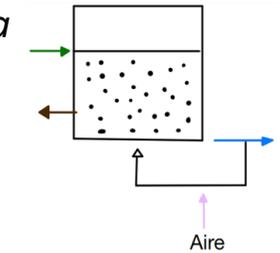
31. FILTRACIÓN: filtro lento



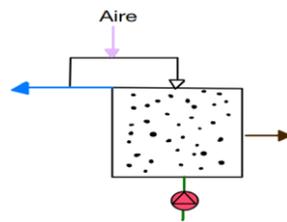
32. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa abierto por gravedad con limpieza aire-agua



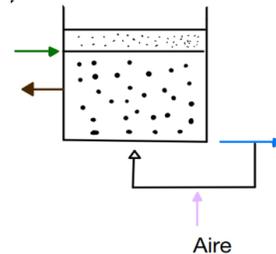
33. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa cerrado por gravedad con limpieza aire-agua



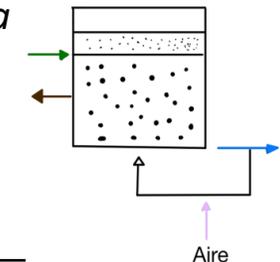
34. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa cerrado a presión con limpieza aire-agua



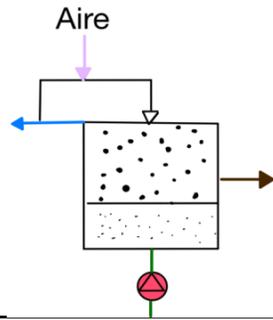
35. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa abierto por gravedad con limpieza aire-agua



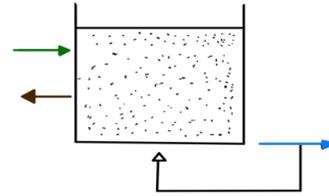
36. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa cerrado por gravedad con limpieza aire-agua



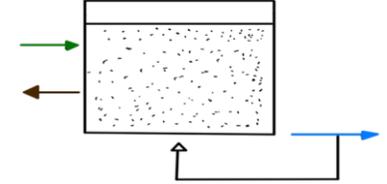
37. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa cerrado a presión con limpieza aire-agua



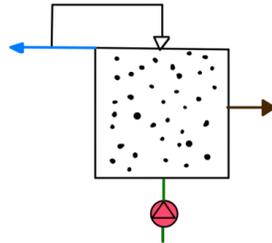
38. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa abierto por gravedad con limpieza por agua



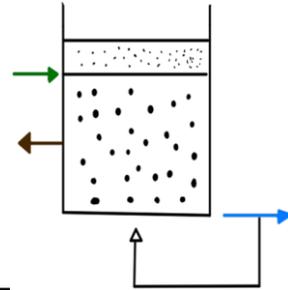
39. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa cerrado por gravedad con limpieza por agua



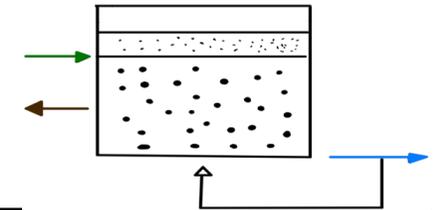
40. FILTRACIÓN: filtro granular monocapa cerrado a presión con limpieza por agua



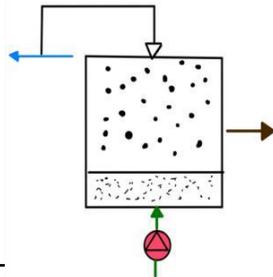
41. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa abierto por gravedad con limpieza por agua



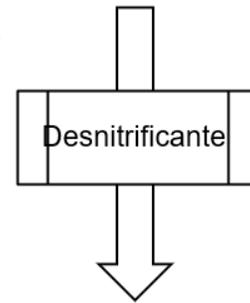
42. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa cerrado por gravedad con limpieza por agua



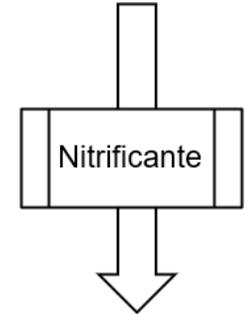
43. FILTRACIÓN: filtro granular multicapa cerrado a presión con limpieza por agua



44. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: filtro sumergido desnitrificante



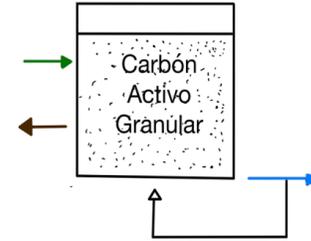
45. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: filtro sumergido nitrificante



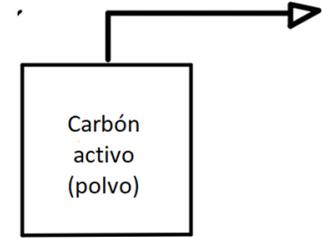
46. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS: *filtro
sumergido adsorbente*

Icono descartado

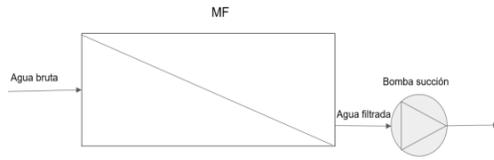
47. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS:
*filtro de carbón
activo
granular
con limpieza
por agua*



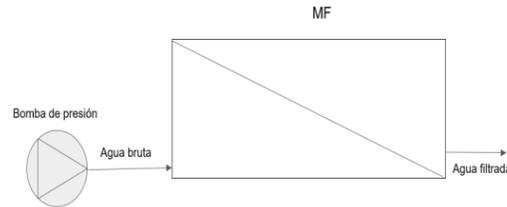
48. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS:
*dosificación de
carbón activo
en polvo*



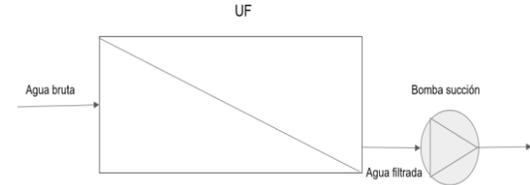
49. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS: *microfiltración
por succión*



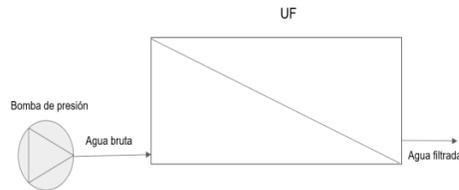
50. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS: *microfiltración
por presión*



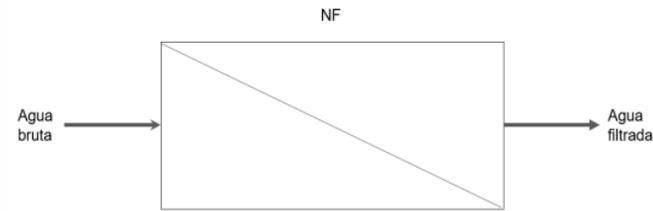
51. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS: *ultrafiltración
por succión*



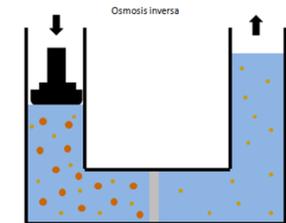
52. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS: *ultrafiltración
por presión*

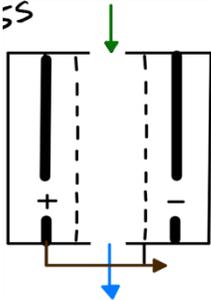
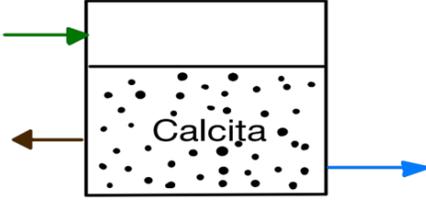
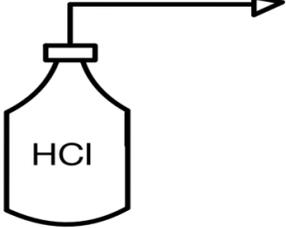
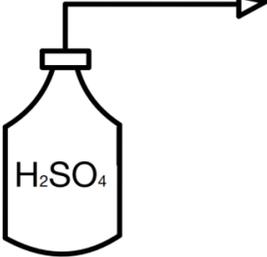
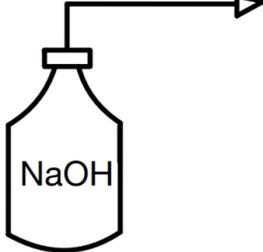
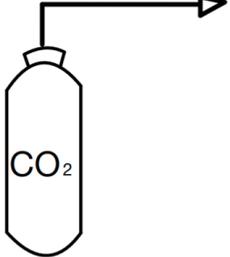
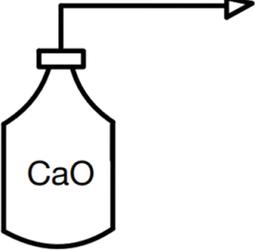
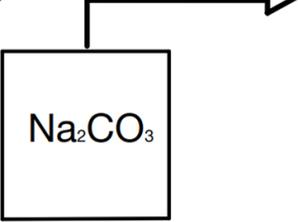
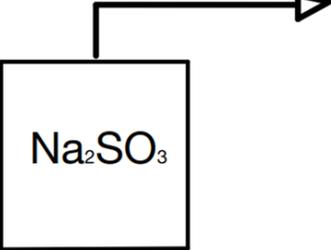


53. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS: *nanofiltración*

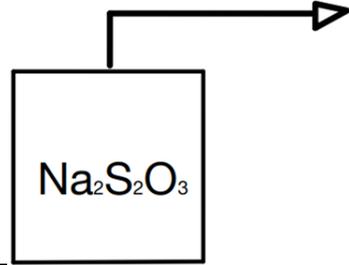


54. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS:
osmosis inversa

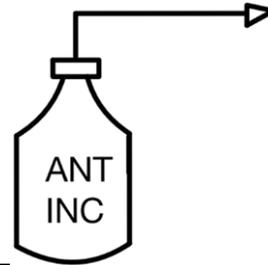


<p>55. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>electrodialisis</i></p> 	<p>56. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>filtro de calcita</i></p> 	<p>57. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de ácido clorhídrico</i></p> 
<p>58. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de ácido sulfúrico</i></p> 	<p>59. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de sosa líquida</i></p> 	<p>60. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de dióxido de carbono</i></p> 
<p>61. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de lechada de cal</i></p> 	<p>62. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de carbonato sódico</i></p> 	<p>63. TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS: <i>dosificación de sulfito</i></p> 

64. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS:
*dosificación de
tiosulfato*



65. TRATAMIENTOS
COMPLEMENTARIOS:
*dosificación de
anti-incrustante*



ANEXO II

Casos prácticos de implementación de
diagramas de flujo de instalaciones de
tratamiento de aguas

CASO PRÁCTICO 1

Cada grupo de estudiantes, de acuerdo con la división establecida para los trabajos en grupo de la asignatura, realizará el diagrama de flujo de una planta de potabilización de aguas que ha de tratar un influente que contiene nitrato, un alto contenido en materia orgánica y en el que habitualmente se detecta la presencia de pesticidas.

Para ello, cada grupo deberá utilizar el listado de iconos de potabilización resultante de la votación realizada por los estudiantes y profesorado de la asignatura, que se encuentra disponible en la Tarea 2 del Proyecto de Innovación Docente. Los diferentes grupos resolverán el caso práctico empleando el programa Microsoft PowerPoint u OpenOffice.