El uso del agua en nuestra sociedad es de gran importancia. Esta se utiliza no solo para el consumo humano sino también para actividades industriales y ganaderas. Una vez el agua se ha utilizado y deja de ser útil para la actividad, esta se convierte en un residuo llamado aguas residuales. Estas aguas contienen sustancias que ponen en peligro la salud humana y de los ecosistemas. Para reducir el daño medio ambiental existen las depuradoras que tratan estas aguas para reducir sus niveles de contaminación. Podemos encontrar dos tipos de depuradoras, las que depuran el agua de los núcleos urbanos y las depuradoras industriales. Las depuradoras industriales se encargan de reducir la carga contaminante del agua para que pueda ser vertida al alcantarillado público o al medio ambiente.

La presencia de vertidos ilegales y desbordamientos en el alcantarillado suponen una amenaza para las masas de agua. Los vertidos ilegales se producen cuando una empresa o persona vierte al alcantarillado un volumen de agua sin autorización. Estos vertidos pueden provocar una bajada en el rendimiento de la depuradora lo que provocará un efluente de peor calidad. Por otro lado, los desbordamientos se generan cuando el alcantarillado no puede transportar toda el agua que entra y es necesario utilizar los aliviaderos del alcantarillado. Los desbordamientos pueden provocar la contaminación de las masas de agua. En muchos casos no es posible detectar al responsable de los vertidos. Lo que hace que estos queden impunes violando el principio ambiental de quien contamina paga.

Para solucionar este problema se propone el desarrollo de un sistema de bajo coste para la monitorización de parámetros del agua para detectar problemas en los alcantarillados dentro del contexto de las ciudades inteligentes (Smart cities). La hipótesis de trabajo radica que ante la presencia de un vertido la concentración de ciertos parámetros del agua cambiará lo suficiente como para que pueda ser detectado. Al detectarse el sitio del vertido se podrá acudir rápidamente al lugar a fin de cesar el vertido además de tomar las acciones legales que sean necesarias contra la persona que está realizado el vertido.

Para el sistema hemos recopilado información sobre los diferentes parámetros que se incorporan en otros sistemas para monitorizar el alcantarillado como son el nivel de agua, temperatura, conductividad, turbidez, pH y de otros contaminantes del agua como son la materia orgánica, nutrientes y metales pesados. Con esta información se determina que los parámetros más interesantes y que pueden ser medidos con un bajo coste son temperatura, conductividad, turbidez, nivel de agua y aceite. Además, se incluye el uso de sensores de lluvia para el alcantarillado de pluviales.

Para la monitorización de estos parámetros se escogen sensores comerciales de bajo coste para la monitorización de la temperatura, el nivel y la lluvia. Para los otros parámetros las opciones de bajo coste comerciales que existen en la actualidad no son útiles. Por ello se decidió desarrollar nuestros propios sensores. Para ello se utilizó sensores del tipo inductivos para la conductividad y sensores ópticos para el control de la turbidez y el aceite.

Respecto a los sensores inductivos, se ha determinado que existen interferencias de los sólidos y del nivel de agua en la respuesta del sensor. Se ha comprobado que estos dos parámetros tienen un efecto en la respuesta del sensor. Sin embargo, en el caso de los sólidos esta interferencia es pequeña en la concentración de solidos que existe en el alcantarillado, siendo esta de 0.078 V/gramo. En cambio, la cantidad de agua sí que afecta a la respuesta de la bobina de forma significativa. Por tanto, el sensor deberá estar sumergido.

Respecto a la turbidez se han realizado dos prototipos diferentes. Un prototipo ha sido desarrollado para cuerpos de agua y el otro para el alcantarillado. El prototipo desarrollado para cuerpos de agua es capaz de determinar el porcentaje de algas que existen en el agua conociendo la cantidad de solidos en el agua. Para determinar la cantidad de solidos utilizamos un algoritmo que transforma la medida de la turbidez a sólidos. Respecto al turbidímetro para alcantarillado hemos testeado con dos prototipos similares de turbidímetro con diferentes LEDs de colores, un LED infrarrojo y un fotoreceptor a 0º y 180º.

Para la detección del aceite hemos desarrollado otro sensor óptico. Hemos hecho pruebas a distintas alturas de agua. Viendo que éramos capaces de identificar si el aceite provenía de un motor gasolina o de un motor Diesel, y en el caso de aceite usado por un motor de gasolina éramos capaces de cuantificarlo.

Por último, respecto a nuestro sistema hemos analizado mediante simulaciones la utilidad de un sensor de nivel en el alcantarillado. Hemos detectado que en el caso de alcantarillado pluvial este sí que puede ser útil. Además, hemos testeado en una tubería el sensor inductivo y el de aceite con diferentes concentraciones de sal y aceite para ver su funcionamiento.

Para nuestro sistema utilizaremos un microcontrolador donde irán los diferentes sensores. El coste estimado de cada uno de los nodos sensores es de 120 €. Nuestro sistema utilizara una topología del tipo estrella, donde los diferentes nodos sensores enviaran la información a un punto central (cluster head) este tendrá conexión por internet al ordenador central.

Los sensores desarrollados pueden ser utilizados en otros ambientes. Por ello, mostramos otros trabajos realizados durante el periodo de la tesis con los sensores desarrollados. Estos trabajos son: (I) el uso de bobinas para la monitorización de la humedad del suelo, (II) el uso de sensores ópticos para detectar gasóleo B (bajo en impuestos) en vehículos no autorizados, (III) el uso de sensores y tecnología de bioabsorción en canales de riego afectados por aguas residuales y (IV) el uso del sensor de aceite en canales de riego.