

UNA SOLUCIÓN INTELIGENTE E INNOVADORA PARA LA ELIMINACIÓN DE OLORES EN LA EDAR RIO GAFO

LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES SON INSTALACIONES QUE SE CONSTRUYEN PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL QUE LAS AGUAS RESIDUALES PROVOCAN SOBRE EL ENTORNO, PERO QUE, COMO CUALQUIER INSTALACIÓN DE TIPO INDUSTRIAL, TIENEN REPERCUSIÓN SOBRE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA ZONA COLINDANTE CON SU EMPLAZAMIENTO, EN LO QUE A DETERMINADOS FACTORES AMBIENTALES RESPECTA, SINGULARMENTE, POR EL TIPO DE MATERIA PRIMA CON LA QUE TRABAJA –AGUA RESIDUAL–, LA GENERACIÓN Y POTENCIAL EMISIÓN DE OLORES. ESTA SITUACIÓN HA LLEVADO A QUE EN EL DISEÑO DE LAS DEPURADORAS Y, MUY ESPECIALMENTE, EN LA REFORMA DE LAS EXISTENTES, SE TOMEN EN CUENTA LAS CONDICIONES DE CONTROL DE OLORES Y SE DESTINEN IMPORTANTES INVERSIONES A ESTE CAPÍTULO, ANTE LA NATURAL CONCIENCIACIÓN SOCIAL AL RESPECTO Y LA FUERTE PRESIÓN URBANÍSTICA SOBRE LAS ÁREAS PRÓXIMAS A LAS DEPURADORAS ANTE EL CRECIMIENTO URBANO DE LOS ÚLTIMOS AÑOS.

En las instalaciones de saneamiento, los compuestos causantes de olores pueden provenir de vertidos industriales o se pueden producir en colectores e instalaciones de tratamiento por el metabolismo biológico. Los mercaptanos y el sulfuro de hidrógeno son los mayores contribuyentes a los problemas de olores. El último de ellos produce, además, importantes daños por corrosión y supone un riesgo para la salud del personal de las instalaciones de saneamiento.

Emisiones de malos olores

El proyecto de desodorización de la EDAR Río Gafo ha considerado las emisiones de olores generadas en la línea de agua (entrada, desbaste, desarenado, desengrasado, clasificador de arenas y concentrador de grasas, con sus correspondientes contenedores de residuos), y en la línea de fangos (espesadores, sala de deshidratación, y silo de almacenamiento).

Estudio de alternativas en tecnologías de eliminación de olores

Los sistemas estudiados fueron los tradicionalmente utilizados en instalaciones de saneamiento y depuración (torres de lavado químico)



Depuradora de las Caldas en construcción junto al río Nalón | Las Caldas WWTW alongside the River Nalón



Instalación de extracción en zona de tamices
Extraction facility in the screening area

SMART INNOVATIVE ODOUR REMOVAL SOLUTION AT RIO GAFO WWTP

WASTEWATER TREATMENT PLANTS ARE BUILT TO MINIMISE ENVIRONMENTAL IMPACT BUT, LIKE ALL INDUSTRIAL FACILITIES, THEY HAVE REPERCUSSIONS ON THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN THEIR SURROUNDING AREAS. THIS IS MAINLY DUE TO THE RAW MATERIAL WITH WHICH THEY WORK – WASTEWATER - AND THE GENERATION AND POTENTIAL EMISSION OF ODOURS. THIS HAS LED TO ODOUR CONTROL FACTORS BEING GIVEN GREATER PRIORITY IN THE DESIGN OF NEW PLANTS AND MOST PARTICULARLY IN THE RENOVATION OF EXISTING PLANTS. SIGNIFICANT INVESTMENTS ARE BEING MADE IN THIS AREA, GIVEN THE SOCIAL AWARENESS OF THE ISSUE AND THE HEAVY TOWN PLANNING PRESSURE PLACED ON THE SURROUNDING AREAS OF WWTP AS A RESULT OF THE URBAN GROWTH OF RECENT YEARS.

At wastewater treatment facilities, compounds that cause odours can come from industrial effluents or they can occur in pipes or treatment facilities as a result of biological metabolism. Mercaptans and hydrogen sulphide are the chief contributors to odour problems. The latter also causes significant corrosion damage and represents a health risk for sewage plant staff.

Foul odour emissions

The odour control project at the Río Gafo WWTP focused on odour emissions generated in the water line (inlet, filtering, degritting, degreasing, grit classifier, and associated waste containers), and in the sludge line (thickeners, dewatering room and storage silo).

Study of alternative odour removal technologies

The systems studied are those traditionally used at sewage and treatment facilities (packed-tower chemical scrubbers, activated carbon filters, biofilters with vegetable substrates) and an innovative alternative in the form of high-performance percolating biofilters with inert substrates.

The most widely used odour removal systems at sewage treatment plants are packed-tower chemical scrubbers and activated carbon filters.

The sustainability of these systems from the operating perspective depends on the operating regime (in theory a continuous regime) and the pollutant load in the treated air stream. This is due to the fact that consumption of chemical reagents and/or adsorbents is proportional to the flow mass of removed contaminants. The high operating costs of these

mico, filtros de carbón activo, biofiltros de sustrato vegetal) y como alternativa innovadora los biofiltros percoladores de sustrato inerte y alto rendimiento.

Los sistemas de eliminación más ampliamente utilizados en instalaciones de saneamiento y depuración son las torres de lavado químico, (scrubbers químicos), y los filtros de carbón activo.

La sostenibilidad de estos sistemas, desde el punto de vista de operación, depende del régimen de funcionamiento, (teóricamente continuo), y de la carga de contaminantes presente en la corriente de aire tratado, ya que el consumo de reactivos químicos y/o adsorbentes es proporcional al flujo másico de los contaminantes eliminados. Los altos costes de operación de estos sistemas ha propiciado que las tecnologías biológicas de desodorización estén adquiriendo una creciente importancia en España.

A continuación se describen brevemente las alternativas de tratamientos estudiados y se incluye una tabla con el estudio de los costes de operación para cada alternativa estudiada.

Alternativa 1: lavado químico

El sistema de tratamiento mediante lavado químico consiste en 1-3 torres de lavado en serie donde tiene lugar el contacto aire/agua/reactivos. El aire atraviesa la zona de contacto aire/líquido, rellena de anillos plásticos, que optimiza la transferencia de materia desde la fase gas a la fase líquida. La solución química es pulverizada en la zona superior de la torre, atraviesa la zona de contacto y posteriormente es recuperada en el fondo de la torre.

De aquí es reconducida de nuevo a la zona superior por la bomba de recirculación. Los reactivos contenidos en el agua son transformados por la reacción de los compuestos gaseosos solubilizados formando diferentes sales. La renovación de reactivos se realiza por inyección automática regulada por sondas de pH y potencial redox. La renovación del líquido se hace por purgas, para mantener una concentración de sales disueltas suficientemente baja para que no sean un freno a las reacciones químicas deseadas.

Hasta hace relativamente poco tiempo había una fuerte tendencia a implantar estos sistemas como medidas correctoras para solucionar problemas de olores. Aunque esta tendencia aún existe, ha perdido intensidad debido a los inconvenientes que presenta y a los avances tecnológicos de los sistemas biológicos. A continuación se describe de manera sucinta los principales inconvenientes:

- Elevado coste de operación derivado de la utilización de reactivos químicos
- Mayor consumo eléctrico debido al funcionamiento de las bombas de recirculación.
- Riesgo asociado a la manipulación de productos químicos peligrosos.
- Eliminación baja de COVs
- Riesgos de expulsión a la atmósfera de componentes químicos peligrosos.
- Requieren una gran rutina de comprobación y operadores experimentados para mantener el rendimiento (calibración de sensores, dosificación...)
- Dosificación incontrolada de reactivos debido a fallos de instrumentación.

Alternativa 2: filtración con carbón activo

Los carbones activados parecen un producto muy simple pero en realidad son unos materiales extremadamente complejos que varían en función de:

systems has led to biological odour control technologies becoming increasingly important in Spain.

The following is a brief outline of the treatment alternatives studied and includes a table showing the operating costs of each alternative.

Alternative 1: chemical scrubbing

The chemical scrubbing treatment system consists of 1-3 tower scrubbers arranged in series where the air/water/reagent contact takes place. The air percolates down the contact zone (counter-current to the air) which is full of plastic rings, to optimise the transfer of the material from the gaseous phase to the liquid phase. The chemical solution is sprayed in the upper part of the tower and passes through the contact zone before being recovered at the bottom of the tower. From here, it is once again sent to the top of the tower by the recirculation pump. The reagents in the water are transformed by the reaction of the gaseous compound to form different salts. Reagent replacement is carried out by means of automatic injection regulated by pH and redox potential sensors. Liquid replacement is carried out by drainage, in order to maintain a sufficiently low concentration of dissolved salts so as not to slow down the desired chemical reactions.

Until relatively recently, there was a great tendency to implement these systems as a corrective measure for the solution of odour-related problems. Although this tendency still exists, it is losing ground due to the drawbacks associated with these systems and technological breakthroughs in biological systems. The main drawbacks are as follows:

- High operating cost associated with use of chemical reagents
- High electricity consumption required by recirculation pumps.
- Risk associated with handling of dangerous chemicals.
- Low VOC removal rate
- Risk of releasing dangerous chemical components into the atmosphere.
- Need for constant checking and experienced operators in order to maintain performance levels (calibration of sensors, dosing...)
- Uncontrolled reagent dosing due to instrumentation failures.

Alternative 2: Activated carbon filtration

Activated carbons appear to be a very simple product but in reality they are extremely complex materials that vary in accordance with:

- Porous structure of the raw material
- Activation process, through which increased porosity of the carbon matrix is achieved and chemical functionalities are formed.
- The chemical reagents with which the activated carbon is impregnated, causing it to react with the specific gaseous pollutants to make them non-volatile and odourless.

Activated carbon filtration is an unsophisticated process with a low initial investment cost and it does not require qualified operating staff. Operating costs are associated with adsorbent consumption and the electricity consumption of the fan.

The activated carbons most commonly used for odour control at WWTPs are impregnated with alkaline reagents. Certain phenomena, such as migration of the impregnation agent (soluble in water) through condensation of the water vapour and the carbonation that occurs to the CO₂ in the air, result in

- Estructura porosa de la materia prima.
- Proceso de activación, mediante el cual se produce un incremento de la porosidad de la matriz del carbón y se forman funcionalidades químicas.
- Reactivos químicos con los que se impregnan, que consiguen que el carbón activado reaccione con contaminantes gaseosos específicos para convertirlos en no volátiles y no olorosos.

La filtración con carbón activo es una tecnología poco sofisticada, con un coste de inversión inicial bajo, que no requiere personal cualificado para su operación. Su coste de operación está asociado al consumo del adsorbente y al consumo eléctrico del ventilador.

Los carbones activos más frecuentemente utilizados para el control de olores en depuradoras de aguas residuales están impregnados con reactivos alcalinos. Ciertos fenómenos tales como la migración del impregnante (soluble en agua) por condensación de vapor de agua y la carbonatación producida al CO₂ del aire conducen a una pérdida de la capacidad de retención teórica de carbón activo, pudiendo disminuir hasta un 50%.

Este tipo de carbón puede regenerarse 1-2 veces in situ mediante lavado con sosa y alargar en cierta medida su vida operacional, si bien deben tenerse en consideración el coste de suministro de este reactivo, la posterior gestión de residuos y el riesgo asociado a su manipulación.

Una vez finalizada la vida de servicio del carbón, deberá gestionarse su disposición final, por ejemplo, mediante eliminación en vertedero.

Alternativa 3: biofiltro convencional

El proceso de desodorización mediante biofiltración se basa en la acción de microorganismos capaces de descomponer los compuestos olorosos en ácidos, productos orgánicos y agua.

Los biofiltros convencionales utilizan materiales porosos como corteza de pino, astillas de madera o turba, que funcionan bien para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles, lo que supone una serie de desventajas frente a los biofiltros de nuevo diseño con sustrato inerte:

- Necesitan un scrubber con sosa como etapa de pretratamiento o un humidificador para humidificar el aire y eliminar los compuestos de azufre. El aire debe ser previamente humidificado ya que si no está completamente saturado en humedad, una parte del relleno podría secarse, inactivando los microorganismos.
- El peso del relleno húmedo limita la profundidad del lecho para que no exista excesiva compresión. Esto se traduce en una gran ocupación de espacio en la planta.
- La formación de ácido sulfúrico formado por oxidación biológica de los compuestos de azufre puede degradar el relleno y producir su colapso.
- Suelen ser reactores abiertos lo que imposibilita la canalización del efluente gaseoso para toma de muestras y control.
- La salida de aire se realiza a pocos metros del suelo y a poca velocidad por lo que la dispersión del olor residual es mala.
- El sustrato tiene un periodo corto de duración lo que significa un coste de operación de sustitución del mismo.

En el caso de la depuradora objeto de este estudio, el coste de suministro del relleno vegetal de dos biofiltros convencionales dimensionados con un tiempo de contacto de 36 segundos sería aproximadamente 6.500-8.000 euros cada 3-5 años, sin tener en cuenta la mano de obra y medios auxiliares, grúas, etc. ni la disposición final en vertedero del relleno sustituido.

a theoretical loss of activated carbon retention capacity of up to 50%.

This type of activated carbon can be regenerated 1-2 times in situ through caustic soda scrubbing, thereby prolonging its lifespan. However, the cost of supply of this reagent, subsequent waste management and the risk associated with handling it are factors to be taken into account. Once the service life of the carbon comes to an end, final disposal, landfilling for example, needs to be managed.

Alternative 3: conventional biofilter

Odour control by biofiltration is based on the action of microorganisms capable of decomposing the odorous compounds into acids, organic products and water.

Conventional biofilters use porous materials such as pine bark, wood chips or peat, which work well for the removal of volatile organic compounds. This results in a number of disadvantages with respect to the latest biofilters designed with inert substrates. The main disadvantages are:

- They require a caustic soda scrubber as a pretreatment stage or a humidifier to humidify the air and remove sulphur. The air must be pre-humidified because, if it is not saturated with moisture, part of the filter media could become dry, thereby deactivating the microorganisms.
- The weight of the humidified media limits the depth of the filter bed to ensure that compression is not excessive. This results in a large footprint.
- The formation of sulphuric acid as a result of biological oxidation of the sulphur compounds may degrade the filter media and cause it to collapse.
- These are commonly open reactors, which makes it impossible to channel the gaseous effluent for sample taking and control.
- The air leaves at just a few metres from the ground and at low speed, meaning that there is poor dispersal of the residual odour.
- The substrate has a short lifecycle, meaning that replacement is a significant operating cost.

In the case of the WWTP in this study, the cost of supply of vegetable filter media for two conventional biofilters sized for a contact time of 36 seconds would be approximately €6,500-€8,000 every 3-5 years, not including the cost of labour, auxiliary equipment, cranes, etc., or the cost of landfilling the old filter media.

Alternative 4: Biodortech® biofilter

Due to the distance between the sludge treatment equipment and pretreatment, it was decided to install two odour removal units at the plant.

In order to overcome the drawbacks of conventional biofilters, JSF Hidráulica S.L has developed the Biodortech® system, which affords the following benefits:

- The carrier media used has a very large specific surface area, enabling a large population of sulphur-oxidising bacteria to be maintained.
- It uses an inert substrate which does not rot or suffer from acidification or compaction.
- The air does not require pretreatment because it is not necessary to lower the concentration of acidic gases and humidification of the filter media is continuous.

Alternativa 4: Biofiltro Biodortech®

Debido a la distancia entre los equipos de tratamiento de fangos y el pretratamiento se optó por implantar dos unidades de eliminación de olores en la planta.

Para superar las desventajas de los biofiltros convencionales, JSF hidráulica S.L ha desarrollado el sistema Biodortech®, que brinda las siguientes ventajas:

- El medio de soporte utilizado posee una superficie específica muy elevada lo que permite mantener una gran población de bacterias oxidantes de azufre.
- Emplea un sustrato inerte que no se pudre o sufre de acidificación o compactación
- No requiere pretratamiento del aire ya que no es necesario rebajar la concentración de gases ácidos y la humidificación del relleno es continua.
- La resistencia a la compactación permite duplicar las profundidades típicas de rellenos convencionales reduciendo así la huella física.
- Es un bio-reactor cerrado en el que el efluente es canalizado por medio de una chimenea. Esto permite aislar el biofiltro de las condiciones ambientales y la toma de muestras.
- Mejora de la dispersión de olor residual ya que el aire se descarga a la atmósfera a mayor velocidad y altura.

Los costes de operación prácticamente nulos del sistema Biodortech® permite recuperar el extra coste sobre las otras alternativas planteadas en un periodo de tiempo muy corto.

Funcionamiento y características

El funcionamiento básico del sistema Biodortech®, (sin recirculación), consiste en hacer circular una corriente de aire contaminado a través de un sustrato que ha sido previamente inoculado con microorganismos especializados, (no patógenos).

La corriente de aire contaminado entra al biofiltro por debajo del relleno y circula a contracorriente con respecto al agua de riego. El relleno es continuamente humidificado mediante pulverización de agua para aportar humedad y controlar el pH.

El lixiviado del biofiltro es drenado continuamente con un caudal igual al de riego ya que el sistema opera sin recirculación.

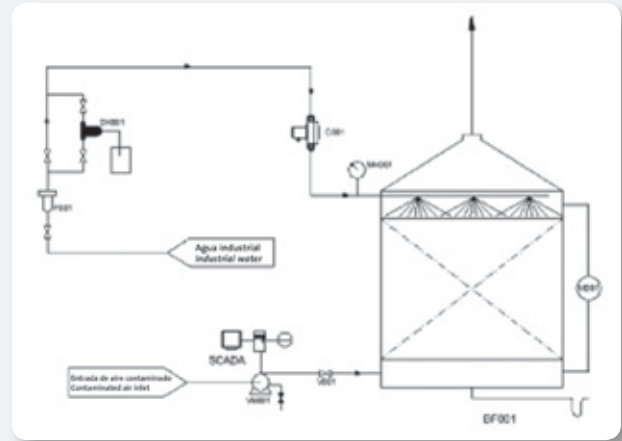
El agua de riego es filtrada para evitar la acumulación de sólidos en el relleno. El caudal de riego es controlado mediante un caudalímetro electromagnético.

Normalmente el efluente final de la depuradora proporciona suficientes nutrientes para mantener la biomasa sin ningún suplemento. No obstante, se ha previsto un sistema de dosificación para permitir la introducción de nutrientes en caso necesario.

Una característica distintiva del sistema Biodortech® de JSF Hidráulica es su sistema de contención que es construido enteramente en aluminio e impermeabilizado con geomembrana plástica. El tanque resultante se caracteriza por su elevada resistencia mecánica, a la corrosión y radiación del sol. La construcción del tanque contenedor a partir de paneles de aluminio posibilita la construcción de tanques de gran diámetro cuyo transporte por carretera sería inviable, (o muy dificultosa), con materiales plásticos tradicionales, (PRFV, PE, PP)



Partícula de relleno con biopelícula de una instalación similar | Filter media particle with biofilm from a similar facility



- Resistance to compaction enables the typical depths of conventional beds to be doubled, thereby reducing footprint.
- It is a closed bioreactor in which the effluent is channelled by means of a flue. This enables the biofilter to be isolated from environmental conditions and facilitates sample taking.
- Dispersal of residual odour is enhanced because the air is discharged at a higher speed and altitude.

The practically non-existent operating costs associated with the Biodortech® system enables the extra investment cost with respect to the other alternatives examined to be recovered within a very short payback period.

Functioning and features

The basic functioning of the Biodortech® system (without recirculation) consists of forcing a stream of contaminated air to circulate through a substrate that has been inoculated with specialised (non-pathogenic) microorganisms.

The contaminated air enters the biofilter from under the filter media and circulates against the flow of the irrigation water. The filter media is continuously sprayed with water to maintain humidity and control the pH. The biofilter leachate is drained continuously with a flow equal to that of the irrigation flow because the system operates without recirculation.

The irrigation water is filtered to prevent the accumulation of solids in the filter media. The irrigation flow is controlled by means of an electromagnetic flowmeter.

The final effluent of the WWTP normally provides enough nutrients to maintain the biomass without any supplementation. Nonetheless, a dosing system is in place to enable the addition of nutrients should this be necessary.

A distinctive feature of the Biodortech® system by JSF Hidráulica is its containment system, built entirely of aluminium and featuring an impermeable layer of plastic geomembrane. The resulting tank is characterised by considerable mechanical strength, and resistance to corrosion and solar irradiation.

The construction of the container tank from aluminium panels enables large-diameter tanks to be built, the overland transport of which would be unfeasible (or extremely difficult) with traditional plastic materials (GFRP, PE, PP).

Comparativa de costes de explotación de las alternativas estudiadas

Comparison of operating costs of alternatives studied

Estudio de alternativas. Comparativa de costes de operación debido a consumos eléctricos y de reactivos/adsorbentes
Study of alternatives. Comparison of operating costs associated with electricity & reagent/adsorbent consumption

Equipo desodorización <i>Odour control equipment</i>	Potencia total absorbida (kW) <i>Total input power (kW)</i>	Consumos eléctricos (€/año) <i>Electricity consumption (€/annum)</i>	Ahorro Energético de Biodortech® frente a otras Alternativas <i>Energy saving with Biodortech® compared to other alternatives</i>		Consumo de reactivos/adsorbentes (€/año) <i>Reagent/adsorbent consumption (€/annum)</i>	Total consumos (€/año) <i>Total consumption (€/annum)</i>
			(€/año) <i>(€/annum)</i>	%		
Biodortech®	12,83	8.005,34	-	-	0	8.005,34
Biodortech®	12,83	8.005,34	-	-	0	8.005,34
Alternativa 1. Lavado Químico. (1 etapa) <i>Alternative 1. Chemical scrubbing</i>	21,54	13.438,06	5.432,52	40,43%	25.549,00	38.987,06
Alternativa 2. Carbon Activo <i>Alternative 2: Activated carbon filtration</i>	14,99	9.347,88	1.342,34	14,36%	28.165,00	37.512,88

Conclusiones

Las tecnologías de desodorización más ampliamente utilizadas para el control de olores en estaciones de depuración de aguas residuales (lavado químico, filtración con carbón activo) son, en muchos casos, insostenibles desde el punto de vista económico, ver tabla 1 del apartado anterior, debido a los elevados costes de operación derivados del consumo de reactivos químicos y el consumo eléctrico.

Esta situación ha llevado a los operadores de muchas depuradoras a dejar fuera de servicio las instalaciones de desodorización, lo que conduce a que el impacto ambiental de las aguas residuales por emisión de malos olores sea el mismo que si no se hubiesen realizado inversiones para la construcción de estas instalaciones.

Conclusions

The most widely used odour control technologies at WWTPs (chemical scrubbing, activated carbon filtration) are, in many cases, economically unsustainable (see Table 1 in the previous section) due to the high operating costs associated with reagent and electricity consumption. As a result, many plant operators opt not to use their odour control systems, which means that the environmental impact of the wastewater with respect to odour emissions is the same as if there had been no investment in the construction of these systems.



Biofiltro percolador para eliminación de olores del edificio de deshidratación de fangos
Percolating biofilter for odour removal in sludge dewatering building

La desodorización de la depuradora de Río Gafo se ha llevado cabo con un nuevo enfoque, que supone evaluar no sólo los costes de inversión inicial si no también los costes de operación a medio y largo plazo, que garanticen la sostenibilidad y la correcta implantación y funcionamiento de estos sistemas.

La tecnología de desodorización utilizada es un sistema de biofiltración avanzado (Biodortech® de la compañía JSF Hidraulica) que utiliza un relleno inerte como matriz de soporte para los microorganismos degradadores. Dicho sistema resuelve los inconvenientes clásicos de los biofiltros convencionales: gran ocupación de espacio, baja resistencia química del relleno, compactación y baja dispersión de los efluentes gaseosos en la atmósfera.



Biofiltro percolador para eliminación de olores del edificio de pretratamiento
Percolating biofilter for odour removal in pretreatment building

Odour control at the Río Gafo WWTP has been carried out using a new approach involving the evaluation, not only of initial investment costs, but also medium and long-term operating costs. This ensures the sustainability, and correct implementation and operation of these systems.

The odour control technology used is a leading-edge biofiltration system (Biodortech® by JSF Hidraulica) which uses an inert filter media as a carrier for the microorganisms that carry out the degradation process. This system overcomes the classic shortcomings of conventional biofilters: large footprint, low filter media resistance to chemicals, compaction and low dispersal of gaseous effluents in the atmosphere.



José Javier González Martínez
 Director Técnico Adjunto y Director de Obra de la C.H.C
*Assistant Technical Director and Works Manager at the C.H.C
 (Cantabrian Hydrographic Federation)*

Adolfo Guerra Fernández
 Jefe de Sección de Proyectos y Obras de la C.H.C.
Head of Projects and Works at the C.H.C.