

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

# Gestión integral de obras hidráulicas de hormigón: del diagnóstico a la inversión

Tesis Doctoral realizada por:  
Francesc Pardo i Bosch

Dirigida por:  
Antonio Aguado de Cea

Barcelona, Agosto 2014

Universitat Politècnica de Catalunya  
Departament d'Enginyeria de la Construcció

TESIS DOCTORAL

# ANEXO 1

## CLASIFICACIÓN DE LOS BOLETINES DEL ICOLD

### A1.1.- INTRODUCCIÓN

El presente anexo presenta una relación de los 147 boletines que ha publicado el ICOLD desde 1960, con el objetivo de clasificarlos según la temática tratada en cada uno de ellos.

### A1.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS BOLETINES

En la base de datos de boletines que tiene el ICOLD ([www.icold-cigb.org](http://www.icold-cigb.org)) aparecen 147 entradas, con un breve resumen acerca de la materia tratada en cada uno de los boletines. Una vez repasadas todas las materias tratadas, se decidió, al no existir una clasificación por temas, establecer los 8 grupos temáticos siguientes, con el objetivo de catalogar todos boletines: Análisis Sísmico (AS), Auscultación y Vigilancia (AV), Mantenimiento y Conservación (MC), Gestión Económica (GE), Proyecto y Construcción (PC), Sostenibilidad y Medioambiente (SM), Seguridad y Riesgo (SR), y Otros Temas (OT). Al ser obvia la materia que trata cada uno de los grupos no se hace una descripción detallada de los mismos para evitar cierta redundancia.

En la tabla A1.1 se presenta la clasificación de los boletines del ICOLD en los 8 grupos establecidos, una clasificación que ha dado lugar a la figura 2.3. En la tabla, se enumeran los 147 boletines de más reciente a más antiguo (como hace el propio ICOLD), con su título en inglés y su traducción oficial al castellano, si la tiene. En la última columna se designa el grupo en el que se ha clasificado cada boletín. A todos se les ha asignado solamente una temática aunque algunos de ellos podrían haberse situado en más de una.

Nº	TÍTULO ORIGINAL DEL BOLETÍN	TRADUCCIÓN OFICIAL DEL TÍTULO	TEMA
165	Selection of Materials For Concrete In Dams		PC
164	Internal Erosion of Existing Dams, Levees and Dikes, and their Foundations		SR
163	Dams for Hydroelectric Energy		GE
162	The Interaction of Hydraulic Processes and Reservoirs		SM
161	Dams and Water Transfers - An Overview		SM
160	ICOLD Dam Decommissioning - Guidelines		OT
159	Supplement to the Position Paper on Dams and the Environment		SM
158	Dam surveillance guide		AV
157	Small dams: Design, Surveillance and Rehabilitation		PC
156	Integrated flood risk management		SM
155	Guidelines for use of numerical models in dam engineering		OT
154	Dam safety management: Operational phase of the dam life cycle		SR
153	Sustainable design and post-closure performance of tailings dams		SM
152	Cost savings in specific dams		GE
151	Tropical residual soils as dam foundation and fill material		SM
150	Cutoffs for dams		PC
149	Role of dams on the development and management of rivers basins		SM
148	Selecting seismic parameters for large dams - Guidelines (revision of Bulletin 72)		AS
147	Sedimentation and sustainable use of reservoirs and river systems		SM
146	Dams and Resettlement - Lessons learnt and recommendations		SM
145	The physical properties of hardened conventional concrete in dams		PC
144	Cost savings in Dams	Ahorro en Presas	GE
143	Historical review on ancient Dams		OT
142	Bulletin on safe passage of extreme floods	Desagüe seguro de avenidas extremas	SR

Tabla A1.1.- Clasificación por temáticas de los boletines del ICOLD

Nº	TÍTULO ORIGINAL DEL BOLETÍN	TRADUCCIÓN OFICIAL DEL TÍTULO	TEMA
141	Concrete face Rockfill Dams - Concepts for design and construction	Presas de Materiales Suelos con Pantalla de Hormigón: Conceptos útiles para su Diseño y Construcción.	PC
140	Sediment transport and deposition in reservoirs		SM
139	Improving tailings dam safety - Critical aspects of management, design,		GE
138	General approach to Dam Surveillance	La Vigilancia: Elemento básico de la gestión de seguridad de presas.	AV
137	Reservoirs and seismicity - State of knowledge		AS
136	The specification and quality control of Concrete for Dams	Las especificaciones y el control de calidad del hormigón para presas.	AV
135	Geomembrane sealings systems for Dams		PC
134	Weak Rocks and shales in Dams	Rocas frágiles y pizarras en las presas.	PC
133	Embankment Dams on Permafrost	Presas de materiales sueltos en Permafrost: Examen de la experiencia rusa.	OT
132	Shared Rivers : Principles and practices	Ríos internacionales: Principios y prácticas.	SM
131	Role of Dams in Flood Mitigation - A review	Papel de las presas en la mitigación de avenidas: Síntesis.	SM
130	Risk Assessment in Dam Safety Management. A reconnaissance of Benefits. Methods and Current Applications	Evaluación del riesgo de la gestión de la seguridad de la presa. Examen de los beneficios, métodos y últimas aplicaciones.	SR
129	Dam Foundations. Geologic considerations. Investigation Methods. Treatment. Monitoring	Cimentaciones de presa. Consideraciones geológicas. Métodos de investigaciones. Tratamiento. Auscultación.	AV
128	Management of reservoir water quality - Introduction and recommendations	Gestión de la calidad del agua de los embalses. Introducción y recomendaciones.	SM
127	Remote sensing for reservoir water quality management - Examples of initiatives	Teledetección para la gestión de la calidad del agua de los embalses	SM
126	Roller-compacted concrete dams - State of the art and case histories	Estado del arte de las presas de hormigón compactado con rodillo	OT
125	Dams and floods - Guidelines and case histories	Presas y avenidas	SM
124	Reservoir landslides : investigation and management - Guidelines and case histories	Deslizamiento de tierras en embalses: investigación, estudios y gestión	SR
123	Seismic design and evaluation of structures appurtenant to dams	Proyecto y evaluación sísmica de las obras anejas de las presas	AS
122	Computational procedures for dam engineering - Reliability and applicability	Sistemas de cálculo de presas. Fiabilidad y aplicación	PC

Tabla A1.1 (Cont.).- Clasificación por temáticas de los boletines del ICOLD

Nº	TÍTULO ORIGINAL DEL BOLETÍN	TRADUCCIÓN OFICIAL DEL TÍTULO	TEMA
121	Tailings dams risk of dangerous occurrences - Lessons learnt from practical experiences	Presas de estériles. Riesgos de incidentes peligrosos. Experiencia. Casos prácticos	SR
120	Design features of dams to resist seismic ground motion	Aspectos del proyecto sísmico de las presas. Recomendaciones y ejemplos	AS
119	Rehabilitation of dams and appurtenant works - State of the art and case histories	Rehabilitación de presas y obras anejas. Estado del arte. Casos históricos	MC
118	Automated dam monitoring systems - Guidelines and case histories	Sistemas de auscultación automática de las presas. Recomendaciones y ejemplos	AV
117	The gravity dam : a dam for the future - Review and recommendations	La presa de gravedad. Una presa para el futuro. Síntesis y recomendaciones	PC
116	Dams and fishes - Review and recommendations	Las presas y los peces. Síntesis y recomendaciones.	SM
115	Dealing with reservoir sedimentation	Tratamiento de la sedimentación de los embalses. Recomendaciones y ejemplos	SM
114	Embankment dams with bituminous concrete facing	Presas de materiales sueltos con pantalla de hormigón bituminoso. Síntesis y recomendaciones	PC
113	Seismic observation of dams-Guidelines and case studies	Observación sísmica de presas. Recomendaciones y ejemplos	AS
112	Neotectonic and dams - Recommendations and case histories	Neotectónica y presas. Recomendaciones y ejemplos	AS
111	Dam Break flood analysis - Review and recommendations	Análisis de la onda de rotura de una presa. Síntesis y recomendaciones	SR
110	Cost impact of rules, criteria and specifications - Review and recommendations	Influencia de las normas, criterios y especificaciones en los costes	GE
109	Dams less than 30 m high - Cost savings and safety improvements	Coste del control de avenidas en las presas	GE
108	Cost of flood control in dams - Review and recommendations	Presas de menos de 30 m de altura. Ahorro y seguridad	SR
107	Concrete dams - Control and treatment of cracks.	Presas de hormigón. Control y tratamiento de fisuras. Síntesis y ejemplos	MC
106	A guide to Tailings Dams and impoundments - Design, construction, use and rehabilitation	Guía de presas y embalses de estériles. Diseño, construcción, explotación y rehabilitación	PC
105	Dams and related structures in cold climate - Design guidelines and case studies	Presas y obras anejas en climas fríos. Recomendaciones para el diseño. Ejemplos	PC
104	Monitoring of Tailings Dams - Review and Recommendations	Auscultación de presas de estériles. Síntesis y recomendaciones	AV
103	Tailings Dams and Environment - Review and Recommendations	Presas de estériles y medio ambiente. Síntesis y recomendaciones	SM

Tabla A1.1 (Cont.).- Clasificación por temáticas de los boletines del ICOLD

Nº	TÍTULO ORIGINAL DEL BOLETÍN	TRADUCCIÓN OFICIAL DEL TÍTULO	TEMA
102	Vibrations of Hydraulic Equipment for dams - Review and Recommendations	Vibraciones del material hidráulico de las presas. Síntesis y recomendaciones	MC
101	Tailings Dams. Transport. Placement. Decantation - Review and recommendations	Presas de estériles. Transporte, Emplazamiento y Decantación	OT
100	Dam and environment - Ridracoli : A model achievement	Presas y medio ambiente. Ridracoli: un modelo ejemplar	SM
99	Dam Failures - Statistical Analysis	Rotura de presas. Análisis estadístico	OT
98	Tailings Dams and Seismicity - Review and Recommendations	Presas de estériles y sismicidad. Síntesis y recomendaciones	AS
97	Tailings Dams - Design of drainage	Presas de estériles. Concepción del drenaje	PC
96	Dams and environment - Water quality and climate	Presas y medio ambiente. Calidad del agua y clima.	SM
95	Embankment dams - Granular filters and drains	Presas de materiales sueltos: filtros y drenes granulares. Síntesis y recomendaciones	PC
94	Computer software for dams - Validation	Programas de cálculo para presas. Validación. Reflexiones y propuestas	PC
93	Ageing of dams and appurtenant works	Envejecimiento de presas y obras anejas. Síntesis y recomendaciones.	MC
92	Rock materials for rockfill dams - Review and recommendations	Materiales rocosos para presas de escollera	PC
91	Embankment dams. Upstream slope protection - Review and recommendations	Protección del paramento de aguas arriba en presas de escollera	PC
90	Dams and Environment - Geophysical impacts	Presas y medio ambiente. Efectos geofísicos	SM
89	Reinforced rockfill and reinforced fill for dams - State of the art		PC
88	Rock foundations for dams		PC
87	Improvement of existing dam monitoring - Recommendations and case histories	Mejora de la auscultación de presas	AV
86	Dams and environment -Socio-economic impacts	Las presas y el medio ambiente. Efectos socio-económicos	SM
85	Owners, consultants and contractors - How to improve relationships	Cómo mejorar las relaciones entre propietarios, consultores y contratistas	GE
84	Bituminous cores for fill dams - State of the art	Núcleos bituminosos para presas de materiales sueltos	PC
83	Cost impact on future dam design - Analysis and proposals	Influencia del coste en la evolución de las presas	GE
82	Selection of design flood- Current methods	Elecciones de la avenida de proyecto	PC
81	Spillways. Shockwaves and air entrainment - Review and recommendations	Aliviaderos, ondas de choque y arrastre de aire	PC
80	Dam construction sites . Accident prevention - Review and recommendations	Prevención de accidentes durante la construcción de presas	PC
79	Alkali-aggregate reaction in concrete dams - Review and recommendations	Reacción álcali-agregado en las presas de hormigón	MC

Tabla A1.1 (Cont.).- Clasificación por temáticas de los boletines del ICOLD

Nº	TÍTULO ORIGINAL DEL BOLETÍN	TRADUCCIÓN OFICIAL DEL TÍTULO	TEMA
78	Watertight geomembranes for dams - State of the art	Estanqueidad de presas por geomembranas. Técnica actual	PC
77	Dispersive soils in embankment dams - Review	Suelos dispersivos en las presas de materiales sueltos	PC
76	Conventional methods in construction - Review	Métodos convencionales de construcción de presas	PC
75	Roller compacted concrete for gravity dams - State of the art	Hormigón compactado con rodillo para presas de gravedad. Técnica actual	PC
74	Tailings dams safety - Guidelines	Seguridad de las presas de estériles mineros e industriales	SR
73	Savings in dam construction - Comments and proposals	Ahorro en la construcción de las presas. Comentarios y propuestas	GE
72	Selecting seismic parameters for large dams - Guidelines	Elección de parámetros sísmicos para grandes presas. Recomendaciones	AS
71	Exposure of dam concrete to special aggressive waters - Guidelines	Ataque del hormigón de presas por aguas agresivas	MC
70	Rockfill dams with concrete facing - State of the art	Presas de escollera con pantalla de hormigón	PC
69	Moraine as embankment and foundation material - State of the art	La morrena como material para presas de materiales sueltos	PC
68	Monitoring of dams and their foundations - State of the art	Auscultación de presas y sus cimentaciones. Técnicas actuales	AV
67	Sedimentation control of reservoirs - Guidelines	Control de la sedimentación en los embalses	SM
66	Dams and environment - The Zuiderzee damming	Presas y medio ambiente. Cierre de Zuiderzsee	SM
65	Dams and environment - Cases histories	Presas y medio ambiente. Ejemplos reales	SM
64	Register of dam heightenings	Recrecimiento de presas	PC
63	New construction methods - State of the art	Nuevos métodos de construcción	PC
62	Inspection of dams after earthquakes - Guidelines	Inspección de presas después de un sismo. Recomendaciones	AV
61	Dam design criteria - Philosophy of choice		PC
60	Dam monitoring - General considerations		AV
59	Dam safety - Guidelines	Seguridad de las presas. Recomendaciones	SR
58	Spillways for dams	Aliviaderos de presas	PC
57	Materials for joints in concrete dams	Materiales para juntas en presas de materiales sueltos	PC
56	Quality control for fill dams	Control de calidad en presas de materiales sueltos	PC
55	Geotextiles as filters and transitions in fill dams	Geotextiles como filtros y transiciones en presas de materiales sueltos	PC
54	Soil-cement for embankment dams	Suelo - cemento para presas de materiales sueltos	PC

Tabla A1.1 (Cont.).- Clasificación por temáticas de los boletines del ICOLD



Nº	TÍTULO ORIGINAL DEL BOLETÍN	TRADUCCIÓN OFICIAL DEL TÍTULO	TEMA
53	Static analysis of embankment dams	Cálculo estático de presas de materiales sueltos	PC
52	Earthquake analysis for dams	Métodos de cálculo sísmico para presas.	AS
51	Filling materials for watertight cut off walls	Materiales de relleno para pantallas de estanqueidad	PC
50	Dams and the environment - Notes on regional influences		SM
49	Operation of hydraulic structures of dams	Explotación de las obras hidráulicas de las presas	GE
48	River control during dam construction	Control del río durante la construcción de presas	PC
47	Quality control of concrete		PC
46	Seismicity and dam design		AS
45	Manual on tailings dams and dumps	Manual de presas y depósitos de estériles	PC
44	Bibliography- Mine and industrial tailings dams and dumps	Bibliografía. Presas de estériles mineros y residuos industriales	OT
43	Synthetic resins for facings of dams		PC
42	Bituminous cores for earth and rockfill Dams	Núcleos bituminosos para presas de tierras y presas de escollera	PC
41	Automated observation for the safety control of dams		AV
40	Fiber reinforced concrete	El hormigón armado de fibras	PC
39	Upstream facing interface with foundations and abutments (supplement to Bulletin 32a)	Acuerdo de la pantalla de aguas arriba con la cimentación y las márgenes	PC
38	Use of thin membranes on fill dams		PC
37	Une réussite les barrages et l'écologie	Presas y éxito ecológico	SM
36	Cements for concrete for large dams	Cementos utilizados para hormigones de grandes presas	PC
35	Dams and the environments	Las presas y el medio ambiente.	SM
34	ICOLD Guide for the Internatinal System of Units (IS)	Guía ICOLD/CIGB del Sistema Internacional de Unidades	OT
33	Compendium for dam symbols	Símbolos utilizados en las presas.	OT
32	Bituminous concrete facings for earth and rockfill dams	Pantallas de aguas arriba de hormigón bituminoso para presas de tierra y escollera.	PC
31	A glossary of words and phrases related to dams		OT
30	Finite elements methods in analysis and design of dams	El método de los elementos finitos aplicado al cálculo y proyecto de presas.	PC
29	Report from the Committee on Risks to Third Parties from Large Dams	Informe del Comité de Riesgos a Terceros derivados de las grandes presas.	SR

Tabla A1.1 (Cont.).- Clasificación por temáticas de los boletines del ICOLD

Nº	TÍTULO ORIGINAL DEL BOLETÍN	TRADUCCIÓN OFICIAL DEL TÍTULO	TEMA
28	Compendium of dams symbols		OT
27	A review of earthquake resistant design of dams		PC
26	Methods of determining effects of shrinkage, creep and temperature on concrete for large dams		PC
25	Extensibility of concrete for large dams	Extensibilidad de los hormigones para grandes presas.	PC
24	Accelerating and retarding admixtures	Guía y recomendaciones sobre los aditivos aceleradores y retardadores de fraguado para la utilización en el hormigón de grandes presas.	PC
23	Reports of the Committee on Observation on Dams and Models		AV
22	Pozzolanas and slags for concrete for large dams	Guía y recomendaciones sobre las puzolanas y las escorias para su utilización en hormigones para grandes presas.	PC
21	General considerations applicable to instrumentation for earth and rockfill dams		AV
20	Surface-active admixtures for concrete for large dams	Guía y recomendaciones para las pruebas de aditivos para los hormigones de grandes presas.	PC
15	Frost resistance of concrete	Resistencia de los hormigones al hielo	PC

*Tabla A1.1 (Cont.)- Clasificación por temáticas de los boletines del ICOLD*

## ANEXO 2

# TOMA DE MUESTRAS

### A2.1.- INTRODUCCIÓN

Las presas son unas estructuras de dimensiones considerables que se encuentran, usualmente, ubicadas en zonas alejadas de los grandes núcleos urbanos. Para aprovechar al máximo la inspección de campo y obtener de ella la máxima información posible para dictaminar la 1ª Hipótesis de Diagnóstico, es recomendable que, además de las tareas detalladas en el capítulo 3, se realicen algunas actividades complementarias que pueden agruparse en los siguientes grupos: recogida/toma de muestras, registro de datos y otras actividades.

El presente anexo tiene por objeto relatar de forma sucinta como deben realizarse estas tareas con el fin de aprovechar al máximo la visita a la estructura y obtener la mayor información posible para realizar un diagnóstico certero.

### A2.2.- RECOGIDA/TOMA DE MUESTRAS

Aunque esté programada o pueda programarse una campaña experimental de toma de testigos tanto en la presa como en la cantera, se debe aprovechar la visita a la estructura para tomar algunas muestras. De esta manera se puede disponer de datos

experimentales en poco tiempo, acortando el tiempo de respuesta y posibilitando una reformulación de la campaña de extracción de testigos si los datos así lo recomendaran.

La recogida y almacenaje de las muestras es una de las fases más importantes del proceso de análisis. Una ejecución deficiente puede conducir a una contaminación o degradación de la muestra que puede falsear los resultados. Asimismo, otro error que no se debe cometer es la toma de muestras en una zona puntual y considerar los resultados como representativos de un todo.

En la medida de lo posible, se deben recoger/tomar muestras de los siguientes elementos: agua, eflorescencias, rocas y hormigón.

Deben tomarse muestras de agua de las zonas de aguas arriba, aguas abajo y de la/s galería/s de la presas (si es que éstas existen). Las muestras de las galerías serán las más fáciles de tomar. El proceso para la toma de agua de los paramentos va a ser, sin duda, más complicado, pues ha de descolgarse algún artilugio desde la zona de coronación o desde los estribos.

Al estar la presa en contacto directo con el agua del embalse, ésta se filtra a través de sus juntas, fisuras y poros, y como consecuencia se producen unos efectos que inciden en el comportamiento estructural. Entre ellos están:

- Posible arrastre de material fino por el agua filtrada.
- Presiones hidrostáticas en el interior de la presa que se añaden al sistema tensional debido a las fuerzas exteriores.
- Interacción de posibles agentes agresivos con el hormigón de la presa.

Algunos elementos químicos cuando se encuentran en concentraciones elevadas en el agua del embalse pueden reaccionar con el hormigón. La acción degradante de estos agentes químicos presentes en el agua comienza en la superficie del hormigón, penetrando progresivamente hacia el interior a medida que incrementan la porosidad, la permeabilidad y las tensiones internas, ocasionando una pérdida de masa y de capacidad resistente a medida que avanza el grado de deterioro. Comparar distintas aguas de una misma presa puede ayudar a detectar composiciones distintas que pueden ayudar a determinar el origen de los daños.

En las presas aparecen una serie de eflorescencias en forma de productos sólidos, resultantes de procesos químicos, que se encuentran depositados en distintas áreas. Sobre todo aparecen en las galerías, pero también en coronación, y paramentos. Se deben tomar muestras de todos aquellos productos neoformados que se crea que pueden tener una repercusión en el comportamiento estructural. Asimismo, excepto casos puntuales, se deben tomar muestras de los productos que aparezcan en las paredes y canaletas de las galerías, así como de los productos exudados en los labios de las fisuras de paramentos y galerías. En principio, no es necesario recoger muestras de los productos naturales formados en procesos biológicos.

A modo de ejemplo, se presenta en la figura A2.1a una eflorescencia que aparece sistemáticamente en las paredes paralelas al eje del río de las galerías de distintas presas de hormigón. Hasta la fecha, los análisis realizados mediante Difracción de Rayos X han determinado que se trata de tenardita (polvo con aspecto de sal marina, pero con cristales de menor tamaño). Aunque por sus características se descarta que esta exudación pueda tener cualquier implicación estructural, solamente se ha llegado a esta conclusión después de realizar el análisis en cada uno de los casos.



Figura A2.1.- a) Eflorescencias zona galerías; b) Técnico tomando muestra en un estribo

Durante la visita también deben tomarse muestras de rocas, tanto de la cantera como de los estribos, para analizar sus propiedades morfológicas. El objetivo es identificar si los minerales pueden ser responsables del daño detectado.

En la cantera, si es posible acceder a ella, se deben tomar muestras para conocer la composición de los áridos utilizados en el hormigón de la presa. En los estribos se deben tomar muestras (ver figura A2.1b) para reforzar el estudio de la interacción terreno-estructura. Si es factible, las muestras deben ser tanto del exterior como del interior de la presa.

A ser posible, el técnico también debe tomar muestras de hormigón (fragmentos deteriorados) para poder estudiar sus propiedades mineralógicas y químicas. Debe reconocerse que esta será una tarea complicada ya que solamente se podrán obtener estas muestras en los casos que exista una degradación superficial del hormigón.

Para completar el estudio durante la visita, además de la toma de muestras, se pueden realizar una serie de ensayos in situ. Los más característicos son: ensayos químicos al agua o ensayos no destructivos al hormigón.

En el agua se pueden analizar los valores de pH, conductividad y el oxígeno disuelto. Para ello se ha de disponer de un multímetro digital capaz de determinar todos esos parámetros. Se recomienda realizar estos análisis en la presa porque los resultados varían ligeramente con el tiempo que transcurre desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio. Conocer las distintas concentraciones de oxígeno es importante, sobre todo, en el caso de que se desarrolle una reacción sulfática interna.

Para segundas visitas se recomienda la realización de ensayos no destructivos. Existen muchos métodos para realizar estos ensayos, algunos con unos requisitos tecnológicos elevados. Por el contrario, existen otros que no requieren prácticamente ninguna inversión. En este último grupo se encuentra el denominado “acústico”, uno de los más antiguos y a su vez, si lo realiza un operador experimentado, uno de los más sencillos. Este sistema permite, fácilmente, identificar si existe alguna fisuración longitudinal próxima a la superficie, tan característica de las deformaciones en la zona de los estribos, donde hay restricciones horizontales. Es un sonido hueco el que permite determinar la existencia de este tipo de fisuración.

Otros ensayos son los que realizan la medición de ultrasonidos a través del hormigón de la presa. Éste método mide electrónicamente el tiempo que tarda una onda ultrasónica en pasar a través del hormigón, pudiéndose determinar la resistencia y/o rigidez del hormigón.

Para resumir toda la información referente a la toma de muestras y ensayos *in situ* se adjunta la tabla A2.1, donde se presentan las distintas muestras a tomar con los ensayos que idealmente deberían realizarse a cada una de ellas.

Muestra	Zona	Ensayo	Lugar
Agua	Aguas arriba	- Análisis químico	Laboratorio
	Aguas abajo	- Contenido de oxígeno/ ph/conductividad	<i>In situ</i>
	Galerías		
Eflorescencias	Paramentos/coronación	- Difracción por RX	Laboratorio
	Canaletas galerías		
	Paredes/fisuras galerías		
	Fisuras paramentos		
Rocas	Cantera	- Microscopia óptica - Espectroscopia de EX - Difracción por RX	Laboratorio
	Estribo exterior/interior	- Microscopia EB	
Hormigón	Cualquier zona	- Coeficiente de forma áridos - Microscopia óptica - Microscopia EB - Espectroscopia de EX	Laboratorio
		- Acústico - Ultrasonidos	<i>In situ</i>

Tabla A2.1.- Resumen de la toma de muestras

### A2.3.- REGISTRO DE DATOS

De acuerdo con Calavera (2005) es preciso no confiar a la memoria los datos observados durante la inspección de campo. Así, durante la visita a la presa se deben realizar el registro de dos tipos de datos:

- Alteraciones físicas causadas por el daño
- Deficiencias o errores detectadas en los planos

En primer lugar, y en la medida de lo posible, se deben medir y localizar en un plano de la presa las alteraciones físicas que se hayan manifestado en la estructura como consecuencia de un proceso patológico. Se debe prestar especial atención al registro de las fisuras. Estas se deben situar en los planos (figura A2.2a) con su longitud y anchura (figura A2.2b) siempre que se puedan medir. Estos datos, además de ayudar a valorar la afectación estructural que pueden causar, son básicos para el desarrollo de los estudios numéricos que muy posiblemente deberán realizarse en una fase posterior.



Figura A2.2.- a) Situación en altura de una fisura; b) Medición ancho de fisura

Aunque no es muy habitual, se puede dar el caso de que los planos de la presa no reproduzcan exactamente la realidad constructiva de la estructura. Por esta razón, en segundo lugar, se deben medir y situar las deficiencias que presentan los planos en referencia a elementos constructivos, que o bien no aparecen registrados, o bien de hacerlo no están ni ubicados ni acotados correctamente.

### A2.4.- OTRAS ACTIVIDADES

Además de realizar las actividades presentadas hasta el momento, es importante que a lo largo de la visita se tomen fotografías que ayudaran a realizar el diagnóstico. Su revisión puede revelar detalles que no fueron apreciados durante la visita. Las fotografías sirven, también, para ilustrar los informes que se deben confeccionar con el dictamen, reforzando la argumentación con ejemplos, tal y como se ha hecho en el capítulo 4, dedicado a la presa de Urrúnaga.

En muchos casos se toman fotografías de detalles que cuesta muchísimo situar espacialmente en la presa cuando se visualizan a posteriori, de ahí que se recomiende

colocar en cada fotografía una pequeña pizarra con el nombre del elemento que se está fotografiando y su situación en la estructura.

Si se considera oportuno realizar una campaña experimental, la visita también se debe aprovechar para seleccionar la zona de extracción de testigos, facilitándose de esta manera el trabajo de quien vaya a ejecutar tal tarea. Además, el técnico se asegura que la extracción se realiza exactamente en el punto que desea y no en una ubicación parecida.

No se puede olvidar que para que los resultados de la campaña sean válidos hay que realizar los ensayos en unos testigos que sean representativos del conjunto de la estructura. Por lo que es recomendable que se extraigan testigos de hormigón sano y deteriorado tanto de los dos paramentos (incluido aliviaderos) como de las zonas de galerías (en dirección aguas arriba y dirección aguas abajo), para poder hacer una buena comparativa. El número final de testigos dependerá de la dimensión de la presa, del número de ensayos que se quiera realizar y del presupuesto disponible.



## ANEXO 3

# RELACIÓN GEOMETRÍA-MOVIMIENTOS

### A3.1.- INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto presentar el proceso de obtención de las relaciones matemáticas (ec. 3.1 y ec. 3.2) que permiten realizar un paralelismo entre la geometría del bloque y los movimientos tanto de nivelación como de colimación. Este anexo se basa en el trabajo desarrollado por Martínez Roig *et al.* (1991).

### A3.2.- RELACIÓN ENTRE GEOMETRÍA Y MOVIMIENTOS REGISTRADOS

#### A3.2.1.- Hipótesis de partida

Para poder desarrollar el modelo se impusieron las condiciones de partida que se enumeran a continuación, con la intención de simplificar los cálculos a realizar:

- Los desplazamientos de nivelación (N) y colimación (C) se registran en coronación.
- Cada bloque se comporta como si fuera una ménsula (empotrado en la base).
- El gradiente de deformaciones es constante en toda la altura del bloque.
- Una sección plana se mantiene plana (hipótesis de Navier-Bernouilli).

- La geometría de bloque se simplifica según lo establecido en la figura A3.1

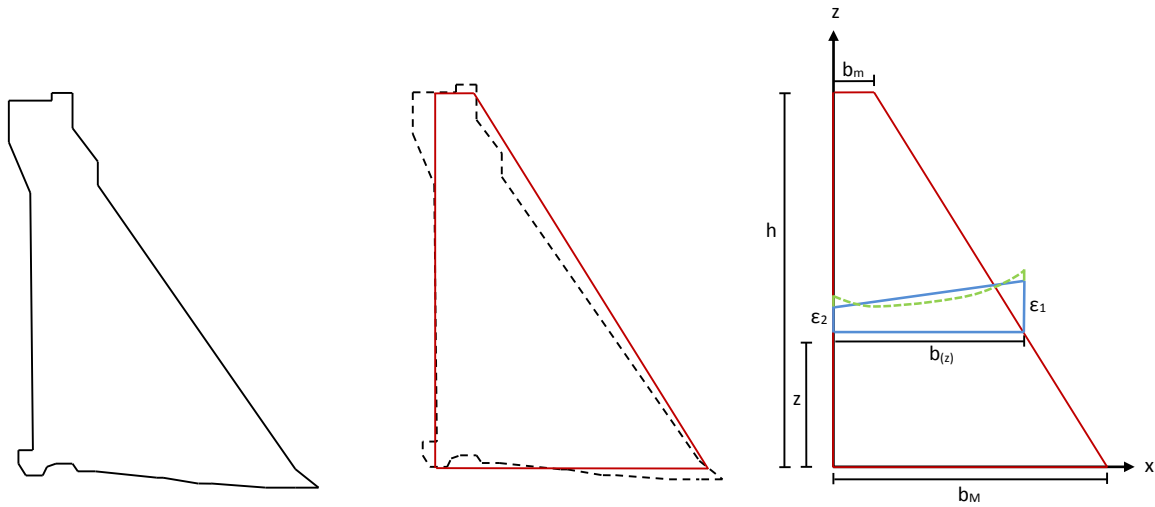


Figura A3.1.- Simplificación de la geometría de la sección transversal de un bloque

### A3.2.2.- Movimientos de Nivelación

Para calcular el movimiento vertical se puede utilizar una deformación media constante en cada sección. Esta es resultante de las deformaciones que presentan los paramentos, tal y como puede verse en la figura A3.2.

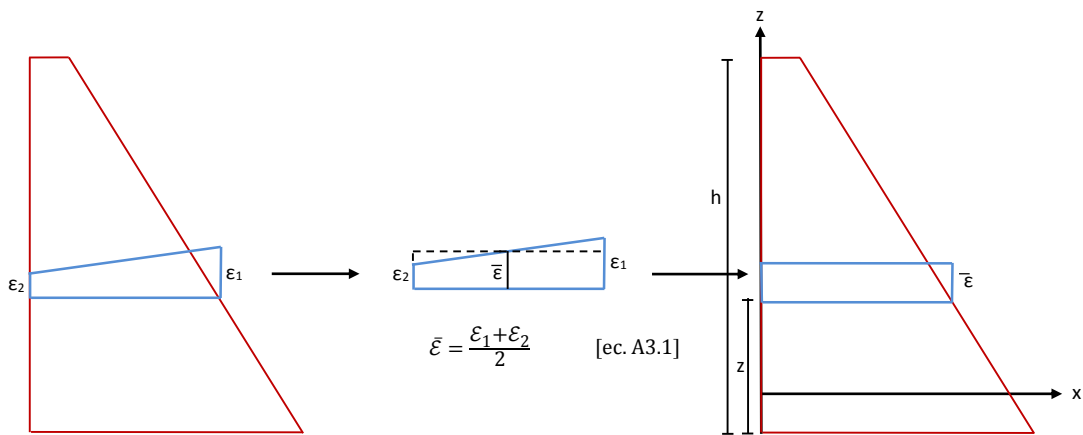


Figura A3.2.- Deformación causante del movimiento vertical

Así, el movimiento vertical en coronación, nivelación ( $N$ ), es el sumatorio de la deformación que experimenta cada diferencia de altura, tal y como se presenta en la ecuación A3.2. En el supuesto caso que  $\epsilon_2 > \epsilon_1$  nada cambia.

$$N = \int_0^h \bar{\epsilon} dz = \bar{\epsilon} \int_0^h dz = [\bar{\epsilon} \cdot z]^{(h,0)} = \bar{\epsilon} \cdot h \quad [\text{ec. A3.2}]$$

$$\boxed{N = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2} h} \quad [\text{ec. A3.3}]$$

donde:  $h$  = altura del bloque

$\epsilon_1$  = deformación paramento aguas abajo  
 $\epsilon_2$  = deformación paramento aguas arriba

En la ecuación A3.3, que da lugar a la ecuación 3.1, puede verse que los movimientos de nivelación (N) dependen únicamente de dos parámetros: de la deformación media unitaria ( $\bar{\epsilon}$ ) (constante en todos los bloques) y de la altura de cada uno de los bloques (h). Siendo este un argumento válido para establecer una relación directa entre (N)-(h) para cada uno de los bloques de la presa.

### A3.2.2.- Movimientos de Colimación

El movimiento horizontal, colimación (C), es consecuencia de la curvatura (Cv) que se ocasiona al existir una deformación diferencial en los paramentos ( $\epsilon_1 > \epsilon_2$ ). Si  $\epsilon_1 = \epsilon_2$  no habría curvatura y la presa solamente se movería en el plano vertical. La diferencia (constante) entre  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$  genera un giro de ángulo  $\alpha$ , función de la cota, aumentará con la altura, al reducirse la distancia que separa los dos paramentos.

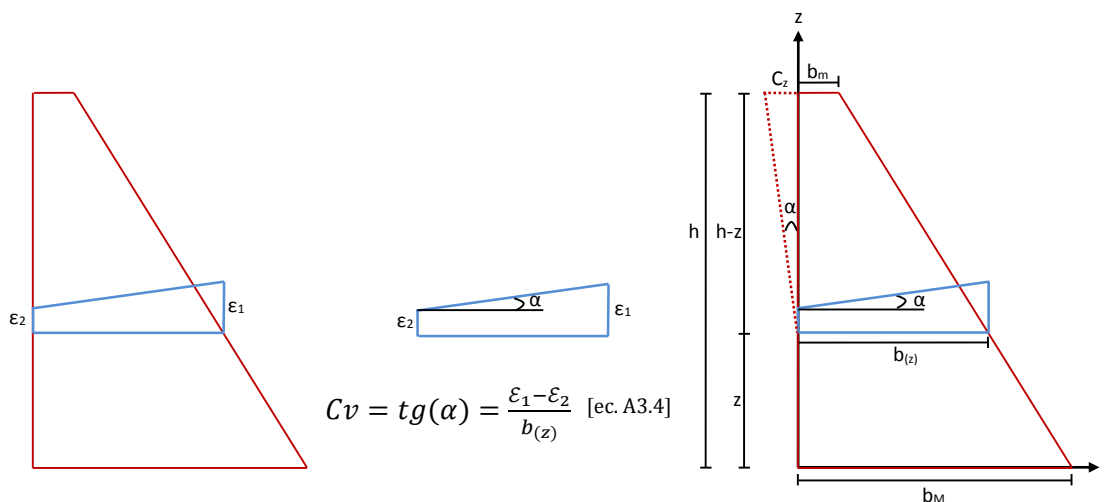


Figura A3.3.- Deformación causante del movimiento horizontal

Así, el movimiento horizontal en coronación (C) es el sumatorio de los movimientos ocasionados por la curvatura en cada diferencial de altura, tal y como se describe en la ecuación A3.5. En el caso que  $\epsilon_1 = \epsilon_2$  no habría giro y el movimiento del bloque sería solamente vertical.

$$C = \int_0^h C_{v(z)}(h - z) dz = \int_0^h \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{b(z)}(h - z) dz \quad [ec. A3.5]$$

donde: h = altura del bloque

$\epsilon_1$  = deformación paramento aguas abajo

$\epsilon_2$  = deformación paramento aguas arriba

$$b(z) = b_M + \frac{(b_m - b_M)}{h} z$$

$b_M$  = base mayor del bloque

$b_m$  = base menor del bloque

Si se tiene en cuenta la definición de  $b_{(z)}$ , la ecuación A3.5 se convierte en la ecuación A3.6.

$$C = \int_0^h \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b_M + \frac{(b_m - b_M)}{h} z} (h - z) dz \quad [\text{ec. A3.6}]$$

$$C = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) h \int_0^h \frac{dz}{b_M + \frac{b_m - b_M}{h} z} - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \int_0^h \frac{z}{b_M + \frac{b_m - b_M}{h} z} dz$$

$$C = \left[ \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)h}{\frac{b_m - b_M}{h}} \ln \left( b_M + \frac{b_m - b_M}{h} z \right) - \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{\left( \frac{b_m - b_M}{h} \right)^2} \left( b_M + \frac{b_m - b_M}{h} z - b_M \cdot \ln \left( b_M + \frac{b_m - b_M}{h} z \right) \right) \right]_{(h,0)}$$

$$C = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)h^2}{b_m - b_M} (\ln(b_m) - \ln(b_M)) - \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)h^2}{(b_m - b_M)^2} \left( (b_m - b_M \cdot \ln(b_m)) - (b_M + -b_M \cdot \ln(b_M)) \right)$$

$$C = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)h^2}{b_m - b_M} \left( \ln \left( \frac{b_m}{b_M} \right) - \frac{1}{b_m - b_M} \left( b_m - b_M - b_M \cdot \ln \left( \frac{b_m}{b_M} \right) \right) \right)$$

$$C = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)h^2}{b_m - b_M} \left( \ln \left( \frac{b_m}{b_M} \right) - \left( \frac{b_m}{b_m - b_M} - \frac{b_M}{b_m - b_M} - \frac{b_M}{b_m - b_M} \cdot \ln \left( \frac{b_m}{b_M} \right) \right) \right)$$

$$C = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)h^2}{b_m - b_M} \left( \ln \left( \frac{b_m}{b_M} \right) + \left( -1 + \frac{b_M}{b_m - b_M} \cdot \ln \left( \frac{b_m}{b_M} \right) \right) \right)$$

$$C = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)h^2}{b_m - b_M} \left( \left( 1 + \frac{b_M}{b_m - b_M} \right) \ln \left( \frac{b_m}{b_M} \right) - 1 \right)$$

$$C = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)h^2}{b_m - b_M} \left( \frac{b_m}{b_m - b_M} \cdot \ln \left( \frac{b_m}{b_M} \right) - 1 \right) \quad [\text{ec. A3.7}]$$

Mediante la simplificación que se presenta en la ecuación A3.8, la ecuación A3.7 puede escribirse tal y como se presenta en A3.8, dando lugar a la ecuación 3.2. En ella puede verse que los movimientos de colimación (C) dependen de 3 parámetros: de la diferencia de deformaciones entre paramentos ( $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ ) (constante para todos los bloques), de la altura de cada bloque al cuadrado ( $h^2$ ) y de una base equivalente diferente

para cada bloque ( $b_{eq}$ ). Siendo este un argumento válido para establecer una relación directa entre  $(C)-(h^2/b_{eq})$  para cada uno de los bloques de la presa.

$$\frac{(b_m - b_M)}{\frac{b_m}{(b_m - b_M)} \cdot \ln\left(\frac{b_m}{b_M}\right) - 1} = b_{eq} \quad [\text{ec. A3.8}]$$

$$\boxed{C = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{h^2}{b_{eq}}} \quad [\text{ec. A3.9}]$$

donde:  $b_{eq}$ = base equivalente del bloque.



## ANEXO 4

# MODELO ESTRUCTURAL SIMPLE PARA VERIFICAR LA 1ª HIPÓTESIS DE DIAGNÓSTICO

### A4.1.- INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto desarrollar conceptualmente el modelo simple elaborado para verificar la validez física de la hipótesis inicial de diagnóstico de presas afectadas por un ataque químico que produce una expansión de la masa de hormigón.

### A4.2.- DESARROLLO TEÓRICO DEL MODELO

Según se ha visto en el capítulo 3, las presas de planta recta puede simplificarse según una estructura reticulada plana como la presentada en la figura A4.1, conformada por dos barras de sección constante, cuyas características esenciales para el cálculo son las que se indican en la tabla A4.1.

Para calcular el movimiento del punto de coronación ( $P_c$ ) se utiliza el método del equilibrio que es un método matricial que utiliza las relaciones esfuerzos-movimientos, combinando las diversas ecuaciones de las barras en un sistema de ecuaciones acción-movimiento de la estructura (Suárez y Codina, 1995), según se indica en la ecuación A4.1.

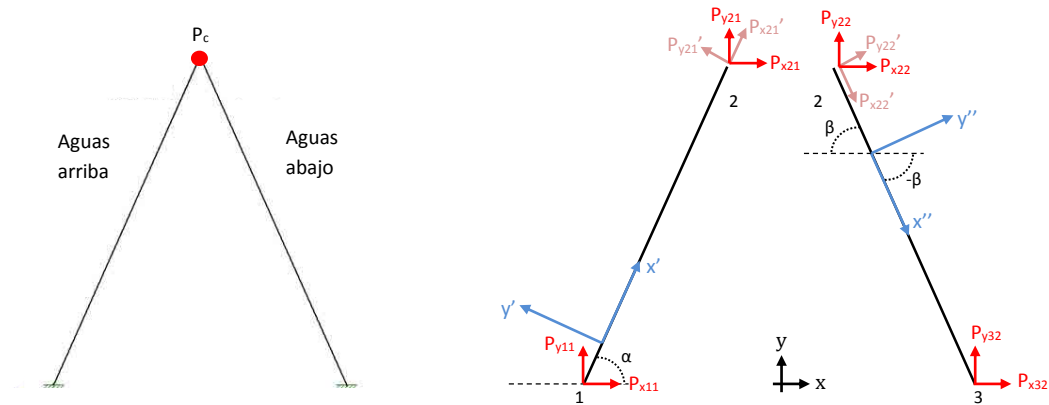


Figura A4.1- Estructura reticular plana formada por dos de barras a resolver

Magnitud Barra	A. Arriba	A. Abajo
E (GPa)	$E_r$	$E_b$
Longitud (m)	$L_r$	$L_b$
Ángulo con horizontal (rad)	$\alpha$	$\beta$
Momento de Inercia ( $m^4$ )	$I_r$	$I_b$
Área ( $m^2$ )	$A_r$	$A_b$

Tabla A4.1.- Características geométricas y físicas de las barras necesarias para el cálculo

$$P = K \cdot \delta \quad \text{ec. A4.1}$$

donde: P = vector de fuerzas que actúan en los extremos de las barras

K = matriz de rigidez global del sistema de barras

$\delta$  = vector de movimientos en los extremos de las barras

El modelo consta de dos barras y tres nodos. Cada nodo tiene asociado tres posibles movimientos, movimiento horizontal, movimiento vertical y un giro, por tanto los vectores de movimiento (u, v,  $\theta$ ) y de fuerza (Px, Py, M) serán de dimensión 9x1, mientras que la matriz de rigidez será siempre de 9x9, tal y como puede verse en la ecuación A4.2.

$$\begin{pmatrix} Px_1 \\ Py_1 \\ M_1 \\ Px_2 \\ Py_2 \\ M_2 \\ Px_3 \\ Py_3 \\ M_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K_{11(12)} & K_{12(12)} & 0 \\ K_{21(12)} & K_{22(12)} + K_{11(23)} & K_{12(23)} \\ 0 & K_{21(23)} & K_{22(23)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ \theta_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \\ u_3 \\ v \\ \theta_3 \end{pmatrix} \quad \text{[ec. A4.2]}$$

donde:  $K_{ij(tz)}$  es una matriz de 3x3



En todos los casos, al considerarse que las barras están empotradas se puede asegurar que:

$$u_1 = v_1 = \theta_1 = u_3 = v_3 = \theta_3 = 0 \quad [\text{ec. A4.3}]$$

Esta condición de contorno simplifica mucho la ecuación A4.2, al transformar el sistema de 9 ecuaciones con 9 incógnitas, en un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas, tal y como puede verse en la ecuación A4.4, que a su vez puede escribirse como la ecuación A4.5.

$$\begin{pmatrix} Px_1 \\ Py_1 \\ M_1 \\ Px_2 \\ Py_2 \\ M_2 \\ Px_3 \\ Py_3 \\ M_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & & & \\ 0 & 0 & 0 & & & & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & K_{22(12)} + K_{11(23)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & & & & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & & 1 & 0 & 0 \\ 0 & & & & & & 0 & 1 & 0 \\ & & & & & & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.4}]$$

$$\begin{pmatrix} Px_2 \\ Py_2 \\ M_2 \end{pmatrix} = (K_{22(12)} + K_{11(23)}) \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.5}]$$

Cuando se despeja el movimiento del punto 2 de la ecuación A4.5 se obtiene la expresión A4.7.

$$(K_{22(12)} + K_{11(23)})^{-1} \cdot \begin{pmatrix} Px_2 \\ Py_2 \\ M_2 \end{pmatrix} = (K_{22(12)} + K_{11(23)})^{-1} \cdot (K_{22(12)} + K_{11(23)}) \cdot \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.6}]$$

$$(K_{22(12)} + K_{11(23)})^{-1} \begin{pmatrix} Px_2 \\ Py_2 \\ M_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.7}]$$

Para determinar el movimiento del punto 2, solamente deben definirse correctamente las matrices  $K_{22(12)}$ ,  $K_{11(23)}$  y el vector de fuerzas  $P$  en ese mismo punto. Según Suárez y Codina (1995) las matrices  $K_{22(12)}$  y  $K_{11(23)}$  pueden escribirse respectivamente tal y como se presentan en las ecuaciones A4.8 y A4.9, siendo su sumatorio la matriz que se presenta en la ecuación A4.10.

$$K_{22(12)} = \begin{pmatrix} \frac{E_r A_r}{L_r} \cos^2 \alpha + 12 \frac{E_r I_r}{L_r^3} \sin^2 \alpha & \left( \frac{E_r A_r}{L_r} - 12 \frac{E_r I_r}{L_r^3} \right) \sin \alpha \cos \alpha & 6 \frac{E_r I_r}{L_r^2} \sin \alpha \\ \left( \frac{E_r A_r}{L_r} - 12 \frac{E_r I_r}{L_r^3} \right) \sin \alpha \cos \alpha & \frac{E_r A_r}{L_r} \sin^2 \alpha + 12 \frac{E_r I_r}{L_r^3} \cos^2 \alpha & -6 \frac{E_r I_r}{L_r^2} \cos \alpha \\ 6 \frac{E_r I_r}{L_r^2} \sin \alpha & -6 \frac{E_r I_r}{L_r^2} \cos \alpha & 4 \frac{E_r}{I_r} \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.8}]$$

$$K_{11(23)} = \begin{pmatrix} \frac{E_b A_b}{L_b} \cos^2 \beta + 12 \frac{E_b I_b}{L_b^3} \sin^2 \beta & \left( \frac{E_b A_b}{L_b} - 12 \frac{E_b I_b}{L_b^3} \right) \sin \beta \cos \beta & -6 \frac{E_b I_b}{L_b^2} \sin \beta \\ \left( \frac{E_b A_b}{L_b} - 12 \frac{E_b I_b}{L_b^3} \right) \sin \beta \cdot \cos \beta & \frac{E_b A_b}{L_b} \sin^2 \beta + 12 \frac{E_b I_b}{L_b^3} \cos^2 \beta & 6 \frac{E_b I_b}{L_b^2} \cos \beta \\ -6 \frac{E_b I_b}{L_b^2} \sin \beta & -6 \frac{E_b I_b}{L_b^2} \cos \beta & 4 \frac{E_b}{I_b} \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.9}]$$

$$\begin{pmatrix} \frac{E_r A_r}{L_r} \cos^2 \alpha + 12 \frac{E_r I_r}{L_r^3} \sin^2 \alpha + \frac{E_b A_b}{L_b} \cos^2 \beta + 12 \frac{E_b I_b}{L_b^3} \sin^2 \beta & \left( \frac{E_r A_r}{L_r} - 12 \frac{E_r I_r}{L_r^3} \right) \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \left( \frac{E_b A_b}{L_b} - 12 \frac{E_b I_b}{L_b^3} \right) \sin \beta \cdot \cos \beta & 6 \frac{E_r I_r}{L_r^2} \sin \alpha - 6 \frac{E_b I_b}{L_b^2} \sin \beta \\ \left( \frac{E_r A_r}{L_r} - 12 \frac{E_r I_r}{L_r^3} \right) \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \left( \frac{E_b A_b}{L_b} - 12 \frac{E_b I_b}{L_b^3} \right) \sin \beta \cdot \cos \beta & \frac{E_r A_r}{L_r} \sin^2 \alpha + 12 \frac{E_r I_r}{L_r^3} \cos^2 \alpha + \frac{E_b A_b}{L_b} \sin^2 \beta + 12 \frac{E_b I_b}{L_b^3} \cos^2 \beta & -6 \frac{E_r I_r}{L_r^2} \cos \alpha + 6 \frac{E_b I_b}{L_b^2} \cos \beta \\ 6 \frac{E_r I_r}{L_r^2} \sin \alpha - 6 \frac{E_b I_b}{L_b^2} \sin \beta & -6 \frac{E_r I_r}{L_r^2} \cos \alpha - 6 \frac{E_b I_b}{L_b^2} \cos \beta & 4 \frac{E_r}{L_r} + 4 \frac{E_b}{L_b} \end{pmatrix} =$$

$$K_{22(12)} + K_{11(23)} \quad [\text{ec. A4.10}]$$

El vector P en ejes generales se define según la ecuación A4.12.

$$\begin{pmatrix} P x_2 \\ P y_2 \\ M_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P x_{21}' \\ P y_{21}' \\ M_{21}' \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P x_{22}' \\ P y_{22}' \\ M_{22}' \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.11}]$$

$$\begin{pmatrix} P x_2 \\ P y_2 \\ M_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P x'_{22} \cos \alpha - P y'_{22} \sin \alpha + P x'_{22} \cos \beta - P y'_{22} \sin \beta \\ P x'_{22} \sin \alpha + P y'_{22} \cos \alpha + P x'_{22} \sin \beta - P y'_{22} \cos \beta \\ M'_{21} + M'_{22} \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.12}]$$

Así, la ecuación A4.7 pasa a escribirse como A4.13, siendo esta la expresión final del modelo mediante la cual se obtiene el movimiento del punto 2 que, recuérdese, es un punto cualquiera de la coronación de la presa.

$$\left( K_{22(12)} + K_{11(23)} \right)^{-1} \begin{pmatrix} P x'_{22} \cos \alpha - P y'_{22} \sin \alpha + P x'_{22} \cos \beta - P y'_{22} \sin \beta \\ P x'_{22} \sin \alpha + P y'_{22} \cos \alpha + P x'_{22} \sin \beta - P y'_{22} \cos \beta \\ M'_{21} + M'_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.13}]$$

Para el caso particular en que el acción que afecta a la estructura es una expansión interna del hormigón, los vectores de fuerza  $P_{21}'$  y  $P_{22}'$  se escriben según la ecuación A4.14 y A4.15 respectivamente.

$$\begin{pmatrix} P x_{21}' \\ P y_{21}' \\ M_{21}' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \epsilon_r \cdot E_r \cdot A_r \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.14}]$$

$$\begin{pmatrix} P x_{22}' \\ P y_{22}' \\ M_{22}' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\epsilon_b \cdot E_b \cdot A_b \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad [\text{ec. A4.15}]$$

donde:  $\epsilon_r$  es la deformación unitaria que afecta al paramento aguas arriba  
 $\epsilon_b$  es la deformación unitaria que afecta al paramento aguas abajo

## A4.2.- RUTINA EN MATLAB

En este apartado se presenta la rutina desarrollada en Matlab para facilitar la obtención de los resultados de los distintos casos en que la hipótesis apunta a que la presa está afectada por una expansión interna del hormigón. Además se presenta el caso cero utilizado para validarla.

### A4.2.1.- Rutina

```
clear all

prompt = {'Introduzca el módulo de deformación del hormigón (GPa):',...
          'Introduzca la longitud de la barra a. arriba (m):',...
          'Introduzca el ángulo con la horizontal del paramento a. arriba
(rad):',...
          'Introduzca el momento de inercia del paramento a. arriba (m^4):',...
          'Introduzca el área del paramento a. arriba (m^2):',...
          'Introduzca la longitud de la barra a. abajo (m):',...
          'Introduzca el ángulo con la horizontal del paramento a. abajo (rad):',...
          'Introduzca el momento de inercia del paramento a. abajo (m^4):',...
          'Introduzca el área del paramento a. arriba (m^2)'};
dlg_title = 'Características de las barras';
num_lines = 1;
def = {'30', '25', '1.14', '2000', '100', '25', '1.14', '1000', '50'};
f_1 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);

E = str2double(cell2mat(f_1(1,1)))*1e9;
L = str2double(cell2mat(f_1(2,1)));
x = str2double(cell2mat(f_1(3,1)));
I = str2double(cell2mat(f_1(4,1)));
A = str2double(cell2mat(f_1(5,1)));
J = str2double(cell2mat(f_1(6,1)));
y = str2double(cell2mat(f_1(7,1)))*(-1);
O = str2double(cell2mat(f_1(8,1)));
B = str2num(cell2mat(f_1(9,1)));

prompt = {'Introduzca la deformación unitaria de la barra de aguas
arriba(mm/m):',...
          'Introduzca la deformación unitaria de la barra de aguas abajo(mm/m)'};
dlg_title = 'Acción expansiva';
num_lines = 1;
def = {'0.30', '0.30'};
f_2 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);

w = str2double(cell2mat(f_2(1,1)))*1e-3;
ww = str2double(cell2mat(f_2(2,1)))*(-1e-3);

C=(cos(x)); %aguas arriba
S=(sin(x));%aguas arriba
SC=cos(x)*sin(x);%aguas arriba
V=(cos(y)); %aguas abajo
D=(sin(y));%aguas abajo
DV=cos(y)*sin(y);%aguas abajo

%Matiz de rigidez
K1=[C^2*E*A/L+S^2*12*E*I/L^3 SC*(E*A/L-12*E*I/L^3) -S*6*E*I/L^2 -C^2*E*A/L-
S^2*12*E*I/L^3 -SC*(E*A/L-12*E*I/L^3) -S*6*E*I/L^2 0 0 0
SC*(E*A/L-12*E*I/L^3) S^2*E*A/L+C^2*12*E*I/L^3 C*6*E*I/L^2 -SC*(E*A/L-
12*E*I/L^3) -S^2*E*A/L-C^2*12*E*I/L^3 C*6*E*I/L^2 0 0 0
-S*6*E*I/L^2 -C*6*E*I/L^2 4*E*I/L S*6*E*I/L^2 -C*6*E*I/L^2 2*E*I/L 0 0 0
-C^2*E*A/L-S^2*12*E*I/L^3 -SC*(E*A/L-12*E*I/L^3) S*6*E*I/L^2
C^2*E*A/L+S^2*12*E*I/L^3 SC*(E*A/L-12*E*I/L^3) S*6*E*I/L^2 0 0 0
```

```

-SC*(E*A/L-12*E*I/L^3) -S^2*E*A/L-C^2*12*E*I/L^3 -C*6*E*I/L^2 SC*(E*A/L-
12*E*I/L^3) S^2*E*A/L+C^2*12*E*I/L^3 -C*6*E*I/L^2 0 0 0
-S*6*E*I/L^2 C*6*E*I/L^2 2*E*I/L S*6*E*I/L^2 C*6*E*I/L^2 4*E*I/L 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0];

K2=[0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 V^2*E*B/J+D^2*12*E*O/J^3 DV*(E*B/J-12*E*O/J^3) -D*6*E*O/J^2 -
V^2*E*B/J-D^2*12*E*O/J^3 -DV*(E*B/J-12*E*O/J^3) -D*6*E*O/J^2
0 0 0 DV*(E*B/J-12*E*O/J^3) D^2*E*B/J+V^2*12*E*O/J^3 V*6*E*O/J^2 -
DV*(E*B/J-12*E*O/J^3) -D^2*E*B/J-V^2*12*E*O/J^3 V*6*E*O/J^2
0 0 0 -D*6*E*O/J^2 -V*6*E*O/J^2 4*E*O/J D*6*E*O/J^2 -V*6*E*O/J^2 2*E*O/J
0 0 0 -V^2*E*B/J-D^2*12*E*O/J^3 -DV*(E*B/J-12*E*O/J^3) D*6*E*O/J^2
V^2*E*B/J+D^2*12*E*O/J^3 DV*(E*B/J-12*E*O/J^3) D*6*E*O/J^2
0 0 0 -DV*(E*B/J-12*E*O/J^3) -D^2*E*B/J-V^2*12*E*O/J^3 -V*6*E*O/J^2
DV*(E*B/J-12*E*O/J^3) D^2*E*B/J+V^2*12*E*O/J^3 -V*6*E*O/J^2
0 0 0 -D*6*E*O/J^2 V*6*E*O/J^2 2*E*O/J D*6*E*O/J^2 -V*6*E*O/J^2 4*E*O/J];

K=K1+K2;

t=[K(31) K(40) K(49)
K(32) K(41) K(50)
K(33) K(42) K(51)];

q=inv(t);

u1=[w*E*A
0
0];

z1=[C -S 0
S C 0
0 0 1];

u2=[ww*E*B
0
0];

z2=[V -D 0
D V 0
0 0 1];

p1=z1*u1;
p2=z2*u2;

u=p1+p2;
ss=[-1 0 0
0 1 0
0 0 1];

r=q*u;
rt=r*1000;
Resultado=[rt(1,1)
rt(2,1)];
disp('el movimiento horizontal es (mm)---(+, movimiento hacia aguas abajo)')
disp(rt(1,1))
disp('el movimiento vertical es (mm)---(+, movimiento hacia arriba)')
disp(rt(2,1))

```

### A4.2.2.- Datos de entrada

La rutina desarrollada se ha preparado para que el usuario solamente deba introducir, de un lado, las características físicas y geométricas de las barras, y del otro, la deformación unitaria que las afecta, como puede verse en las figuras A4.2a y A4.2b respectivamente.

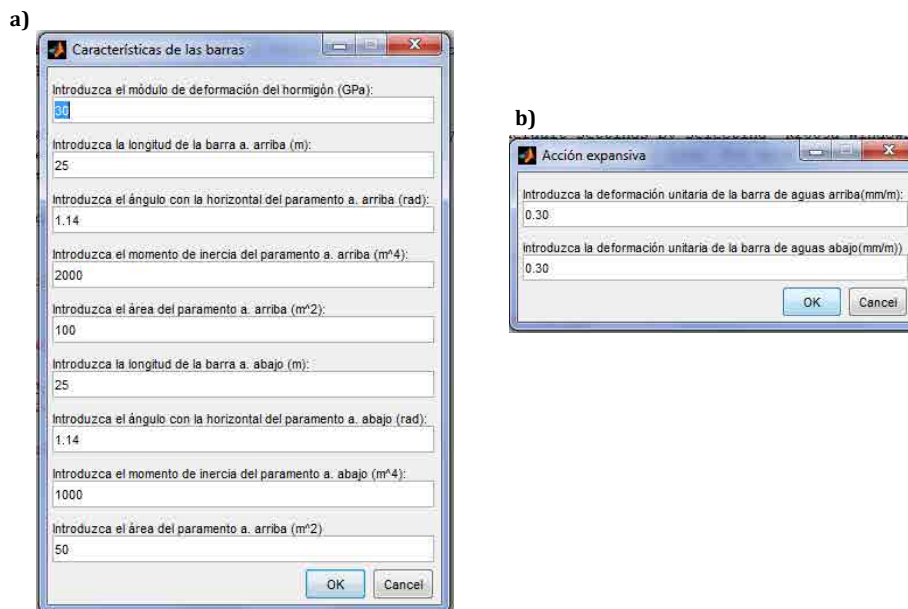


Figura A4.2.- Cuadros de dialogo en los que se piden los datos de entrada del modelo

### A4.2.3.- Determinación del movimiento

El movimiento calculado en la coronación de cada presa se obtiene en la pantalla principal de Matlab, después de ejecutar la rutina, tal y como se puede observar en la figura A4.3.

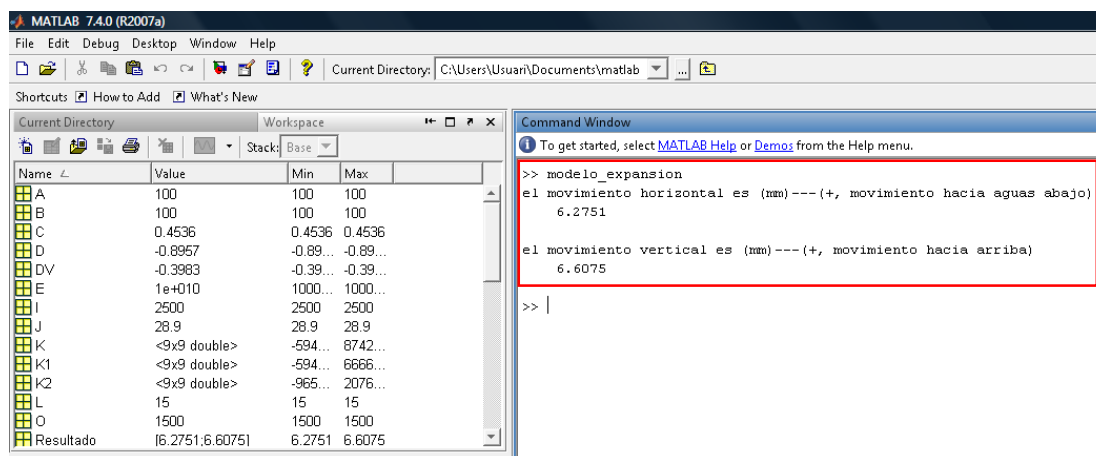


Figura A4.3.- Resultado obtenido de aplicar la rutina preparada para simular expansiones

#### A4.2.4.- Caso Cero. Validación de la rutina

Para verificar que el programa desarrollado en Matlab es consistente a una estructura simétrica se aplica por separado una acción expansiva idéntica a las dos barras, consideradas de iguales características. La lógica dice que el movimiento del punto de "coronación" debe ser solamente en el plano vertical, nunca en el plano horizontal. La acción expansiva se debe aplicar por separado porque si no la componente horizontal del vector  $P$  sería nula antes de aplicarse a la estructura y por tanto seguro que el movimiento solo sería en el plano vertical.

La estructura simétrica se define según las características que se presentan en la tabla A4.2, los valores no responden a ninguna estructura aunque pretenden tener cierto sentido físico.

Magnitud Barra	A. Arriba	A. Abajo
E (GPa)	$E_r = 30,00$	$E_b = 30,00$
Longitud (m)	$L_r = 20,00$	$L_b = 20,00$
Ángulo con horizontal (rad)	$\alpha = \pi/4$	$\beta = \pi/4$
Momento de Inercia (m <sup>4</sup> )	$I_r = 1000$	$I_b = 1000$
Área (m <sup>2</sup> )	$A_r = 100$	$A_b = 100$

Tabla A4.2.- Características geométricas y físicas de la estructura simétrica

En el Caso 1 solamente se aplica una expansión de 0,35 mm/m a la barra que representa el paramento aguas arriba. En el Caso 2 solamente se aplica una expansión de 0,35 mm/m a la barra que representa el paramento aguas abajo. En la tabla A4.3 se presenta el resultado que se obtiene tanto en el Caso 1 como en el Caso 2. También se presenta el resultado de sumar ambos casos. Tal y como puede verse, el movimiento en  $x$  se anula por lo que la presa no se mueve en horizontal y solamente lo hace en dirección vertical.

	Caso 1 $\epsilon_r = 0,35$ mm/m $\epsilon_b = 0,0$ mm/m	Caso 2 $\epsilon_r = 0,0$ mm/m $\epsilon_b = 0,35$ mm/m	Sumatorio Caso1 + Caso 2
Movimiento (mm)	$x = 13,15$	$x = -13,15$	$x = 0$
	$y = 10,87$	$y = 10,87$	$y = 21,74$

Tabla A4.3.- Resultados de la aplicación de la rutina a una estructura simétrica

Con este resultado se confirma que el modelo responde a la lógica física y, en consecuencia, es válido para poder realizar una prueba con la presa de Graus y al mismo tiempo realizar el estudio inicial de la presa de Urrúnaga.

## ANEXO 5

# DATOS PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COEFICIENTES DEL DÑE

### A5.1.- INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto presentar todos los datos que han hecho posible realizar el análisis de sensibilidad de los pesos de los coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\mu$ ,  $\nu$  que forman parte de la expresión que define el *Daño Estructural* (DñE), tal y como puede ver en la ecuación 5.5.

### A5.2.- OBTENCIÓN DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El DñE modifica su valor en función del peso de los coeficientes y del valor que se asigna a las variables EET, UBD, FTD y ExD, que oscila entre 1 y 5 puntos. Al tratarse de variables independientes, el valor de una variable no condiciona el de las otras. Por tanto, existe la posibilidad de permutar 5 elementos (1, 2, 3, 4, 5) cogiéndolos de 4 en 4 (un número para cada variable), lo que significa que se disponen de  $P_{5,4} = 5^4 = 625$  combinaciones de números diferentes.

Para valorar cómo puede afectar en el valor del DñE el peso de los coeficientes, se compara el valor obtenido con el vector de pesos P (ecuación 5.11), con tres variantes que respetan la esencia del resultado obtenido de la matriz de comparación M, aunque se

modifican ligeramente los pesos de los coeficientes, tal y como se ha mostrado en la tabla 5.8.

Para desarrollar dicha comparación se divide el proceso en dos partes. En primer lugar, en la tabla A5.1 se presenta el valor de DñE asociado a cada alternativa según cada una de las 625 permutaciones. Un resultado que es la base de la tabla A5.2 donde se presenta la diferencia que existe para cada permutación entre el vector P y las tres variantes. Esta diferencia se presenta en valor absoluto ( $\|P - VX\|$ ), y en valor relativo ( $\|P - VX\|/P$ ) pues la significación de la variación tiene más repercusión cuanto menor es el valor de DñE. Los resultados de esta tabla son los que se utilizan para realizar los gráficos presentados en las figuras 5.6, 5.7, 5.8 y 5.9 utilizados para analizar la sensibilidad.

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE			Nº Permutación	
				P	V1	V2		V3
5	5	5	5	5	5	5	5	1
			4	4.8	4.85	4.85	4.75	2
			3	4.6	4.7	4.7	4.5	3
			2	4.4	4.55	4.55	4.25	4
			1	4.2	4.4	4.4	4	5
		4	5	4.9	4.95	4.9	4.85	6
			4	4.7	4.8	4.75	4.6	7
			3	4.5	4.65	4.6	4.35	8
			2	4.3	4.5	4.45	4.1	9
			1	4.1	4.35	4.3	3.85	10
		3	5	4.8	4.9	4.8	4.7	11
			4	4.6	4.75	4.65	4.45	12
			3	4.4	4.6	4.5	4.2	13
			2	4.2	4.45	4.35	3.95	14
			1	4	4.3	4.2	3.7	15
		2	5	4.7	4.85	4.7	4.55	16
			4	4.5	4.7	4.55	4.3	17
			3	4.3	4.55	4.4	4.05	18
			2	4.1	4.4	4.25	3.8	19
			1	3.9	4.25	4.1	3.55	20
		1	5	4.6	4.8	4.6	4.4	21
			4	4.4	4.65	4.45	4.15	22
			3	4.2	4.5	4.3	3.9	23
			2	4	4.35	4.15	3.65	24
			1	3.8	4.2	4	3.4	25

Tabla A5.1.- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX



GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación
				P	V1	V2	V3	
5	4	5	5	4.65	4.6	4.65	4.7	26
			4	4.45	4.45	4.5	4.45	27
			3	4.25	4.3	4.35	4.2	28
			2	4.05	4.15	4.2	3.95	29
			1	3.85	4	4.05	3.7	30
		4	5	4.55	4.55	4.55	4.55	31
			4	4.35	4.4	4.4	4.3	32
			3	4.15	4.25	4.25	4.05	33
			2	3.95	4.1	4.1	3.8	34
			1	3.75	3.95	3.95	3.55	35
		3	5	4.45	4.5	4.45	4.4	36
			4	4.25	4.35	4.3	4.15	37
			3	4.05	4.2	4.15	3.9	38
			2	3.85	4.05	4	3.65	39
			1	3.65	3.9	3.85	3.4	40
		2	5	4.35	4.45	4.35	4.25	41
			4	4.15	4.3	4.2	4	42
			3	3.95	4.15	4.05	3.75	43
			2	3.75	4	3.9	3.5	44
			1	3.55	3.85	3.75	3.25	45
	1	5	4.25	4.4	4.25	4.1	46	
		4	4.05	4.25	4.1	3.85	47	
		3	3.85	4.1	3.95	3.6	48	
		2	3.65	3.95	3.8	3.35	49	
		1	3.45	3.8	3.65	3.1	50	
	3	5	5	4.3	4.2	4.3	4.4	51
			4	4.1	4.05	4.15	4.15	52
			3	3.9	3.9	4	3.9	53
			2	3.7	3.75	3.85	3.65	54
			1	3.5	3.6	3.7	3.4	55
		4	5	4.2	4.15	4.2	4.25	56
			4	4	4	4.05	4	57
			3	3.8	3.85	3.9	3.75	58
			2	3.6	3.7	3.75	3.5	59
			1	3.4	3.55	3.6	3.25	60
		3	5	4.1	4.1	4.1	4.1	61
			4	3.9	3.95	3.95	3.85	62
			3	3.7	3.8	3.8	3.6	63
			2	3.5	3.65	3.65	3.35	64
			1	3.3	3.5	3.5	3.1	65

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación
				P	V1	V2	V3	
5	3	2	5	4	4.05	4	3.95	66
			4	3.8	3.9	3.85	3.7	67
			3	3.6	3.75	3.7	3.45	68
			2	3.4	3.6	3.55	3.2	69
			1	3.2	3.45	3.4	2.95	70
		1	5	3.9	4	3.9	3.8	71
			4	3.7	3.85	3.75	3.55	72
			3	3.5	3.7	3.6	3.3	73
			2	3.3	3.55	3.45	3.05	74
			1	3.1	3.4	3.3	2.8	75
	2	5	5	3.95	3.8	3.95	4.1	76
			4	3.75	3.65	3.8	3.85	77
			3	3.55	3.5	3.65	3.6	78
			2	3.35	3.35	3.5	3.35	79
			1	3.15	3.2	3.35	3.1	80
		4	5	3.85	3.75	3.85	3.95	81
			4	3.65	3.6	3.7	3.7	82
			3	3.45	3.45	3.55	3.45	83
			2	3.25	3.3	3.4	3.2	84
			1	3.05	3.15	3.25	2.95	85
		3	5	3.75	3.7	3.75	3.8	86
			4	3.55	3.55	3.6	3.55	87
			3	3.35	3.4	3.45	3.3	88
			2	3.15	3.25	3.3	3.05	89
			1	2.95	3.1	3.15	2.8	90
		2	5	3.65	3.65	3.65	3.65	91
			4	3.45	3.5	3.5	3.4	92
			3	3.25	3.35	3.35	3.15	93
			2	3.05	3.2	3.2	2.9	94
			1	2.85	3.05	3.05	2.65	95
	1	5	3.55	3.6	3.55	3.5	96	
		4	3.35	3.45	3.4	3.25	97	
		3	3.15	3.3	3.25	3	98	
		2	2.95	3.15	3.1	2.75	99	
		1	2.75	3	2.95	2.5	100	
	1	5	5	3.6	3.4	3.6	3.8	101
			4	3.4	3.25	3.45	3.55	102
			3	3.2	3.1	3.3	3.3	103
			2	3	2.95	3.15	3.05	104
			1	2.8	2.8	3	2.8	105

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE			Nº Permutación			
				P	V1	V2		V3		
5	1	4	5	3.5	3.35	3.5	3.65	106		
			4	3.3	3.2	3.35	3.4	107		
			3	3.1	3.05	3.2	3.15	108		
			2	2.9	2.9	3.05	2.9	109		
			1	2.7	2.75	2.9	2.65	110		
		3	5	3.4	3.3	3.4	3.5	111		
			4	3.2	3.15	3.25	3.25	112		
			3	3	3	3.1	3	113		
			2	2.8	2.85	2.95	2.75	114		
			1	2.6	2.7	2.8	2.5	115		
		2	5	3.3	3.25	3.3	3.35	116		
			4	3.1	3.1	3.15	3.1	117		
			3	2.9	2.95	3	2.85	118		
			2	2.7	2.8	2.85	2.6	119		
			1	2.5	2.65	2.7	2.35	120		
		1	5	3.2	3.2	3.2	3.2	121		
			4	3	3.05	3.05	2.95	122		
			3	2.8	2.9	2.9	2.7	123		
			2	2.6	2.75	2.75	2.45	124		
			1	2.4	2.6	2.6	2.2	125		
		4	5	5	5	4.65	4.65	4.6	4.7	126
					4	4.45	4.45	4.45	4.45	127
					3	4.25	4.25	4.3	4.2	128
					2	4.05	4.05	4.15	3.95	129
					1	3.85	3.85	4	3.7	130
4	5			4.55	4.55	4.5	4.55	131		
	4			4.35	4.4	4.35	4.3	132		
	3			4.15	4.25	4.2	4.05	133		
	2			3.95	4.1	4.05	3.8	134		
	1			3.75	3.95	3.9	3.55	135		
3	5			4.45	4.5	4.4	4.4	136		
	4			4.25	4.35	4.25	4.15	137		
	3			4.05	4.2	4.1	3.9	138		
	2			3.85	4.05	3.95	3.65	139		
	1			3.65	3.9	3.8	3.4	140		
2	5			4.35	4.45	4.3	4.25	141		
	4			4.15	4.3	4.15	4	142		
	3			3.95	4.15	4	3.75	143		
	2			3.75	4	3.85	3.5	144		
	1			3.55	3.85	3.7	3.25	145		

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación			
				P	V1	V2	V3				
4	5	1	5	4.25	4.4	4.2	4.1	146			
			4	4.05	4.25	4.05	3.85	147			
			3	3.85	4.1	3.9	3.6	148			
			2	3.65	3.95	3.75	3.35	149			
			1	3.45	3.8	3.6	3.1	150			
	4	4	5	5	4.3	4.2	4.25	4.4	151		
				4	4.1	4.05	4.1	4.15	152		
				3	3.9	3.9	3.95	3.9	153		
				2	3.7	3.75	3.8	3.65	154		
				1	3.5	3.6	3.65	3.4	155		
			4	4	4	5	4.2	4.15	4.15	4.25	156
						4	4	4	4	4	157
						3	3.8	3.85	3.85	3.75	158
						2	3.6	3.7	3.7	3.5	159
						1	3.4	3.55	3.55	3.25	160
			3	3	3	5	4.1	4.1	4.05	4.1	161
						4	3.9	3.95	3.9	3.85	162
						3	3.7	3.8	3.75	3.6	163
						2	3.5	3.65	3.6	3.35	164
						1	3.3	3.5	3.45	3.1	165
			2	2	2	5	4	4.05	3.95	3.95	166
						4	3.8	3.9	3.8	3.7	167
						3	3.6	3.75	3.65	3.45	168
						2	3.4	3.6	3.5	3.2	169
						1	3.2	3.45	3.35	2.95	170
		1	1	1	5	3.9	4	3.85	3.8	171	
					4	3.7	3.85	3.7	3.55	172	
					3	3.5	3.7	3.55	3.3	173	
					2	3.3	3.55	3.4	3.05	174	
					1	3.1	3.4	3.25	2.8	175	
		3	5	5	5	3.95	3.8	3.9	4.1	176	
					4	3.75	3.65	3.75	3.85	177	
3					3.55	3.5	3.6	3.6	178		
2					3.35	3.35	3.45	3.35	179		
1					3.15	3.2	3.3	3.1	180		
4			4	4	5	3.85	3.75	3.8	3.95	181	
					4	3.65	3.6	3.65	3.7	182	
	3				3.45	3.45	3.5	3.45	183		
	2				3.25	3.3	3.35	3.2	184		
	1				3.05	3.15	3.2	2.95	185		

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación
				P	V1	V2	V3	
4	3	3	5	3.75	3.7	3.7	3.8	186
			4	3.55	3.55	3.55	3.55	187
			3	3.35	3.4	3.4	3.3	188
			2	3.15	3.25	3.25	3.05	189
			1	2.95	3.1	3.1	2.8	190
		2	5	3.65	3.65	3.6	3.65	191
			4	3.45	3.5	3.45	3.4	192
			3	3.25	3.35	3.3	3.15	193
			2	3.05	3.2	3.15	2.9	194
			1	2.85	3.05	3	2.65	195
		1	5	3.55	3.6	3.5	3.5	196
			4	3.35	3.45	3.35	3.25	197
			3	3.15	3.3	3.2	3	198
			2	2.95	3.15	3.05	2.75	199
			1	2.75	3	2.9	2.5	200
	2	5	5	3.6	3.4	3.55	3.8	201
			4	3.4	3.25	3.4	3.55	202
			3	3.2	3.1	3.25	3.3	203
			2	3	2.95	3.1	3.05	204
			1	2.8	2.8	2.95	2.8	205
		4	5	3.5	3.35	3.45	3.65	206
			4	3.3	3.2	3.3	3.4	207
			3	3.1	3.05	3.15	3.15	208
			2	2.9	2.9	3	2.9	209
			1	2.7	2.75	2.85	2.65	210
		3	5	3.4	3.3	3.35	3.5	211
			4	3.2	3.15	3.2	3.25	212
			3	3	3	3.05	3	213
			2	2.8	2.85	2.9	2.75	214
			1	2.6	2.7	2.75	2.5	215
		2	5	3.3	3.25	3.25	3.35	216
			4	3.1	3.1	3.1	3.1	217
3	2.9		2.95	2.95	2.85	218		
2	2.7		2.8	2.8	2.6	219		
1	2.5		2.65	2.65	2.35	220		
1	5	3.2	3.2	3.15	3.2	221		
	4	3	3.05	3	2.95	222		
	3	2.8	2.9	2.85	2.7	223		
	2	2.6	2.75	2.7	2.45	224		
	1	2.4	2.6	2.55	2.2	225		

Tabla A5.1 (Cont.)- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación
				P	V1	V2	V3	
4	1	5	5	3.25	3	3.2	3.5	226
			4	3.05	2.85	3.05	3.25	227
			3	2.85	2.7	2.9	3	228
			2	2.65	2.55	2.75	2.75	229
			1	2.45	2.4	2.6	2.5	230
		4	5	3.15	2.95	3.1	3.35	231
			4	2.95	2.8	2.95	3.1	232
			3	2.75	2.65	2.8	2.85	233
			2	2.55	2.5	2.65	2.6	234
			1	2.35	2.35	2.5	2.35	235
		3	5	3.05	2.9	3	3.2	236
			4	2.85	2.75	2.85	2.95	237
			3	2.65	2.6	2.7	2.7	238
			2	2.45	2.45	2.55	2.45	239
			1	2.25	2.3	2.4	2.2	240
		2	5	2.95	2.85	2.9	3.05	241
			4	2.75	2.7	2.75	2.8	242
			3	2.55	2.55	2.6	2.55	243
			2	2.35	2.4	2.45	2.3	244
			1	2.15	2.25	2.3	2.05	245
		1	5	2.85	2.8	2.8	2.9	246
			4	2.65	2.65	2.65	2.65	247
			3	2.45	2.5	2.5	2.4	248
			2	2.25	2.35	2.35	2.15	249
			1	2.05	2.2	2.2	1.9	250
3	5	5	5	4.3	4.3	4.2	4.4	251
			4	4.1	4.1	4.05	4.15	252
			3	3.9	3.9	3.9	3.9	253
			2	3.7	3.7	3.75	3.65	254
			1	3.5	3.5	3.6	3.4	255
		4	5	4.2	4.15	4.1	4.25	256
			4	4	4	3.95	4	257
			3	3.8	3.85	3.8	3.75	258
			2	3.6	3.7	3.65	3.5	259
			1	3.4	3.55	3.5	3.25	260
		3	5	4.1	4.1	4	4.1	261
			4	3.9	3.95	3.85	3.85	262
			3	3.7	3.8	3.7	3.6	263
			2	3.5	3.65	3.55	3.35	264
			1	3.3	3.5	3.4	3.1	265

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación	
				P	V1	V2	V3		
3	5	2	5	4	4.05	3.9	3.95	266	
			4	3.8	3.9	3.75	3.7	267	
			3	3.6	3.75	3.6	3.45	268	
			2	3.4	3.6	3.45	3.2	269	
			1	3.2	3.45	3.3	2.95	270	
		1	5	3.9	4	3.8	3.8	271	
			4	3.7	3.85	3.65	3.55	272	
			3	3.5	3.7	3.5	3.3	273	
			2	3.3	3.55	3.35	3.05	274	
			1	3.1	3.4	3.2	2.8	275	
	4	5	5	3.95	3.8	3.85	4.1	276	
			4	3.75	3.65	3.7	3.85	277	
			3	3.55	3.5	3.55	3.6	278	
			2	3.35	3.35	3.4	3.35	279	
			1	3.15	3.2	3.25	3.1	280	
		4	5	3.85	3.75	3.75	3.95	281	
			4	3.65	3.6	3.6	3.7	282	
			3	3.45	3.45	3.45	3.45	283	
			2	3.25	3.3	3.3	3.2	284	
			1	3.05	3.15	3.15	2.95	285	
		3	5	5	3.75	3.7	3.65	3.8	286
				4	3.55	3.55	3.5	3.55	287
				3	3.35	3.4	3.35	3.3	288
				2	3.15	3.25	3.2	3.05	289
				1	2.95	3.1	3.05	2.8	290
			2	5	3.65	3.65	3.55	3.65	291
				4	3.45	3.5	3.4	3.4	292
				3	3.25	3.35	3.25	3.15	293
				2	3.05	3.2	3.1	2.9	294
				1	2.85	3.05	2.95	2.65	295
		1	5	3.55	3.6	3.45	3.5	296	
			4	3.35	3.45	3.3	3.25	297	
			3	3.15	3.3	3.15	3	298	
			2	2.95	3.15	3	2.75	299	
			1	2.75	3	2.85	2.5	300	
3	5	5	3.6	3.4	3.5	3.8	301		
		4	3.4	3.25	3.35	3.55	302		
		3	3.2	3.1	3.2	3.3	303		
		2	3	2.95	3.05	3.05	304		
		1	2.8	2.8	2.9	2.8	305		

Tabla A5.1 (Cont.)- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación
				P	V1	V2	V3	
3	3	4	5	3.5	3.35	3.4	3.65	306
			4	3.3	3.2	3.25	3.4	307
			3	3.1	3.05	3.1	3.15	308
			2	2.9	2.9	2.95	2.9	309
			1	2.7	2.75	2.8	2.65	310
		3	5	3.4	3.3	3.3	3.5	311
			4	3.2	3.15	3.15	3.25	312
			3	3	3	3	3	313
			2	2.8	2.85	2.85	2.75	314
			1	2.6	2.7	2.7	2.5	315
		2	5	3.3	3.25	3.2	3.35	316
			4	3.1	3.1	3.05	3.1	317
			3	2.9	2.95	2.9	2.85	318
			2	2.7	2.8	2.75	2.6	319
			1	2.5	2.65	2.6	2.35	320
		1	5	3.2	3.2	3.1	3.2	321
			4	3	3.05	2.95	2.95	322
			3	2.8	2.9	2.8	2.7	323
			2	2.6	2.75	2.65	2.45	324
			1	2.4	2.6	2.5	2.2	325
	2	5	5	3.25	3	3.15	3.5	326
			4	3.05	2.85	3	3.25	327
			3	2.85	2.7	2.85	3	328
			2	2.65	2.55	2.7	2.75	329
			1	2.45	2.4	2.55	2.5	330
		4	5	3.15	2.95	3.05	3.35	331
			4	2.95	2.8	2.9	3.1	332
			3	2.75	2.65	2.75	2.85	333
			2	2.55	2.5	2.6	2.6	334
			1	2.35	2.35	2.45	2.35	335
		3	5	3.05	2.9	2.95	3.2	336
			4	2.85	2.75	2.8	2.95	337
			3	2.65	2.6	2.65	2.7	338
			2	2.45	2.45	2.5	2.45	339
			1	2.25	2.3	2.35	2.2	340
		2	5	2.95	2.85	2.85	3.05	341
			4	2.75	2.7	2.7	2.8	342
			3	2.55	2.55	2.55	2.55	343
			2	2.35	2.4	2.4	2.3	344
			1	2.15	2.25	2.25	2.05	345

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX



GrD	UbD	ExD	EvD	P	DñE			Nº Permutación					
					V1	V2	V3						
3	2	1	5	2.85	2.8	2.75	2.9	346					
			4	2.65	2.65	2.6	2.65	347					
			3	2.45	2.5	2.45	2.4	348					
			2	2.25	2.35	2.3	2.15	349					
			1	2.05	2.2	2.15	1.9	350					
	1	5	5	5	2.9	2.6	2.8	3.2	351				
				4	2.7	2.45	2.65	2.95	352				
				3	2.5	2.3	2.5	2.7	353				
				2	2.3	2.15	2.35	2.45	354				
				1	2.1	2	2.2	2.2	355				
		4	4	4	5	2.8	2.55	2.7	3.05	356			
					4	2.6	2.4	2.55	2.8	357			
					3	2.4	2.25	2.4	2.55	358			
					2	2.2	2.1	2.25	2.3	359			
					1	2	1.95	2.1	2.05	360			
		3	3	3	5	2.7	2.5	2.6	2.9	361			
					4	2.5	2.35	2.45	2.65	362			
					3	2.3	2.2	2.3	2.4	363			
					2	2.1	2.05	2.15	2.15	364			
					1	1.9	1.9	2	1.9	365			
					2	2	2	5	2.6	2.45	2.5	2.75	366
								4	2.4	2.3	2.35	2.5	367
								3	2.2	2.15	2.2	2.25	368
								2	2	2	2.05	2	369
								1	1.8	1.85	1.9	1.75	370
		1	1	1	5	2.5	2.4	2.4	2.6	371			
					4	2.3	2.25	2.25	2.35	372			
					3	2.1	2.1	2.1	2.1	373			
					2	1.9	1.95	1.95	1.85	374			
					1	1.7	1.8	1.8	1.6	375			
2	5	5	5	3.95	3.95	3.8	4.1	376					
			4	3.75	3.75	3.65	3.85	377					
			3	3.55	3.55	3.5	3.6	378					
			2	3.35	3.35	3.35	3.35	379					
			1	3.15	3.15	3.2	3.1	380					
		4	4	4	5	3.85	3.75	3.7	3.95	381			
					4	3.65	3.6	3.55	3.7	382			
					3	3.45	3.45	3.4	3.45	383			
					2	3.25	3.3	3.25	3.2	384			
					1	3.05	3.15	3.1	2.95	385			

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación
				P	V1	V2	V3	
2	5	3	5	3.75	3.7	3.6	3.8	386
			4	3.55	3.55	3.45	3.55	387
			3	3.35	3.4	3.3	3.3	388
			2	3.15	3.25	3.15	3.05	389
			1	2.95	3.1	3	2.8	390
		2	5	3.65	3.65	3.5	3.65	391
			4	3.45	3.5	3.35	3.4	392
			3	3.25	3.35	3.2	3.15	393
			2	3.05	3.2	3.05	2.9	394
			1	2.85	3.05	2.9	2.65	395
		1	5	3.55	3.6	3.4	3.5	396
			4	3.35	3.45	3.25	3.25	397
			3	3.15	3.3	3.1	3	398
			2	2.95	3.15	2.95	2.75	399
			1	2.75	3	2.8	2.5	400
	4	5	5	3.6	3.4	3.45	3.8	401
			4	3.4	3.25	3.3	3.55	402
			3	3.2	3.1	3.15	3.3	403
			2	3	2.95	3	3.05	404
			1	2.8	2.8	2.85	2.8	405
		4	5	3.5	3.35	3.35	3.65	406
			4	3.3	3.2	3.2	3.4	407
			3	3.1	3.05	3.05	3.15	408
			2	2.9	2.9	2.9	2.9	409
			1	2.7	2.75	2.75	2.65	410
		3	5	3.4	3.3	3.25	3.5	411
			4	3.2	3.15	3.1	3.25	412
			3	3	3	2.95	3	413
			2	2.8	2.85	2.8	2.75	414
			1	2.6	2.7	2.65	2.5	415
		2	5	3.3	3.25	3.15	3.35	416
			4	3.1	3.1	3	3.1	417
			3	2.9	2.95	2.85	2.85	418
			2	2.7	2.8	2.7	2.6	419
			1	2.5	2.65	2.55	2.35	420
	1	5	3.2	3.2	3.05	3.2	421	
		4	3	3.05	2.9	2.95	422	
		3	2.8	2.9	2.75	2.7	423	
		2	2.6	2.75	2.6	2.45	424	
		1	2.4	2.6	2.45	2.2	425	

Tabla A5.1 (Cont.)- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación
				P	V1	V2	V3	
2	3	5	5	3.25	3	3.1	3.5	426
			4	3.05	2.85	2.95	3.25	427
			3	2.85	2.7	2.8	3	428
			2	2.65	2.55	2.65	2.75	429
			1	2.45	2.4	2.5	2.5	430
		4	5	3.15	2.95	3	3.35	431
			4	2.95	2.8	2.85	3.1	432
			3	2.75	2.65	2.7	2.85	433
			2	2.55	2.5	2.55	2.6	434
			1	2.35	2.35	2.4	2.35	435
		3	5	3.05	2.9	2.9	3.2	436
			4	2.85	2.75	2.75	2.95	437
			3	2.65	2.6	2.6	2.7	438
			2	2.45	2.45	2.45	2.45	439
			1	2.25	2.3	2.3	2.2	440
		2	5	2.95	2.85	2.8	3.05	441
			4	2.75	2.7	2.65	2.8	442
			3	2.55	2.55	2.5	2.55	443
			2	2.35	2.4	2.35	2.3	444
			1	2.15	2.25	2.2	2.05	445
		1	5	2.85	2.8	2.7	2.9	446
			4	2.65	2.65	2.55	2.65	447
			3	2.45	2.5	2.4	2.4	448
			2	2.25	2.35	2.25	2.15	449
			1	2.05	2.2	2.1	1.9	450
	2	5	5	2.9	2.6	2.75	3.2	451
			4	2.7	2.45	2.6	2.95	452
			3	2.5	2.3	2.45	2.7	453
			2	2.3	2.15	2.3	2.45	454
			1	2.1	2	2.15	2.2	455
		4	5	2.8	2.55	2.65	3.05	456
			4	2.6	2.4	2.5	2.8	457
			3	2.4	2.25	2.35	2.55	458
			2	2.2	2.1	2.2	2.3	459
			1	2	1.95	2.05	2.05	460
		3	5	2.7	2.5	2.55	2.9	461
			4	2.5	2.35	2.4	2.65	462
			3	2.3	2.2	2.25	2.4	463
			2	2.1	2.05	2.1	2.15	464
			1	1.9	1.9	1.95	1.9	465

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	P	DñE			Nº Permutación	
					V1	V2	V3		
2	2	2	5	2.6	2.45	2.45	2.75	466	
			4	2.4	2.3	2.3	2.5	467	
			3	2.2	2.15	2.15	2.25	468	
			2	2	2	2	2	469	
			1	1.8	1.85	1.85	1.75	470	
		1	5	2.5	2.4	2.35	2.6	471	
			4	2.3	2.25	2.2	2.35	472	
			3	2.1	2.1	2.05	2.1	473	
			2	1.9	1.95	1.9	1.85	474	
			1	1.7	1.8	1.75	1.6	475	
	1	5	5	2.55	2.2	2.4	2.9	476	
			4	2.35	2.05	2.25	2.65	477	
			3	2.15	1.9	2.1	2.4	478	
			2	1.95	1.75	1.95	2.15	479	
			1	1.75	1.6	1.8	1.9	480	
		4	5	2.45	2.15	2.3	2.75	481	
			4	2.25	2	2.15	2.5	482	
			3	2.05	1.85	2	2.25	483	
			2	1.85	1.7	1.85	2	484	
			1	1.65	1.55	1.7	1.75	485	
		3	5	2.35	2.1	2.2	2.6	486	
			4	2.15	1.95	2.05	2.35	487	
			3	1.95	1.8	1.9	2.1	488	
			2	1.75	1.65	1.75	1.85	489	
			1	1.55	1.5	1.6	1.6	490	
		2	5	2.25	2.05	2.1	2.45	491	
			4	2.05	1.9	1.95	2.2	492	
			3	1.85	1.75	1.8	1.95	493	
			2	1.65	1.6	1.65	1.7	494	
			1	1.45	1.45	1.5	1.45	495	
		1	5	2.15	2	2	2.3	496	
			4	1.95	1.85	1.85	2.05	497	
			3	1.75	1.7	1.7	1.8	498	
			2	1.55	1.55	1.55	1.55	499	
			1	1.35	1.4	1.4	1.3	500	
	1	5	5	5	3.6	3.6	3.4	3.8	501
				4	3.4	3.4	3.25	3.55	502
				3	3.2	3.2	3.1	3.3	503
				2	3	3	2.95	3.05	504
				1	2.8	2.8	2.8	2.8	505

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	P	DñE			Nº Permutación
					V1	V2	V3	
1	5	4	5	3.5	3.35	3.3	3.65	506
			4	3.3	3.2	3.15	3.4	507
			3	3.1	3.05	3	3.15	508
			2	2.9	2.9	2.85	2.9	509
			1	2.7	2.75	2.7	2.65	510
		3	5	3.4	3.3	3.2	3.5	511
			4	3.2	3.15	3.05	3.25	512
			3	3	3	2.9	3	513
			2	2.8	2.85	2.75	2.75	514
			1	2.6	2.7	2.6	2.5	515
		2	5	3.3	3.25	3.1	3.35	516
			4	3.1	3.1	2.95	3.1	517
			3	2.9	2.95	2.8	2.85	518
			2	2.7	2.8	2.65	2.6	519
			1	2.5	2.65	2.5	2.35	520
		1	5	3.2	3.2	3	3.2	521
			4	3	3.05	2.85	2.95	522
			3	2.8	2.9	2.7	2.7	523
			2	2.6	2.75	2.55	2.45	524
			1	2.4	2.6	2.4	2.2	525
	4	5	5	3.25	3	3.05	3.5	526
			4	3.05	2.85	2.9	3.25	527
			3	2.85	2.7	2.75	3	528
			2	2.65	2.55	2.6	2.75	529
			1	2.45	2.4	2.45	2.5	530
		4	5	3.15	2.95	2.95	3.35	531
			4	2.95	2.8	2.8	3.1	532
			3	2.75	2.65	2.65	2.85	533
			2	2.55	2.5	2.5	2.6	534
			1	2.35	2.35	2.35	2.35	535
		3	5	3.05	2.9	2.85	3.2	536
			4	2.85	2.75	2.7	2.95	537
			3	2.65	2.6	2.55	2.7	538
			2	2.45	2.45	2.4	2.45	539
			1	2.25	2.3	2.25	2.2	540
		2	5	2.95	2.85	2.75	3.05	541
			4	2.75	2.7	2.6	2.8	542
			3	2.55	2.55	2.45	2.55	543
			2	2.35	2.4	2.3	2.3	544
			1	2.15	2.25	2.15	2.05	545

Tabla A5.1 (Cont.)- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación	
				P	V1	V2	V3		
1	4	1	5	2.85	2.8	2.65	2.9	546	
			4	2.65	2.65	2.5	2.65	547	
			3	2.45	2.5	2.35	2.4	548	
			2	2.25	2.35	2.2	2.15	549	
			1	2.05	2.2	2.05	1.9	550	
	3	5		5	2.9	2.6	2.7	3.2	551
				4	2.7	2.45	2.55	2.95	552
				3	2.5	2.3	2.4	2.7	553
				2	2.3	2.15	2.25	2.45	554
				1	2.1	2	2.1	2.2	555
		4		5	2.8	2.55	2.6	3.05	556
				4	2.6	2.4	2.45	2.8	557
				3	2.4	2.25	2.3	2.55	558
				2	2.2	2.1	2.15	2.3	559
				1	2	1.95	2	2.05	560
		3		5	2.7	2.5	2.5	2.9	561
				4	2.5	2.35	2.35	2.65	562
				3	2.3	2.2	2.2	2.4	563
				2	2.1	2.05	2.05	2.15	564
				1	1.9	1.9	1.9	1.9	565
		2		5	2.6	2.45	2.4	2.75	566
				4	2.4	2.3	2.25	2.5	567
				3	2.2	2.15	2.1	2.25	568
				2	2	2	1.95	2	569
				1	1.8	1.85	1.8	1.75	570
		1		5	2.5	2.4	2.3	2.6	571
				4	2.3	2.25	2.15	2.35	572
				3	2.1	2.1	2	2.1	573
				2	1.9	1.95	1.85	1.85	574
				1	1.7	1.8	1.7	1.6	575
	2	5		5	2.55	2.2	2.35	2.9	576
				4	2.35	2.05	2.2	2.65	577
				3	2.15	1.9	2.05	2.4	578
				2	1.95	1.75	1.9	2.15	579
				1	1.75	1.6	1.75	1.9	580
4			5	2.45	2.15	2.25	2.75	581	
			4	2.25	2	2.1	2.5	582	
			3	2.05	1.85	1.95	2.25	583	
			2	1.85	1.7	1.8	2	584	
			1	1.65	1.55	1.65	1.75	585	

Tabla A5.1 (Cont.).- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

GrD	UbD	ExD	EvD	DñE				Nº Permutación	
				P	V1	V2	V3		
1	2	3	5	2.35	2.1	2.15	2.6	586	
			4	2.15	1.95	2	2.35	587	
			3	1.95	1.8	1.85	2.1	588	
			2	1.75	1.65	1.7	1.85	589	
			1	1.55	1.5	1.55	1.6	590	
		2	5	2.25	2.05	2.05	2.45	591	
			4	2.05	1.9	1.9	2.2	592	
			3	1.85	1.75	1.75	1.95	593	
			2	1.65	1.6	1.6	1.7	594	
			1	1.45	1.45	1.45	1.45	595	
		1	5	2.15	2	1.95	2.3	596	
			4	1.95	1.85	1.8	2.05	597	
			3	1.75	1.7	1.65	1.8	598	
			2	1.55	1.55	1.5	1.55	599	
			1	1.35	1.4	1.35	1.3	600	
	1	5	5	5	2.2	1.8	2	2.6	601
				4	2	1.65	1.85	2.35	602
				3	1.8	1.5	1.7	2.1	603
				2	1.6	1.35	1.55	1.85	604
				1	1.4	1.2	1.4	1.6	605
			4	5	2.1	1.75	1.9	2.45	606
				4	1.9	1.6	1.75	2.2	607
				3	1.7	1.45	1.6	1.95	608
				2	1.5	1.3	1.45	1.7	609
				1	1.3	1.15	1.3	1.45	610
3		5	2	1.7	1.8	2.3	611		
		4	1.8	1.55	1.65	2.05	612		
		3	1.6	1.4	1.5	1.8	613		
		2	1.4	1.25	1.35	1.55	614		
		1	1.2	1.1	1.2	1.3	615		
2		5	1.9	1.65	1.7	2.15	616		
		4	1.7	1.5	1.55	1.9	617		
		3	1.5	1.35	1.4	1.65	618		
		2	1.3	1.2	1.25	1.4	619		
		1	1.1	1.05	1.1	1.15	620		
1	5	1.8	1.6	1.6	2	621			
	4	1.6	1.45	1.45	1.75	622			
	3	1.4	1.3	1.3	1.5	623			
	2	1.2	1.15	1.15	1.25	624			
	1	1	1	1	1	625			

Tabla A5.1 (Cont.)- Resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
1	0	0	0	0	0	0
2	0,050	1,042	0,050	1,042	0,050	1,042
3	0,100	2,174	0,100	2,174	0,100	2,174
4	0,150	3,409	0,150	3,409	0,150	3,409
5	0,200	4,762	0,200	4,762	0,200	4,762
6	0,050	1,020	0	0	0,050	1,020
7	0,100	2,128	0,050	1,064	0,100	2,128
8	0,150	3,333	0,100	2,222	0,150	3,333
9	0,200	4,651	0,150	3,488	0,200	4,651
10	0,250	6,098	0,200	4,878	0,250	6,098
11	0,100	2,083	0	0	0,100	2,083
12	0,150	3,261	0,050	1,087	0,150	3,261
13	0,200	4,545	0,100	2,273	0,200	4,545
14	0,250	5,952	0,150	3,571	0,250	5,952
15	0,300	7,500	0,200	5,000	0,300	7,500
16	0,150	3,191	0,000	0,000	0,150	3,191
17	0,200	4,444	0,050	1,111	0,200	4,444
18	0,250	5,814	0,100	2,326	0,250	5,814
19	0,300	7,317	0,150	3,659	0,300	7,317
20	0,350	8,974	0,200	5,128	0,350	8,974
21	0,200	4,348	0,000	0,000	0,200	4,348
22	0,250	5,682	0,050	1,136	0,250	5,682
23	0,300	7,143	0,100	2,381	0,300	7,143
24	0,350	8,750	0,150	3,750	0,350	8,750
25	0,400	10,526	0,200	5,263	0,400	10,526
26	0,050	1,075	0	0	0,050	1,075
27	0	0	0,050	1,124	0	0
28	0,050	1,176	0,100	2,353	0,050	1,176
29	0,100	2,469	0,150	3,704	0,100	2,469
30	0,150	3,896	0,200	5,195	0,150	3,896
31	0	0	0	0	0	0
32	0,050	1,149	0,050	1,149	0,050	1,149
33	0,100	2,410	0,100	2,410	0,100	2,410
34	0,150	3,797	0,150	3,797	0,150	3,797
35	0,200	5,333	0,200	5,333	0,200	5,333
36	0,050	1,124	0,000	0,000	0,050	1,124
37	0,100	2,353	0,050	1,176	0,100	2,353
38	0,150	3,704	0,100	2,469	0,150	3,704
39	0,200	5,195	0,150	3,896	0,200	5,195
40	0,250	6,849	0,200	5,479	0,250	6,849

*Tabla A5.2.- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX*



Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
41	0,100	2,299	0,000	0,000	0,100	2,299
42	0,150	3,614	0,050	1,205	0,150	3,614
43	0,200	5,063	0,100	2,532	0,200	5,063
44	0,250	6,667	0,150	4,000	0,250	6,667
45	0,300	8,451	0,200	5,634	0,300	8,451
46	0,150	3,529	0,000	0,000	0,150	3,529
47	0,200	4,938	0,050	1,235	0,200	4,938
48	0,250	6,494	0,100	2,597	0,250	6,494
49	0,300	8,219	0,150	4,110	0,300	8,219
50	0,350	10,145	0,200	5,797	0,350	10,145
51	0,100	2,326	0,000	0,000	0,100	2,326
52	0,050	1,220	0,050	1,220	0,050	1,220
53	0,000	0,000	0,100	2,564	0,000	0,000
54	0,050	1,351	0,150	4,054	0,050	1,351
55	0,100	2,857	0,200	5,714	0,100	2,857
56	0,050	1,190	0,000	0,000	0,050	1,190
57	0,000	0,000	0,050	1,250	0,000	0,000
58	0,050	1,316	0,100	2,632	0,050	1,316
59	0,100	2,778	0,150	4,167	0,100	2,778
60	0,150	4,412	0,200	5,882	0,150	4,412
61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
62	0,050	1,282	0,050	1,282	0,050	1,282
63	0,100	2,703	0,100	2,703	0,100	2,703
64	0,150	4,286	0,150	4,286	0,150	4,286
65	0,200	6,061	0,200	6,061	0,200	6,061
66	0,050	1,250	0,000	0,000	0,050	1,250
67	0,100	2,632	0,050	1,316	0,100	2,632
68	0,150	4,167	0,100	2,778	0,150	4,167
69	0,200	5,882	0,150	4,412	0,200	5,882
70	0,250	7,813	0,200	6,250	0,250	7,813
71	0,100	2,564	0,000	0,000	0,100	2,564
72	0,150	4,054	0,050	1,351	0,150	4,054
73	0,200	5,714	0,100	2,857	0,200	5,714
74	0,250	7,576	0,150	4,545	0,250	7,576
75	0,300	9,677	0,200	6,452	0,300	9,677
76	0,150	3,797	0,000	0,000	0,150	3,797
77	0,100	2,667	0,050	1,333	0,100	2,667
78	0,050	1,408	0,100	2,817	0,050	1,408
79	0,000	0,000	0,150	4,478	0,000	0,000
80	0,050	1,587	0,200	6,349	0,050	1,587

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
81	0,100	2,597	0,000	0,000	0,100	2,597
82	0,050	1,370	0,050	1,370	0,050	1,370
83	0,000	0,000	0,100	2,899	0,000	0,000
84	0,050	1,538	0,150	4,615	0,050	1,538
85	0,100	3,279	0,200	6,557	0,100	3,279
86	0,050	1,333	0,000	0,000	0,050	1,333
87	0,000	0,000	0,050	1,408	0,000	0,000
88	0,050	1,493	0,100	2,985	0,050	1,493
89	0,100	3,175	0,150	4,762	0,100	3,175
90	0,150	5,085	0,200	6,780	0,150	5,085
91	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
92	0,050	1,449	0,050	1,449	0,050	1,449
93	0,100	3,077	0,100	3,077	0,100	3,077
94	0,150	4,918	0,150	4,918	0,150	4,918
95	0,200	7,018	0,200	7,018	0,200	7,018
96	0,050	1,408	0,000	0,000	0,050	1,408
97	0,100	2,985	0,050	1,493	0,100	2,985
98	0,150	4,762	0,100	3,175	0,150	4,762
99	0,200	6,780	0,150	5,085	0,200	6,780
100	0,250	9,091	0,200	7,273	0,250	9,091
101	0,200	5,556	0,000	0,000	0,200	5,556
102	0,150	4,412	0,050	1,471	0,150	4,412
103	0,100	3,125	0,100	3,125	0,100	3,125
104	0,050	1,667	0,150	5,000	0,050	1,667
105	0,000	0,000	0,200	7,143	0,000	0,000
106	0,150	4,286	0,000	0,000	0,150	4,286
107	0,100	3,030	0,050	1,515	0,100	3,030
108	0,050	1,613	0,100	3,226	0,050	1,613
109	0,000	0,000	0,150	5,172	0,000	0,000
110	0,050	1,852	0,200	7,407	0,050	1,852
111	0,100	2,941	0,000	0,000	0,100	2,941
112	0,050	1,563	0,050	1,563	0,050	1,562
113	0,000	0,000	0,100	3,333	0,000	0,000
114	0,050	1,786	0,150	5,357	0,050	1,786
115	0,100	3,846	0,200	7,692	0,100	3,846
116	0,050	1,515	0,000	0,000	0,050	1,515
117	0,000	0,000	0,050	1,613	0,000	0,000
118	0,050	1,724	0,100	3,448	0,050	1,724
119	0,100	3,704	0,150	5,556	0,100	3,704
120	0,150	6,000	0,200	8,000	0,150	6,000

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
121	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
122	0,050	1,667	0,050	1,667	0,050	1,667
123	0,100	3,571	0,100	3,571	0,100	3,571
124	0,150	5,769	0,150	5,769	0,150	5,769
125	0,200	8,333	0,200	8,333	0,200	8,333
126	0,000	0,000	0,050	1,075	0,050	1,075
127	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
128	0,000	0,000	0,050	1,176	0,050	1,176
129	0,000	0,000	0,100	2,469	0,100	2,469
130	0,000	0,000	0,150	3,896	0,150	3,896
131	0,000	0,000	0,050	1,099	0,000	0,000
132	0,050	1,149	0,000	0,000	0,050	1,149
133	0,100	2,410	0,050	1,205	0,100	2,410
134	0,150	3,797	0,100	2,532	0,150	3,797
135	0,200	5,333	0,150	4,000	0,200	5,333
136	0,050	1,124	0,050	1,124	0,050	1,124
137	0,100	2,353	0,000	0,000	0,100	2,353
138	0,150	3,704	0,050	1,235	0,150	3,704
139	0,200	5,195	0,100	2,597	0,200	5,195
140	0,250	6,849	0,150	4,110	0,250	6,849
141	0,100	2,299	0,050	1,149	0,100	2,299
142	0,150	3,614	0,000	0,000	0,150	3,614
143	0,200	5,063	0,050	1,266	0,200	5,063
144	0,250	6,667	0,100	2,667	0,250	6,667
145	0,300	8,451	0,150	4,225	0,300	8,451
146	0,150	3,529	0,050	1,176	0,150	3,529
147	0,200	4,938	0,000	0,000	0,200	4,938
148	0,250	6,494	0,050	1,299	0,250	6,494
149	0,300	8,219	0,100	2,740	0,300	8,219
150	0,350	10,145	0,150	4,348	0,350	10,145
151	0,100	2,326	0,050	1,163	0,100	2,326
152	0,050	1,220	0,000	0,000	0,050	1,220
153	0,000	0,000	0,050	1,282	0,000	0,000
154	0,050	1,351	0,100	2,703	0,050	1,351
155	0,100	2,857	0,150	4,286	0,100	2,857
156	0,050	1,190	0,050	1,190	0,050	1,190
157	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
158	0,050	1,316	0,050	1,316	0,050	1,316
159	0,100	2,778	0,100	2,778	0,100	2,778
160	0,150	4,412	0,150	4,412	0,150	4,412

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
161	0,000	0,000	0,050	1,220	0,000	0,000
162	0,050	1,282	0,000	0,000	0,050	1,282
163	0,100	2,703	0,050	1,351	0,100	2,703
164	0,150	4,286	0,100	2,857	0,150	4,286
165	0,200	6,061	0,150	4,545	0,200	6,061
166	0,050	1,250	0,050	1,250	0,050	1,250
167	0,100	2,632	0,000	0,000	0,100	2,632
168	0,150	4,167	0,050	1,389	0,150	4,167
169	0,200	5,882	0,100	2,941	0,200	5,882
170	0,250	7,813	0,150	4,688	0,250	7,813
171	0,100	2,564	0,050	1,282	0,100	2,564
172	0,150	4,054	0,000	0,000	0,150	4,054
173	0,200	5,714	0,050	1,429	0,200	5,714
174	0,250	7,576	0,100	3,030	0,250	7,576
175	0,300	9,677	0,150	4,839	0,300	9,677
176	0,150	3,797	0,050	1,266	0,150	3,797
177	0,100	2,667	0,000	0,000	0,100	2,667
178	0,050	1,408	0,050	1,408	0,050	1,408
179	0,000	0,000	0,100	2,985	0,000	0,000
180	0,050	1,587	0,150	4,762	0,050	1,587
181	0,100	2,597	0,050	1,299	0,100	2,597
182	0,050	1,370	0,000	0,000	0,050	1,370
183	0,000	0,000	0,050	1,449	0,000	0,000
184	0,050	1,538	0,100	3,077	0,050	1,538
185	0,100	3,279	0,150	4,918	0,100	3,279
186	0,050	1,333	0,050	1,333	0,050	1,333
187	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
188	0,050	1,493	0,050	1,493	0,050	1,493
189	0,100	3,175	0,100	3,175	0,100	3,175
190	0,150	5,085	0,150	5,085	0,150	5,085
191	0,000	0,000	0,050	1,370	0,000	0,000
192	0,050	1,449	0,000	0,000	0,050	1,449
193	0,100	3,077	0,050	1,538	0,100	3,077
194	0,150	4,918	0,100	3,279	0,150	4,918
195	0,200	7,018	0,150	5,263	0,200	7,018
196	0,050	1,408	0,050	1,408	0,050	1,408
197	0,100	2,985	0,000	0,000	0,100	2,985
198	0,150	4,762	0,050	1,587	0,150	4,762
199	0,200	6,780	0,100	3,390	0,200	6,780
200	0,250	9,091	0,150	5,455	0,250	9,091

*Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX*

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
201	0,200	5,556	0,050	1,389	0,200	5,556
202	0,150	4,412	0,000	0,000	0,150	4,412
203	0,100	3,125	0,050	1,563	0,100	3,125
204	0,050	1,667	0,100	3,333	0,050	1,667
205	0,000	0,000	0,150	5,357	0,000	0,000
206	0,150	4,286	0,050	1,429	0,150	4,286
207	0,100	3,030	0,000	0,000	0,100	3,030
208	0,050	1,613	0,050	1,613	0,050	1,613
209	0,000	0,000	0,100	3,448	0,000	0,000
210	0,050	1,852	0,150	5,556	0,050	1,852
211	0,100	2,941	0,050	1,471	0,100	2,941
212	0,050	1,562	0,000	0,000	0,050	1,563
213	0,000	0,000	0,050	1,667	0,000	0,000
214	0,050	1,786	0,100	3,571	0,050	1,786
215	0,100	3,846	0,150	5,769	0,100	3,846
216	0,050	1,515	0,050	1,515	0,050	1,515
217	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
218	0,050	1,724	0,050	1,724	0,050	1,724
219	0,100	3,704	0,100	3,704	0,100	3,704
220	0,150	6,000	0,150	6,000	0,150	6,000
221	0,000	0,000	0,050	1,562	0,000	0,000
222	0,050	1,667	0,000	0,000	0,050	1,667
223	0,100	3,571	0,050	1,786	0,100	3,571
224	0,150	5,769	0,100	3,846	0,150	5,769
225	0,200	8,333	0,150	6,250	0,200	8,333
226	0,250	7,692	0,050	1,538	0,250	7,692
227	0,200	6,557	0,000	0,000	0,200	6,557
228	0,150	5,263	0,050	1,754	0,150	5,263
229	0,100	3,774	0,100	3,774	0,100	3,774
230	0,050	2,041	0,150	6,122	0,050	2,041
231	0,200	6,349	0,050	1,587	0,200	6,349
232	0,150	5,085	0,000	0,000	0,150	5,085
233	0,100	3,636	0,050	1,818	0,100	3,636
234	0,050	1,961	0,100	3,922	0,050	1,961
235	0,000	0,000	0,150	6,383	0,000	0,000
236	0,150	4,918	0,050	1,639	0,150	4,918
237	0,100	3,509	0,000	0,000	0,100	3,509
238	0,050	1,887	0,050	1,887	0,050	1,887
239	0,000	0,000	0,100	4,082	0,000	0,000
240	0,050	2,222	0,150	6,667	0,050	2,222

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
241	0,100	3,390	0,050	1,695	0,100	3,390
242	0,050	1,818	0,000	0,000	0,050	1,818
243	0,000	0,000	0,050	1,961	0,000	0,000
244	0,050	2,128	0,100	4,255	0,050	2,128
245	0,100	4,651	0,150	6,977	0,100	4,651
246	0,050	1,754	0,050	1,754	0,050	1,754
247	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
248	0,050	2,041	0,050	2,041	0,050	2,041
249	0,100	4,444	0,100	4,444	0,100	4,444
250	0,150	7,317	0,150	7,317	0,150	7,317
251	0,000	0,000	0,100	2,326	0,100	2,326
252	0,000	0,000	0,050	1,220	0,050	1,220
253	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
254	0,000	0,000	0,050	1,351	0,050	1,351
255	0,000	0,000	0,100	2,857	0,100	2,857
256	0,050	1,190	0,100	2,381	0,050	1,190
257	0,000	0,000	0,050	1,250	0,000	0,000
258	0,050	1,316	0,000	0,000	0,050	1,316
259	0,100	2,778	0,050	1,389	0,100	2,778
260	0,150	4,412	0,100	2,941	0,150	4,412
261	0,000	0,000	0,100	2,439	0,000	0,000
262	0,050	1,282	0,050	1,282	0,050	1,282
263	0,100	2,703	0,000	0,000	0,100	2,703
264	0,150	4,286	0,050	1,429	0,150	4,286
265	0,200	6,061	0,100	3,030	0,200	6,061
266	0,050	1,250	0,100	2,500	0,050	1,250
267	0,100	2,632	0,050	1,316	0,100	2,632
268	0,150	4,167	0,000	0,000	0,150	4,167
269	0,200	5,882	0,050	1,471	0,200	5,882
270	0,250	7,813	0,100	3,125	0,250	7,813
271	0,100	2,564	0,100	2,564	0,100	2,564
272	0,150	4,054	0,050	1,351	0,150	4,054
273	0,200	5,714	0,000	0,000	0,200	5,714
274	0,250	7,576	0,050	1,515	0,250	7,576
275	0,300	9,677	0,100	3,226	0,300	9,677
276	0,150	3,797	0,100	2,532	0,150	3,797
277	0,100	2,667	0,050	1,333	0,100	2,667
278	0,050	1,408	0,000	0,000	0,050	1,408
279	0,000	0,000	0,050	1,493	0,000	0,000
280	0,050	1,587	0,100	3,175	0,050	1,587

*Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX*

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
281	0,100	2,597	0,100	2,597	0,100	2,597
282	0,050	1,370	0,050	1,370	0,050	1,370
283	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
284	0,050	1,538	0,050	1,538	0,050	1,538
285	0,100	3,279	0,100	3,279	0,100	3,279
286	0,050	1,333	0,100	2,667	0,050	1,333
287	0,000	0,000	0,050	1,408	0,000	0,000
288	0,050	1,493	0,000	0,000	0,050	1,493
289	0,100	3,175	0,050	1,587	0,100	3,175
290	0,150	5,085	0,100	3,390	0,150	5,085
291	0,000	0,000	0,100	2,740	0,000	0,000
292	0,050	1,449	0,050	1,449	0,050	1,449
293	0,100	3,077	0,000	0,000	0,100	3,077
294	0,150	4,918	0,050	1,639	0,150	4,918
295	0,200	7,018	0,100	3,509	0,200	7,018
296	0,050	1,408	0,100	2,817	0,050	1,408
297	0,100	2,985	0,050	1,493	0,100	2,985
298	0,150	4,762	0,000	0,000	0,150	4,762
299	0,200	6,780	0,050	1,695	0,200	6,780
300	0,250	9,091	0,100	3,636	0,250	9,091
301	0,200	5,556	0,100	2,778	0,200	5,556
302	0,150	4,412	0,050	1,471	0,150	4,412
303	0,100	3,125	0,000	0,000	0,100	3,125
304	0,050	1,667	0,050	1,667	0,050	1,667
305	0,000	0,000	0,100	3,571	0,000	0,000
306	0,150	4,286	0,100	2,857	0,150	4,286
307	0,100	3,030	0,050	1,515	0,100	3,030
308	0,050	1,613	0,000	0,000	0,050	1,613
309	0,000	0,000	0,050	1,724	0,000	0,000
310	0,050	1,852	0,100	3,704	0,050	1,852
311	0,100	2,941	0,100	2,941	0,100	2,941
312	0,050	1,562	0,050	1,562	0,050	1,563
313	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
314	0,050	1,786	0,050	1,786	0,050	1,786
315	0,100	3,846	0,100	3,846	0,100	3,846
316	0,050	1,515	0,100	3,030	0,050	1,515
317	0,000	0,000	0,050	1,613	0,000	0,000
318	0,050	1,724	0,000	0,000	0,050	1,724
319	0,100	3,704	0,050	1,852	0,100	3,704
320	0,150	6,000	0,100	4,000	0,150	6,000

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
321	0,000	0,000	0,100	3,125	0,000	0,000
322	0,050	1,667	0,050	1,667	0,050	1,667
323	0,100	3,571	0,000	0,000	0,100	3,571
324	0,150	5,769	0,050	1,923	0,150	5,769
325	0,200	8,333	0,100	4,167	0,200	8,333
326	0,250	7,692	0,100	3,077	0,250	7,692
327	0,200	6,557	0,050	1,639	0,200	6,557
328	0,150	5,263	0,000	0,000	0,150	5,263
329	0,100	3,774	0,050	1,887	0,100	3,774
330	0,050	2,041	0,100	4,082	0,050	2,041
331	0,200	6,349	0,100	3,175	0,200	6,349
332	0,150	5,085	0,050	1,695	0,150	5,085
333	0,100	3,636	0,000	0,000	0,100	3,636
334	0,050	1,961	0,050	1,961	0,050	1,961
335	0,000	0,000	0,100	4,255	0,000	0,000
336	0,150	4,918	0,100	3,279	0,150	4,918
337	0,100	3,509	0,050	1,754	0,100	3,509
338	0,050	1,887	0,000	0,000	0,050	1,887
339	0,000	0,000	0,050	2,041	0,000	0,000
340	0,050	2,222	0,100	4,444	0,050	2,222
341	0,100	3,390	0,100	3,390	0,100	3,390
342	0,050	1,818	0,050	1,818	0,050	1,818
343	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
344	0,050	2,128	0,050	2,128	0,050	2,128
345	0,100	4,651	0,100	4,651	0,100	4,651
346	0,050	1,754	0,100	3,509	0,050	1,754
347	0,000	0,000	0,050	1,887	0,000	0,000
348	0,050	2,041	0,000	0,000	0,050	2,041
349	0,100	4,444	0,050	2,222	0,100	4,444
350	0,150	7,317	0,100	4,878	0,150	7,317
351	0,300	10,345	0,100	3,448	0,300	10,345
352	0,250	9,259	0,050	1,852	0,250	9,259
353	0,200	8,000	0,000	0,000	0,200	8,000
354	0,150	6,522	0,050	2,174	0,150	6,522
355	0,100	4,762	0,100	4,762	0,100	4,762
356	0,250	8,929	0,100	3,571	0,250	8,929
357	0,200	7,692	0,050	1,923	0,200	7,692
358	0,150	6,250	0,000	0,000	0,150	6,250
359	0,100	4,545	0,050	2,273	0,100	4,545
360	0,050	2,500	0,100	5,000	0,050	2,500

*Tabla A5.2 (Cont.)- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX*



Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
361	0,200	7,407	0,100	3,704	0,200	7,407
362	0,150	6,000	0,050	2,000	0,150	6,000
363	0,100	4,348	0,000	0,000	0,100	4,348
364	0,050	2,381	0,050	2,381	0,050	2,381
365	0,000	0,000	0,100	5,263	0,000	0,000
366	0,150	5,769	0,100	3,846	0,150	5,769
367	0,100	4,167	0,050	2,083	0,100	4,167
368	0,050	2,273	0,000	0,000	0,050	2,273
369	0,000	0,000	0,050	2,500	0,000	0,000
370	0,050	2,778	0,100	5,556	0,050	2,778
371	0,100	4,000	0,100	4,000	0,100	4,000
372	0,050	2,174	0,050	2,174	0,050	2,174
373	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
374	0,050	2,632	0,050	2,632	0,050	2,632
375	0,100	5,882	0,100	5,882	0,100	5,882
376	0,000	0,000	0,150	3,797	0,150	3,797
377	0,000	0,000	0,100	2,667	0,100	2,667
378	0,000	0,000	0,050	1,408	0,050	1,408
379	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
380	0,000	0,000	0,050	1,587	0,050	1,587
381	0,100	2,597	0,150	3,896	0,100	2,597
382	0,050	1,370	0,100	2,740	0,050	1,370
383	0,000	0,000	0,050	1,449	0,000	0,000
384	0,050	1,538	0,000	0,000	0,050	1,538
385	0,100	3,279	0,050	1,639	0,100	3,279
386	0,050	1,333	0,150	4,000	0,050	1,333
387	0,000	0,000	0,100	2,817	0,000	0,000
388	0,050	1,493	0,050	1,493	0,050	1,493
389	0,100	3,175	0,000	0,000	0,100	3,175
390	0,150	5,085	0,050	1,695	0,150	5,085
391	0,000	0,000	0,150	4,110	0,000	0,000
392	0,050	1,449	0,100	2,899	0,050	1,449
393	0,100	3,077	0,050	1,538	0,100	3,077
394	0,150	4,918	0,000	0,000	0,150	4,918
395	0,200	7,018	0,050	1,754	0,200	7,018
396	0,050	1,408	0,150	4,225	0,050	1,408
397	0,100	2,985	0,100	2,985	0,100	2,985
398	0,150	4,762	0,050	1,587	0,150	4,762
399	0,200	6,780	0,000	0,000	0,200	6,780
400	0,250	9,091	0,050	1,818	0,250	9,091

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
401	0,200	5,556	0,150	4,167	0,200	5,556
402	0,150	4,412	0,100	2,941	0,150	4,412
403	0,100	3,125	0,050	1,562	0,100	3,125
404	0,050	1,667	0,000	0,000	0,050	1,667
405	0,000	0,000	0,050	1,786	0,000	0,000
406	0,150	4,286	0,150	4,286	0,150	4,286
407	0,100	3,030	0,100	3,030	0,100	3,030
408	0,050	1,613	0,050	1,613	0,050	1,613
409	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
410	0,050	1,852	0,050	1,852	0,050	1,852
411	0,100	2,941	0,150	4,412	0,100	2,941
412	0,050	1,562	0,100	3,125	0,050	1,563
413	0,000	0,000	0,050	1,667	0,000	0,000
414	0,050	1,786	0,000	0,000	0,050	1,786
415	0,100	3,846	0,050	1,923	0,100	3,846
416	0,050	1,515	0,150	4,545	0,050	1,515
417	0,000	0,000	0,100	3,226	0,000	0,000
418	0,050	1,724	0,050	1,724	0,050	1,724
419	0,100	3,704	0,000	0,000	0,100	3,704
420	0,150	6,000	0,050	2,000	0,150	6,000
421	0,000	0,000	0,150	4,687	0,000	0,000
422	0,050	1,667	0,100	3,333	0,050	1,667
423	0,100	3,571	0,050	1,786	0,100	3,571
424	0,150	5,769	0,000	0,000	0,150	5,769
425	0,200	8,333	0,050	2,083	0,200	8,333
426	0,250	7,692	0,150	4,615	0,250	7,692
427	0,200	6,557	0,100	3,279	0,200	6,557
428	0,150	5,263	0,050	1,754	0,150	5,263
429	0,100	3,774	0,000	0,000	0,100	3,774
430	0,050	2,041	0,050	2,041	0,050	2,041
431	0,200	6,349	0,150	4,762	0,200	6,349
432	0,150	5,085	0,100	3,390	0,150	5,085
433	0,100	3,636	0,050	1,818	0,100	3,636
434	0,050	1,961	0,000	0,000	0,050	1,961
435	0,000	0,000	0,050	2,128	0,000	0,000
436	0,150	4,918	0,150	4,918	0,150	4,918
437	0,100	3,509	0,100	3,509	0,100	3,509
438	0,050	1,887	0,050	1,887	0,050	1,887
439	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
440	0,050	2,222	0,050	2,222	0,050	2,222

*Tabla A5.2 (Cont.)- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX*

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
441	0,100	3,390	0,150	5,085	0,100	3,390
442	0,050	1,818	0,100	3,636	0,050	1,818
443	0,000	0,000	0,050	1,961	0,000	0,000
444	0,050	2,128	0,000	0,000	0,050	2,128
445	0,100	4,651	0,050	2,326	0,100	4,651
446	0,050	1,754	0,150	5,263	0,050	1,754
447	0,000	0,000	0,100	3,774	0,000	0,000
448	0,050	2,041	0,050	2,041	0,050	2,041
449	0,100	4,444	0,000	0,000	0,100	4,444
450	0,150	7,317	0,050	2,439	0,150	7,317
451	0,300	10,345	0,150	5,172	0,300	10,345
452	0,250	9,259	0,100	3,704	0,250	9,259
453	0,200	8,000	0,050	2,000	0,200	8,000
454	0,150	6,522	0,000	0,000	0,150	6,522
455	0,100	4,762	0,050	2,381	0,100	4,762
456	0,250	8,929	0,150	5,357	0,250	8,929
457	0,200	7,692	0,100	3,846	0,200	7,692
458	0,150	6,250	0,050	2,083	0,150	6,250
459	0,100	4,545	0,000	0,000	0,100	4,545
460	0,050	2,500	0,050	2,500	0,050	2,500
461	0,200	7,407	0,150	5,556	0,200	7,407
462	0,150	6,000	0,100	4,000	0,150	6,000
463	0,100	4,348	0,050	2,174	0,100	4,348
464	0,050	2,381	0,000	0,000	0,050	2,381
465	0,000	0,000	0,050	2,632	0,000	0,000
466	0,150	5,769	0,150	5,769	0,150	5,769
467	0,100	4,167	0,100	4,167	0,100	4,167
468	0,050	2,273	0,050	2,273	0,050	2,273
469	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
470	0,050	2,778	0,050	2,778	0,050	2,778
471	0,100	4,000	0,150	6,000	0,100	4,000
472	0,050	2,174	0,100	4,348	0,050	2,174
473	0,000	0,000	0,050	2,381	0,000	0,000
474	0,050	2,632	0,000	0,000	0,050	2,632
475	0,100	5,882	0,050	2,941	0,100	5,882
476	0,350	13,725	0,150	5,882	0,350	13,725
477	0,300	12,766	0,100	4,255	0,300	12,766
478	0,250	11,628	0,050	2,326	0,250	11,628
479	0,200	10,256	0,000	0,000	0,200	10,256
480	0,150	8,571	0,050	2,857	0,150	8,571

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
481	0,300	12,245	0,150	6,122	0,300	12,245
482	0,250	11,111	0,100	4,444	0,250	11,111
483	0,200	9,756	0,050	2,439	0,200	9,756
484	0,150	8,108	0,000	0,000	0,150	8,108
485	0,100	6,061	0,050	3,030	0,100	6,061
486	0,250	10,638	0,150	6,383	0,250	10,638
487	0,200	9,302	0,100	4,651	0,200	9,302
488	0,150	7,692	0,050	2,564	0,150	7,692
489	0,100	5,714	0,000	0,000	0,100	5,714
490	0,050	3,226	0,050	3,226	0,050	3,226
491	0,200	8,889	0,150	6,667	0,200	8,889
492	0,150	7,317	0,100	4,878	0,150	7,317
493	0,100	5,405	0,050	2,703	0,100	5,405
494	0,050	3,030	0,000	0,000	0,050	3,030
495	0,000	0,000	0,050	3,448	0,000	0,000
496	0,150	6,977	0,150	6,977	0,150	6,977
497	0,100	5,128	0,100	5,128	0,100	5,128
498	0,050	2,857	0,050	2,857	0,050	2,857
499	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
500	0,050	3,704	0,050	3,704	0,050	3,704
501	0,000	0,000	0,200	5,556	0,200	5,556
502	0,000	0,000	0,150	4,412	0,150	4,412
503	0,000	0,000	0,100	3,125	0,100	3,125
504	0,000	0,000	0,050	1,667	0,050	1,667
505	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
506	0,150	4,286	0,200	5,714	0,150	4,286
507	0,100	3,030	0,150	4,545	0,100	3,030
508	0,050	1,613	0,100	3,226	0,050	1,613
509	0,000	0,000	0,050	1,724	0,000	0,000
510	0,050	1,852	0,000	0,000	0,050	1,852
511	0,100	2,941	0,200	5,882	0,100	2,941
512	0,050	1,563	0,150	4,688	0,050	1,562
513	0,000	0,000	0,100	3,333	0,000	0,000
514	0,050	1,786	0,050	1,786	0,050	1,786
515	0,100	3,846	0,000	0,000	0,100	3,846
516	0,050	1,515	0,200	6,061	0,050	1,515
517	0,000	0,000	0,150	4,839	0,000	0,000
518	0,050	1,724	0,100	3,448	0,050	1,724
519	0,100	3,704	0,050	1,852	0,100	3,704
520	0,150	6,000	0,000	0,000	0,150	6,000

*Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX*

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
521	0,000	0,000	0,200	6,250	0,000	0,000
522	0,050	1,667	0,150	5,000	0,050	1,667
523	0,100	3,571	0,100	3,571	0,100	3,571
524	0,150	5,769	0,050	1,923	0,150	5,769
525	0,200	8,333	0,000	0,000	0,200	8,333
526	0,250	7,692	0,200	6,154	0,250	7,692
527	0,200	6,557	0,150	4,918	0,200	6,557
528	0,150	5,263	0,100	3,509	0,150	5,263
529	0,100	3,774	0,050	1,887	0,100	3,774
530	0,050	2,041	0,000	0,000	0,050	2,041
531	0,200	6,349	0,200	6,349	0,200	6,349
532	0,150	5,085	0,150	5,085	0,150	5,085
533	0,100	3,636	0,100	3,636	0,100	3,636
534	0,050	1,961	0,050	1,961	0,050	1,961
535	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
536	0,150	4,918	0,200	6,557	0,150	4,918
537	0,100	3,509	0,150	5,263	0,100	3,509
538	0,050	1,887	0,100	3,774	0,050	1,887
539	0,000	0,000	0,050	2,041	0,000	0,000
540	0,050	2,222	0,000	0,000	0,050	2,222
541	0,100	3,390	0,200	6,780	0,100	3,390
542	0,050	1,818	0,150	5,455	0,050	1,818
543	0,000	0,000	0,100	3,922	0,000	0,000
544	0,050	2,128	0,050	2,128	0,050	2,128
545	0,100	4,651	0,000	0,000	0,100	4,651
546	0,050	1,754	0,200	7,018	0,050	1,754
547	0,000	0,000	0,150	5,660	0,000	0,000
548	0,050	2,041	0,100	4,082	0,050	2,041
549	0,100	4,444	0,050	2,222	0,100	4,444
550	0,150	7,317	0,000	0,000	0,150	7,317
551	0,300	10,345	0,200	6,897	0,300	10,345
552	0,250	9,259	0,150	5,556	0,250	9,259
553	0,200	8,000	0,100	4,000	0,200	8,000
554	0,150	6,522	0,050	2,174	0,150	6,522
555	0,100	4,762	0,000	0,000	0,100	4,762
556	0,250	8,929	0,200	7,143	0,250	8,929
557	0,200	7,692	0,150	5,769	0,200	7,692
558	0,150	6,250	0,100	4,167	0,150	6,250
559	0,100	4,545	0,050	2,273	0,100	4,545
560	0,050	2,500	0,000	0,000	0,050	2,500

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
561	0,200	7,407	0,200	7,407	0,200	7,407
562	0,150	6,000	0,150	6,000	0,150	6,000
563	0,100	4,348	0,100	4,348	0,100	4,348
564	0,050	2,381	0,050	2,381	0,050	2,381
565	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
566	0,150	5,769	0,200	7,692	0,150	5,769
567	0,100	4,167	0,150	6,250	0,100	4,167
568	0,050	2,273	0,100	4,545	0,050	2,273
569	0,000	0,000	0,050	2,500	0,000	0,000
570	0,050	2,778	0,000	0,000	0,050	2,778
571	0,100	4,000	0,200	8,000	0,100	4,000
572	0,050	2,174	0,150	6,522	0,050	2,174
573	0,000	0,000	0,100	4,762	0,000	0,000
574	0,050	2,632	0,050	2,632	0,050	2,632
575	0,100	5,882	0,000	0,000	0,100	5,882
576	0,350	13,725	0,200	7,843	0,350	13,725
577	0,300	12,766	0,150	6,383	0,300	12,766
578	0,250	11,628	0,100	4,651	0,250	11,628
579	0,200	10,256	0,050	2,564	0,200	10,256
580	0,150	8,571	0,000	0,000	0,150	8,571
581	0,300	12,245	0,200	8,163	0,300	12,245
582	0,250	11,111	0,150	6,667	0,250	11,111
583	0,200	9,756	0,100	4,878	0,200	9,756
584	0,150	8,108	0,050	2,703	0,150	8,108
585	0,100	6,061	0,000	0,000	0,100	6,061
586	0,250	10,638	0,200	8,511	0,250	10,638
587	0,200	9,302	0,150	6,977	0,200	9,302
588	0,150	7,692	0,100	5,128	0,150	7,692
589	0,100	5,714	0,050	2,857	0,100	5,714
590	0,050	3,226	0,000	0,000	0,050	3,226
591	0,200	8,889	0,200	8,889	0,200	8,889
592	0,150	7,317	0,150	7,317	0,150	7,317
593	0,100	5,405	0,100	5,405	0,100	5,405
594	0,050	3,030	0,050	3,030	0,050	3,030
595	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
596	0,150	6,977	0,200	9,302	0,150	6,977
597	0,100	5,128	0,150	7,692	0,100	5,128
598	0,050	2,857	0,100	5,714	0,050	2,857
599	0,000	0,000	0,050	3,226	0,000	0,000
600	0,050	3,704	0,000	0,000	0,050	3,704

*Tabla A5.2 (Cont.)- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX*

Nº Permutación	P-V1	(P-V1)/P	P-V2	(P-V1)/P	P-V3	(P-A1)/P
601	0,400	18,182	0,200	9,091	0,400	18,182
602	0,350	17,500	0,150	7,500	0,350	17,500
603	0,300	16,667	0,100	5,556	0,300	16,667
604	0,250	15,625	0,050	3,125	0,250	15,625
605	0,200	14,286	0,000	0,000	0,200	14,286
606	0,350	16,667	0,200	9,524	0,350	16,667
607	0,300	15,789	0,150	7,895	0,300	15,789
608	0,250	14,706	0,100	5,882	0,250	14,706
609	0,200	13,333	0,050	3,333	0,200	13,333
610	0,150	11,538	0,000	0,000	0,150	11,538
611	0,300	15,000	0,200	10,000	0,300	15,000
612	0,250	13,889	0,150	8,333	0,250	13,889
613	0,200	12,500	0,100	6,250	0,200	12,500
614	0,150	10,714	0,050	3,571	0,150	10,714
615	0,100	8,333	0,000	0,000	0,100	8,333
616	0,250	13,158	0,200	10,526	0,250	13,158
617	0,200	11,765	0,150	8,824	0,200	11,765
618	0,150	10,000	0,100	6,667	0,150	10,000
619	0,100	7,692	0,050	3,846	0,100	7,692
620	0,050	4,545	0,000	0,000	0,050	4,545
621	0,200	11,111	0,200	11,111	0,200	11,111
622	0,150	9,375	0,150	9,375	0,150	9,375
623	0,100	7,143	0,100	7,143	0,100	7,143
624	0,050	4,167	0,050	4,167	0,050	4,167
625	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabla A5.2 (Cont.).- Diferencias entre los resultados de DñE obtenidos con el vector P y las alternativas AX





## ANEXO 6

# DEFINICIÓN DE LOS PESOS DE LOS ÁRBOLES DE DECISIÓN

### A6.1.- INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto presentar el proceso por el cual se han definido los pesos de los diferentes componentes de los árboles de decisión desarrollados para Endesa y para la ACA, presentados de forma conjunta en la figura 7.1

### A6.2.- LOS PESOS DEL ÁRBOL DESARROLLADO PARA ENDESA

Endesa, a pesar de ser una compañía privada, ha mostrado siempre un interés particular por proteger a las personas, sean éstas trabajadoras de la empresa o ciudadanos comunes, y por cuidar el medio ambiente, incluso en fase de explotación cuando el mayor daño al entorno natural ya se ha realizado en la fase de construcción. Estos valores quedan reflejados en la asignación de pesos realizada a los requerimientos: *Social* (Soc), *Medio Ambiental* (MAm) y *Económico* (Eco).

Como se ha comentado en el capítulo 7, para este menester se utiliza el sistema AHP, siendo necesario, en primer lugar, definir la matriz de comparación pareada *E*, que puede verse en la tabla A6.1. De ella se deduce que el requerimiento más importante es el *Social*, seguido del *Económico*, dejando en último lugar el *Medio Ambiental*.

	Soc	MAm	Eco
Soc	1	3	2
MAm	0,33	1	0,33
Eco	0,50	3	1

Tabla A6.1.- Matriz de comparación pareada, E

Si se calcula el valor propio máximo de la matriz E,  $\lambda_{\max}=3,053$ , se obtiene que  $\lambda_{\max} \neq n$ , comprobándose que la matriz no es totalmente consistente. En estos casos, tal y como explica Alonso y Lamata (2006), el método AHP mide la consistencia global de la matriz con el ratio de consistencia (CR) que debe ser, según el propio Saaty, menor al 10%. El CR (ecuación A6.1) depende del índice de consistencia (IC), calculado según la ecuación A6.2, y del índice de consistencia aleatoria (CA). En la literatura técnica pueden encontrarse distintos valores de CA, tal y como puede verse en Alonso y Lamata (2006), si se hace la media aritmética de los nueve valores presentados por estos dos autores, se puede considerar que para una matriz de 3x3 el CA es igual a 0,513.

Ante estas consideraciones, según la ecuación A6.1, el CR es igual al 5,1%, y al ser menor que el 10%, se puede considerar que la matriz de comparación es consistente.

$$CR = \frac{\text{Índice de Consistencia}}{\text{Consistencia Aleatoria}} = \frac{IC}{CA} = \frac{0,026}{0,513} = 0,0051 = 5,1\% \quad [\text{ec. A6.1}]$$

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{3,053 - 3}{2} = 0,026 \quad [\text{ec. A6.2}]$$

El proceso de cálculo finaliza con el establecimiento de los pesos de los tres requerimientos ( $R_E$ ) según la metodología descrita en el capítulo 5. Así, los pesos son los presentados en la ecuación A6.3.

$$R_E' = \begin{bmatrix} \text{Soc} \\ \text{MAm} \\ \text{Eco} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,52 \\ 0,14 \\ 0,34 \end{bmatrix} \longrightarrow R_E = \begin{bmatrix} \text{Soc} \\ \text{MAm} \\ \text{Eco} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,50 \\ 0,15 \\ 0,35 \end{bmatrix} \quad [\text{ec. A6.3}]$$

Establecido el peso de los requerimientos, el paso siguiente es el cálculo del peso de los criterios e indicadores. Para no extender el texto en exceso, tratándose de una asignación directa, se presentan los pesos de forma conjunta para cada uno de los requerimientos.

### Requerimiento Social

Para asignar pesos a los criterios, Endesa considera más importante los efectos negativos directos que el daño puede causar en las personas, que aquellos que tienen un carácter indirecto. Por esta razón, se da un peso ligeramente superior al criterio *Personas Físicas* (0,60) respecto al criterio *Afecciones* (0,40), tal y como puede verse en la tabla A6.2.

Dentro del criterio *Personas Físicas*, se entiende que es mucho más relevante el daño físico que pueden padecer las personas que el daño psicológico, causado básicamente por el miedo. A tal efecto, se da un peso notablemente superior al indicador *Población Expuesta* (0,70) frente al indicador *Percepción Colectiva del Riesgo* (0,30), como puede verse en la mencionada tabla A6.2. En la misma tabla también puede verse que los dos indicadores del criterio *Afecciones, Servicio Esenciales Afectados y Perjuicios Materiales y Económicos*, tienen el mismo peso (0,50), al entenderse que la naturaleza de ambos es muy similar, cuando se evalúa como puede verse alterado el sistema físico que permite desarrollar la actividad ordinaria de las personas.

Criterios	Peso	Indicadores	Peso
Personas Físicas	0,60	Población Expuesta (PoE)	0,70
		Percepción Colectiva del Riesgo (PCR)	0,30
		Total = PoE + PCR	1
Afecciones	0,40	Servicios Esenciales Afectados (SEA)	0,50
		Perjuicios Materiales y Económicos (PME)	0,50
		Total = SEA + PME	1
Total	1		

Tabla A6.2.- Pesos de los componentes del requerimiento Social

#### Requerimiento Medio Ambiental

Este requerimiento consta únicamente del criterio *Impacto Ambiental*, cuyo peso solamente puede ser 1, tal y como puede verse en la tabla A6.3.

Criterios	Peso	Indicadores	Peso
Impacto Ambiental	1	Repercusión Negativa del Daño (RND)	0,65
		Valor Añadido Actuación (VAA)	0,35
		Total = RND + VAA	1

Tabla A6.3.- Pesos de los componentes del requerimiento Medio Ambiental

En este criterio tiene un peso preponderante la *Repercusión Negativa del Daño* (0,65) frente al *Valor Añadido Actuación* (0,35) puesto que se entiende, tal y como se indica en la definición de los indicadores, que la obligación de la compañía es respetar la naturaleza, mientras que toda aportación extra que se haga mediante la actuación en el entorno natural es un suplemento que responde a la predisposición de Endesa a contribuir a mejorar las condiciones del medio en el que se sitúan sus instalaciones.

### Requerimiento Económico

En el requerimiento económico se asigna el mismo peso a los dos criterios establecidos, *Inversión* (0,50) y *Retorno de la Inversión* (0,50), como se muestra en la tabla A6.4. La voluntad de esta medida es dar el mismo valor al esfuerzo realizado por Endesa para llevar a cabo una actuación que al beneficio “económico” que se obtiene de dicho esfuerzo. No se puede olvidar que Endesa es una compañía privada que debe conseguir una cuenta de resultados positiva.

En la misma tabla A6.4 se puede ver que el peso del indicador *Coste Anual Unitario* es 1, como no podía ser de otra manera, al tratarse del único indicador del criterio *Inversión*. También en esta tabla se fija el valor de los indicadores *Ahorro Mantenimiento y Vigilancia* (0,50) e *Incremento Producción Estimado* (0,50). Aunque, es cierto que conceptualmente es mucho más importante el indicador *Incremento Producción Estimado*, también es cierto que, en un tiempo de crisis, se deben potenciar las actuaciones que pueden reducir los costes fijos a los que debe hacer frente la compañía en cada ejercicio económico, de ahí que se ha querido potenciar el indicador *Ahorro Mantenimiento y Vigilancia* hasta elevarlo al nivel de su par.

Criterios	Peso	Indicadores	Peso
Inversión	0,50	Coste Anual Unitario (CUA)	1
Retorno de la Inversión	0,50	Ahorro Mantenimiento y Vigilancia (AMV)	0,50
		Incremento Producción Estimado (IPE)	0,50
		Total = AMV + IPE	1
Total	1		

Tabla A6.4.- Pesos de los componentes del requerimiento Económico

### El Árbol de Decisión

Gracias a los pesos que se han presentado en la ecuación A6.3 y en las tablas A6.2 a A6.4 se puede confeccionar el árbol de decisión definitivo (figura A6.1) a utilizar para priorizar las actuaciones de Endesa. Sobre las flechas de la figura se presenta el peso (k) del componente que se sitúa inmediatamente a su derecha.

## **A6.2.- LOS PESOS DEL ÁRBOL DESARROLLADO PARA LA ACA**

La esencia del ACA dista de la de Endesa, al tratarse de una empresa pública cuyo fin es el servicio al ciudadano. Aun así, en lo que se refiere al mantenimiento y conservación de las obras hidráulicas que se encuentran bajo su tutela los objetivos que establece el ACA se asemejan, por no decir que son idénticos, a los que se fija Endesa. Esta es la razón por la que los pesos de ambos árboles son muy similares, tal y como se puede ver en las especificaciones que se van a realizar a continuación.

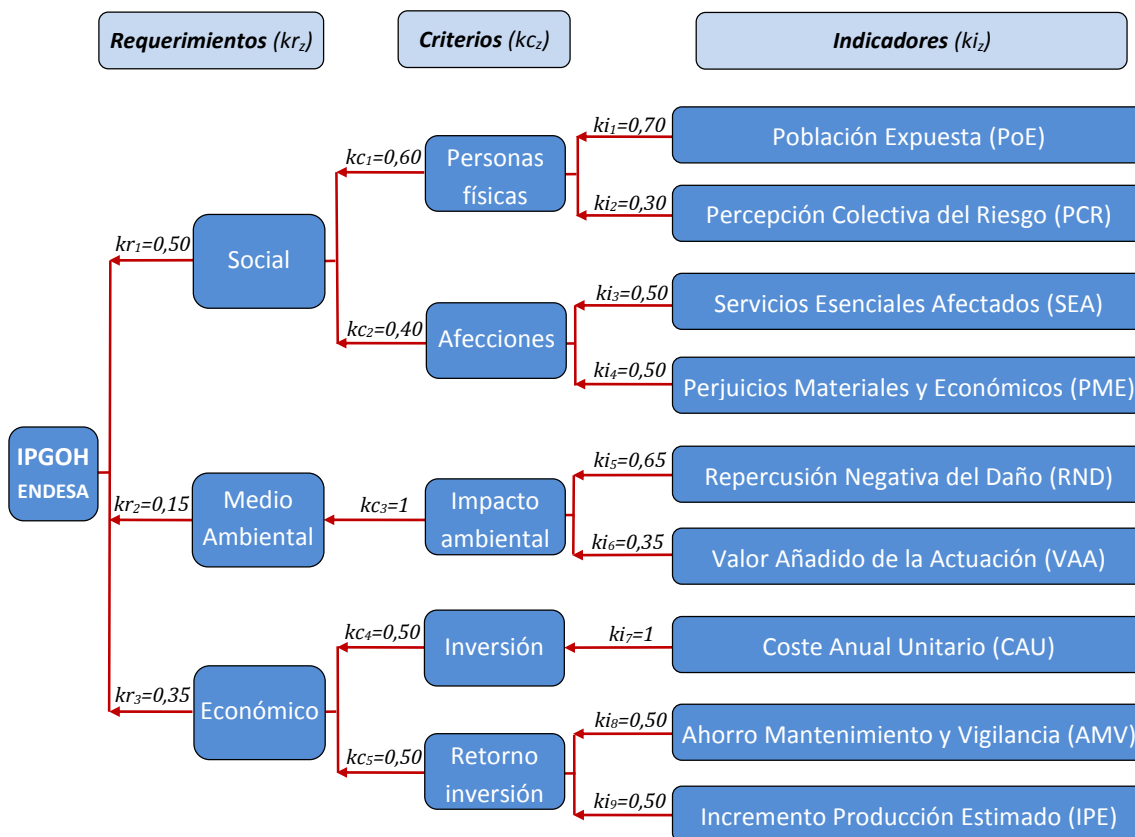


Figura A6.1.- Árbol de decisión desarrollado para Endesa con los pesos de los componentes

Para determinar el peso de los requerimientos también se ha utilizado el sistema AHP. La Matriz de comparación puede verse en la tabla A6.5. Como en el árbol de Endesa, el requerimiento más importante es el *Social*, seguido del *Económico*, dejando en último lugar el *Medio Ambiental*, que pierde peso con respecto a los dos anteriores. En la comparativa entre requerimientos se considera que la principal obligación de la administración es el servicio a las personas, al mismo tiempo que se consideran que la mayor protección del medio ambiente debe realizarse sobre todo en la fase de construcción, no en la de explotación.

	Soc	MAm	Eco
Soc	1	4	2
MAm	0,25	1	0,25
Eco	0,50	4	1

Tabla A6.5.- Matriz de comparación pareada, A

Si se calcula el valor propio máximo de la matriz A,  $\lambda_{\max}=3,053$ , se obtiene que  $\lambda_{\max} \neq n$ , comprobándose que la matriz no es totalmente consistente. En la ecuación A6.4 se calcula el índice de consistencia (IC), necesario para calcular, en la ecuación A6.5, el ratio de consistencia (CR) que en este caso también es igual al 5,1 %, y por tanto, al ser menor que el 10%, se puede considerar que la matriz de comparación es consistente.

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,053 - 3}{2} = 0,026 \quad [\text{ec. A6.4}]$$

$$CR = \frac{\text{Índice de Consistencia}}{\text{Constancia Aleatori}} = \frac{IC}{CA} = \frac{0,026}{0,513} = 0,0051 = 5,1\% \quad [\text{ec. A6.5}]$$

El proceso de cálculo finaliza con el establecimiento de los pesos de los tres requerimientos ( $R_A$ ) según la metodología descrita en el capítulo 5. Así, los pesos son los presentados en la ecuación A6.6.

$$R_A' = \begin{bmatrix} Soc \\ MAm \\ Eco \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,54 \\ 0,11 \\ 0,34 \end{bmatrix} \longrightarrow R_A = \begin{bmatrix} Soc \\ MAm \\ Eco \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,55 \\ 0,10 \\ 0,35 \end{bmatrix} \quad [\text{ec. A6.6}]$$

### Requerimiento Social

Del mismo modo que se hacía para el caso de Endesa, aquí también se considera que el peso del criterio *Personas Físicas* (0,60) debe ser superior al peso del criterio *Afecciones* (0,40), tal y como puede verse en la tabla A6.6.

Dentro del criterio *Personas Físicas*, el indicador *Población Expuesta* (0,60) mantiene la preponderancia del caso anterior, pero se reduce la importancia de su peso respecto al indicador *Percepción Colectiva del Riesgo* (0,40), que gana importancia. En cambio los dos indicadores del criterio *Afecciones* tienen la misma relevancia entre sí, por lo que su peso es 0,50. Todos estos valores pueden verse en la tabla A6.6.

Criterios	Peso	Indicadores	Peso
Personas Físicas	0,60	Población Expuesta (PoE)	0,60
		Percepción Colectiva del Riesgo (PCR)	0,40
		Total = PoE + PCR	1
Afecciones	0,40	Servicios Esenciales Afectados (SEA)	0,50
		Perjuicios Materiales y Económicos (PME)	0,50
		Total = SEA + PME	1
Total	1		

Tabla A6.6.- Pesos de los componentes del requerimiento Social

### Requerimiento Medio Ambiental

Este requerimiento consta únicamente del criterio *Impacto Ambiental*, cuyo peso solamente puede ser 1, tal y como puede verse en la tabla A6.7, donde también se presentan los pesos de sus indicadores. El indicador que mayor peso tiene, como en el árbol de Endesa, es *Repercusión Negativa del Daño* (0,70), que gana peso en detrimento

del *Valor Añadido Actuación* (0,30), aunque la diferencia con el caso anterior es muy pequeña.

Criterios	Peso	Indicadores	Peso
Impacto Ambiental	1	Repercusión Negativa del Daño (RND)	0,70
		Valor Añadido Actuación (VAA)	0,30
		Total = RND + VAA	1

Tabla A6.7.- Pesos de los componentes del requerimiento Medio Ambiental

### Requerimiento Económico

En el requerimiento económico, a diferencia de lo establecido en el árbol de Endesa, se asigna un peso preponderante al criterio *Inversión* (0,70) frente al criterio *Retorno de la Inversión* (0,30). Los recursos económicos de la administración son limitados a causa de la crisis financiera y por tanto es muy importante administrar adecuadamente el dinero disponible para realizar actuaciones.

Como es lógico, al ser el único indicador del criterio *Inversión*, el peso *Coste Anual Unitario* es 1. Mientras que el peso de los indicadores *Ahorro Mantenimiento y Vigilancia e Incremento Producción Estimado*, correspondientes al criterio *Retorno de la Inversión*, es el de 0,5 para cada uno de los dos. Todos los pesos referentes a este requerimiento se presentan en la en la tabla A6.8.

Criterios	Peso	Indicadores	Peso
Inversión	0,70	Coste Anual Unitario (CUA)	1
Retorno de la Inversión	0,30	Ahorro Mantenimiento y Vigilancia (AMV)	0,50
		Incremento Producción Estimado (IPE)	0,50
		Total = AMV + IPE	1
Total	1		

Tabla A6.8.- Pesos de los componentes del requerimiento Económico

### El Árbol de Decisión

En la figura A6.2 se presenta el árbol de decisión elaborado para priorizar las actuaciones de la Agència Catalana de l'Aigua que se ha realizado con los pesos presentados en la ecuación A6.6 y en las tablas A6.6 a A6.8.

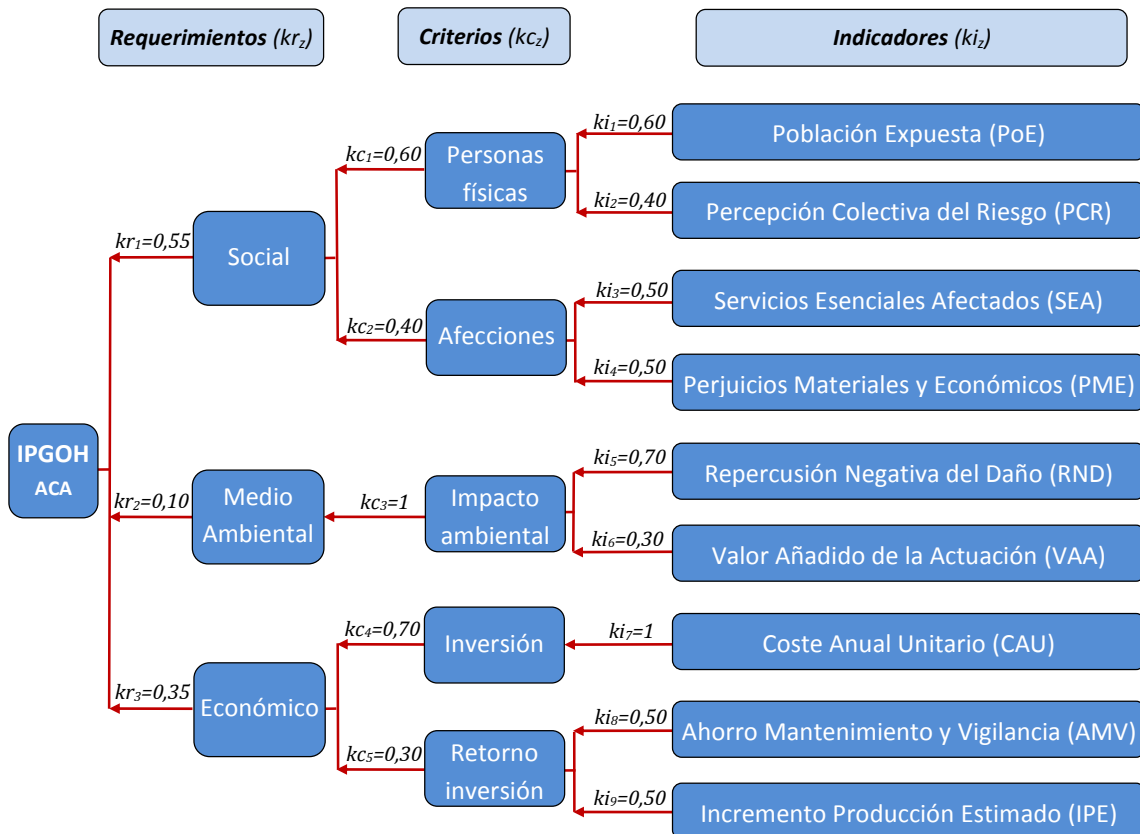


Figura A6.2.- Árbol de decisión desarrollado para el ACA con los pesos de los componentes



## **ANEXO 7**

# **HERRAMIENTA DE SOPORTE PARA EL CÁLCULO DEL IPGOH**

### **A7.1.- INTRODUCCIÓN**

El presente anexo tiene por objeto presentar una aplicación de Excel desarrollada para facilitar al técnico el cálculo del Índice de Priorización en la Gestión de Obras Hidráulicas (IPGOH) que resulta bastante farragoso sin este tipo de soporte.

La herramienta que se presenta tiene la capacidad de calcular el valor final del IPGPH de cada actuación, además de facilitar la puntuación y el valor de cada indicador. Asimismo, el programa analiza de forma conjunta todas las actuaciones que el usuario desea, y ordena, de forma automática, las actuaciones según el valor de IPGOH que han obtenido, de más a menos prioritaria. El técnico solamente debe introducir la puntuación de las distintas variables que conforman los indicadores en la plantilla correspondiente.

## A7.2.- APLICACIÓN DE CÁLCULO

La aplicación consta de una carpeta con el nombre “IPGOH\_ dia\_mes\_año” que contiene dos ficheros, “IPI\_presa\_actuación\_dia\_mes\_año(plantilla)” y “IPI\_resumen”, tal y como puede verse en la figura A7.1.

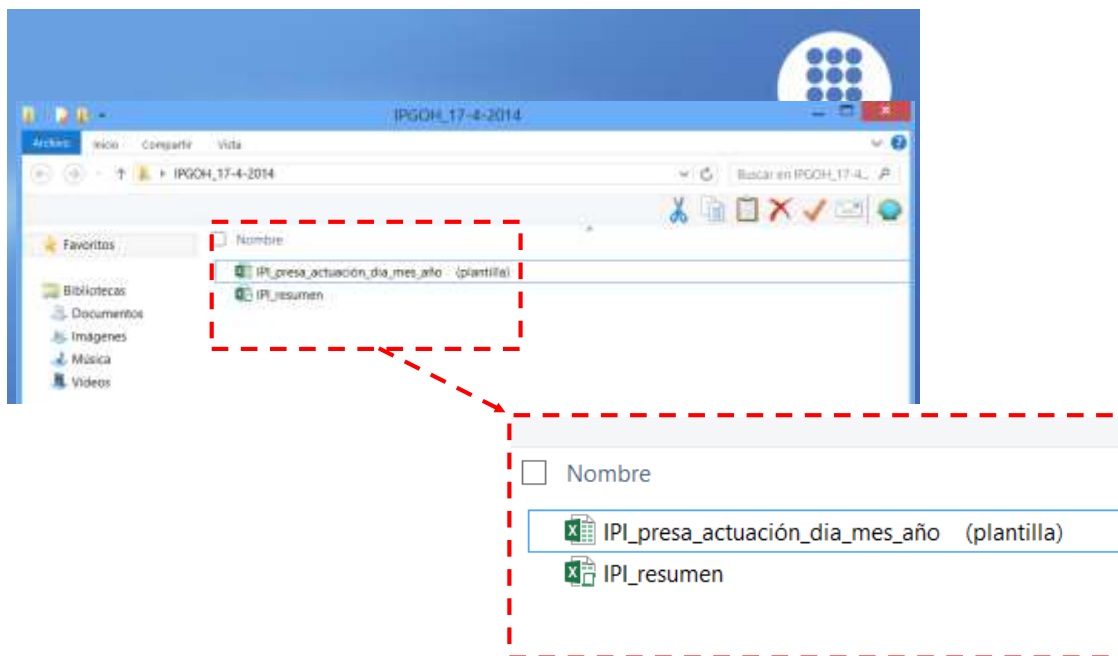


Figura A7.1.- Carpeta “IPGOH\_ dia\_mes\_año” y sus archivos

### A7.2.1.- Evaluación de actuaciones con la plantilla

El fichero “IPI\_presa\_actuación\_dia\_mes\_año (plantilla)” es un archivo patrón de cálculo que contiene el modelo de decisión. La primera hoja del libro, cuya parte superior e inferior puede verse en la imagen A7.2, se destina a la evaluación de las actuaciones. Para hacerlo, el técnico encargado solamente tiene que rellenar las casillas que aparecen coloreadas en rosa pálido con el valor de cada una de las variables, según lo establecido en los capítulos 5 y 6 del presente trabajo.

De forma automática, en las casillas amarillas aparece la puntuación final del indicador, y en las casillas verdes el valor del indicador, una vez se ha transformado la puntuación mediante la correspondiente función de valor. Al final de la hoja, como puede verse en la figura A7.2b, en un recuadro rojo aparece el valor del IPGOH.

En la figura A7.3 se muestra la hoja 1 del archivo patrón al completo, y en ella pueden verse todas las variables que intervienen en la definición del valor del IPGOH.

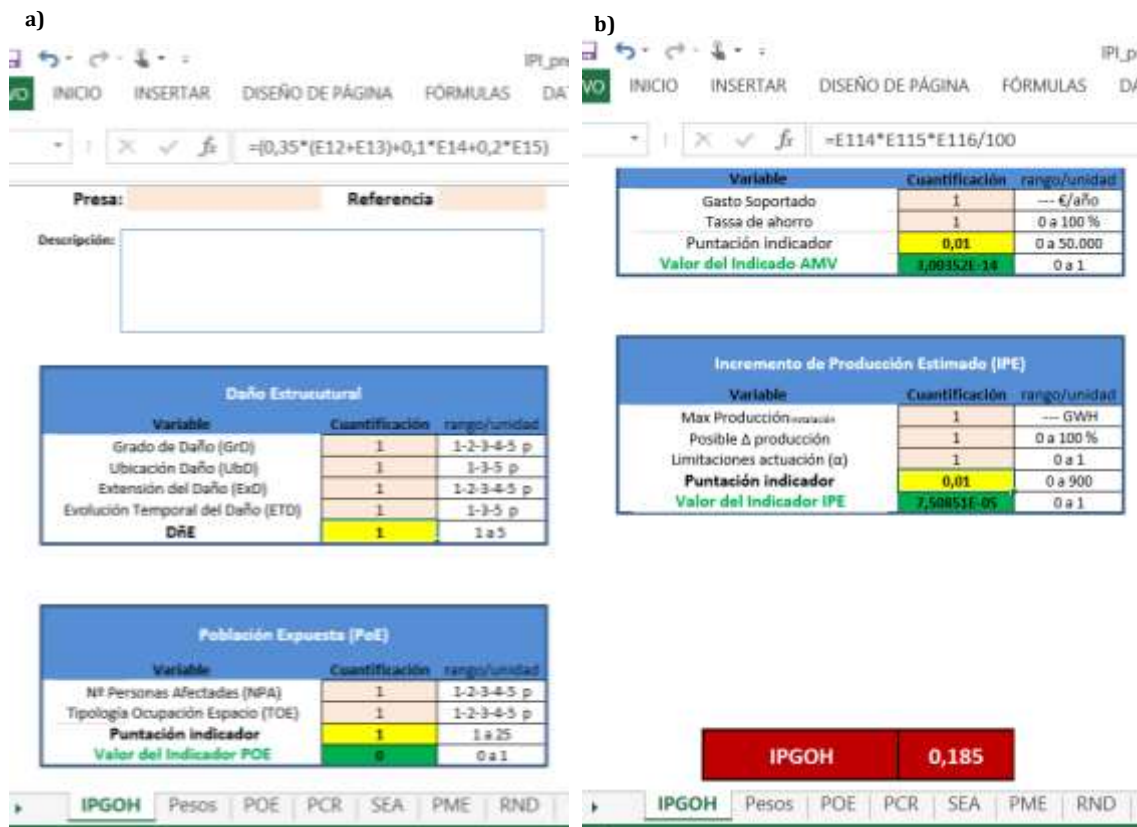


Figura A7.2.- Hoja 1, IPGOH, del archivo patrón

La segunda hoja recibe el nombre de “Pesos” (ver figura A7.4a), en ella se definen los pesos de todos los elementos del árbol de decisión. Si se desea introducir alguna modificación en el modelo es muy sencillo, solamente se deben cambiar el peso del elemento deseado en las casillas amarillas.

Las nueve hojas restantes se utilizan para definir las funciones de valor de cada uno de los indicadores. En la figura A7.4b se muestra la hoja correspondiente al indicador Población Expuesta (PoE). En ella puede verse que la fórmula utilizada para calcular la función de valor, idéntica para todos los indicadores, es la misma a la presentada en la ecuación 2.9, correspondiente al modelo MIVES. Si fuera necesario modificar la función de valor, cambiando los números de las casillas amarillas se obtendrían nuevas curvas sin ningún tipo de dificultad.

IPGOH

**Pres:**       **Referencia:**

Descripción:

Daño Estructural		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Grado de Daño (GrD)	1	1-2-3-4-5 p
Ubicación Daño (UbD)	1	1-3-5 p
Extensión del Daño (ExD)	1	1-2-3-4-5 p
Evolución Temporal del Daño (ETD)	1	1-3-5 p
<b>DÑE</b>	<b>1</b>	<b>1 a 5</b>

Población Expuesta (PoE)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Nº Personas Afectadas (NPA)	1	1-2-3-4-5 p
Tipología Ocupación Espacio (TOE)	1	1-2-3-4-5 p
<b>Puntuación indicador</b>	<b>1</b>	<b>1 a 25</b>
<b>Valor del Indicador POE</b>	<b>0</b>	<b>0 a 1</b>

Percepción Colectiva del Riesgo (PCR)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Daño observado ciudadano (DOC <sub>i</sub> )	1	1-2-3-4-5 p
Daño observado ciudadano (DOC <sub>c</sub> )	1	1-2-3-4-5 p
Daño observado ciudadano (DOC <sub>z</sub> )	1	1-2-3-4-5 p
Historial de Incidentes (HIc)	1	1-2-3-4-5 p
<b>Puntuación indicador</b>	<b>4,85</b>	<b>1,5 a 20,9</b>
<b>Valor del Indicador PCR</b>	<b>0,108678222</b>	<b>0 a 1</b>

Servicios Esenciales Afectados (SEA)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Alcance Territorial Interrupción (ATI)	1	1-2-3-4-5 p
Tiempo Interrupción Servicio (HS)	1	1-2-3-4-5 p
<b>Puntuación indicador</b>	<b>1</b>	<b>1 a 125</b>
<b>Valor del Indicador SEA</b>	<b>0</b>	<b>0 a 1</b>

Perjuicios Materiales y Económicos (PME)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Viviendas (V)	1	1-3-5 p
Industrias, ganaderías y p. rústicas (I)	1	1-3-5 p
Cultivos de Secano (S)	1	1-3-5 p
Cultivos de Regadío (R)	1	1-3-5 p
<b>Puntuación indicador</b>	<b>4</b>	<b>4 a 100</b>
<b>Valor del Indicador PME</b>	<b>0</b>	<b>0 a 1</b>

Repercusión Negativa Daño (RND)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Intensidad Impacto (Ini)	1	1-3-5 p
Extensión del Impacto (ExI)	1	1-2-3-4-5 p
Duración del Impacto (Dul)	1	1-2-3-4-5 p
Tipología de Espacio Natural (TEN)	1	1 a 2
<b>Puntuación indicador</b>	<b>6</b>	<b>6 a 300</b>
<b>Valor del Indicador RND</b>	<b>0</b>	<b>0 a 1</b>

Valor Añadido de la Actuación (VAA)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Intensidad Impacto (Ini)	1	1-3-5 p
Extensión del Impacto (ExI)	1	1-2-3-4-5 p
Duración del Impacto (Dul)	1	1-2-3-4-5 p
Tipología de Espacio Natural (TEN)	1	1 a 2
<b>Puntuación indicador</b>	<b>6</b>	<b>6 a 60</b>
<b>Valor del Indicador VAA</b>	<b>0</b>	<b>0 a 1</b>

Coste Unitario Actuación (CUA)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Vida útil Actuación	1	--- años
Coste Actuación	1	--- €
<b>Puntuación indicador</b>	<b>1</b>	<b>0 a 50.000</b>
<b>Valor del Indicador CUA</b>	<b>0,999985502</b>	<b>0 a 1</b>

Ahorro Mantenimiento y Vigilancia (AMV)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Gasto Soportado	1	--- €/año
Tasa de ahorro	1	0 a 100 %
<b>Puntuación indicador</b>	<b>0,01</b>	<b>0 a 50.000</b>
<b>Valor del Indicador AMV</b>	<b>3,00952E-14</b>	<b>0 a 1</b>

Incremento de Producción Estimado (IPE)		
Variable	Cuantificación	rango/unidad
Max Producción <sup>potencial</sup>	1	--- GWh
Posible Δ producción	1	0 a 100 %
Limitaciones actuación (α)	1	0 a 1
<b>Puntuación indicador</b>	<b>0,01</b>	<b>0 a 900</b>
<b>Valor del Indicador IPE</b>	<b>7,50851E-05</b>	<b>0 a 1</b>

<b>IPGOH</b>	<b>0,185</b>
--------------	--------------

Figura A7.3.- Hoja 1, IPGOH, del archivo patrón

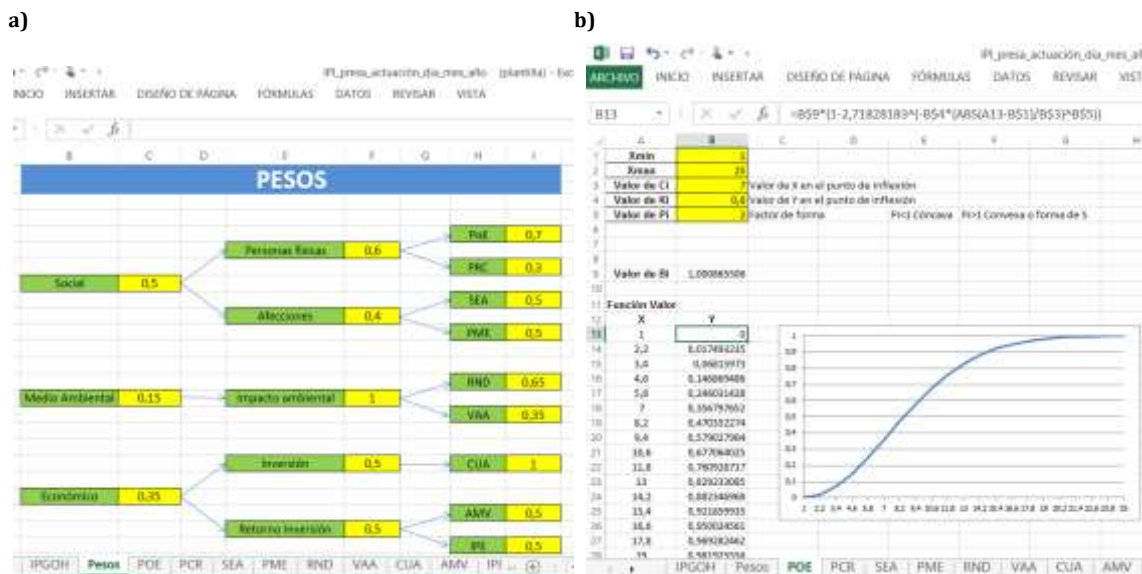


Figura A7.4.- Hojas 2 y 3 del archivo patrón

Para evaluar una actuación se debe generar un archivo a partir de la plantilla con el nombre siguiente "IPI\_presa\_actuación\_día\_mes\_año". A modo de ejemplo, en la figura A7.5 se muestra el listado de archivos que se han generado para realizar la primera aplicación del IPGOH correspondiente a la priorización de actuaciones de Endesa. Solamente cuando se disponga del archivo con el nombre correspondiente a la actuación puede rellenarse la hoja de cálculo.

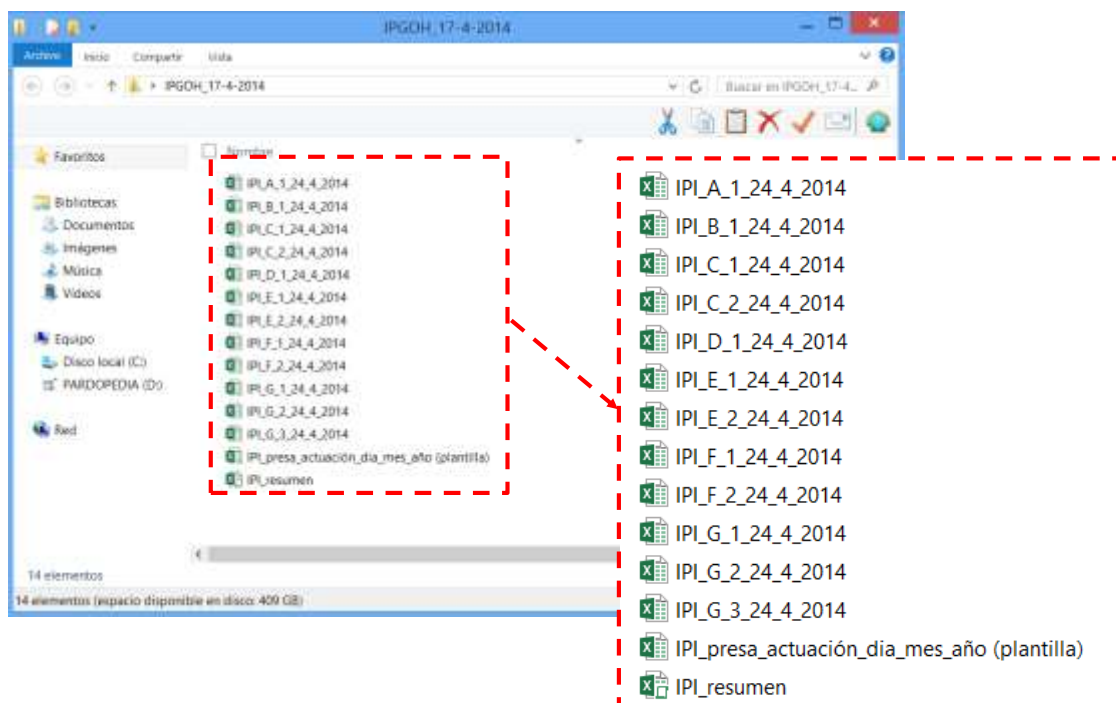


Figura A7.5.- Hojas 2 y 3 del archivo patrón

### A7.2.1.- Evaluación de actuaciones con “IPI\_presa\_actuación\_dia\_mes\_año(plantilla)”

En el momento en que se han evaluado todas las actuaciones que se desean priorizar puede utilizarse el archivo “IP\_resumen” para obtener de forma automática la clasificación final.

Para que el archivo pueda operar es necesario que se rellenen las casillas sombreadas en rosa pálido de la “Hoja 1” de resultados, que se puede ver en la figura A7.6. Se debe completar la información referente: nombre de la presa, el caso y la fecha; es decir, se deben introducir los datos que identifican los archivos donde se han realizado las evaluaciones. Cuando se ha finalizado esta tarea solamente es necesario pulsa el botón actualizar datos y de forma automática se rellenan las casillas de las columnas: Archivo, Referencia, IPGOH, y aparece un gráfico de barras con las actuaciones en ordenas y el valor de IPGOH en abscisas.

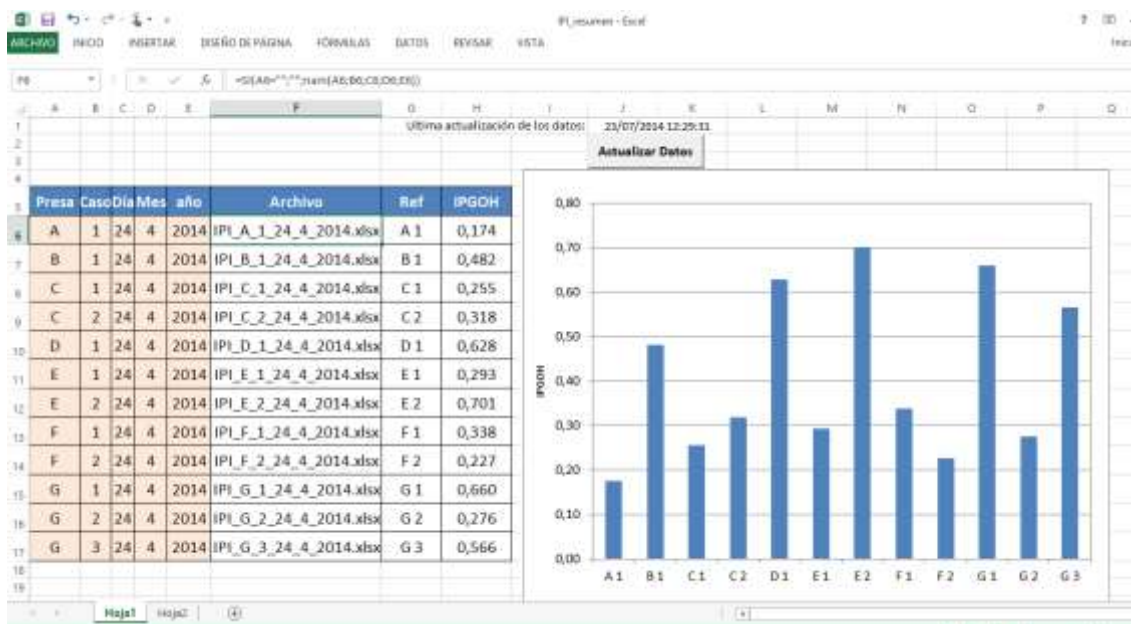


Figura A7.6.- “Hoja1” del archivo “IPI\_Resumen”

En la “Hoja2” del mismo archivo (ver figura A7.7) se ordenan de manera automática todas las actuaciones, de mayor a menor IPGOH, y se realiza un gráfico con esta clasificación. De esta manera el técnico consigue una visión general e intuitiva del resultado final del proceso de priorización.

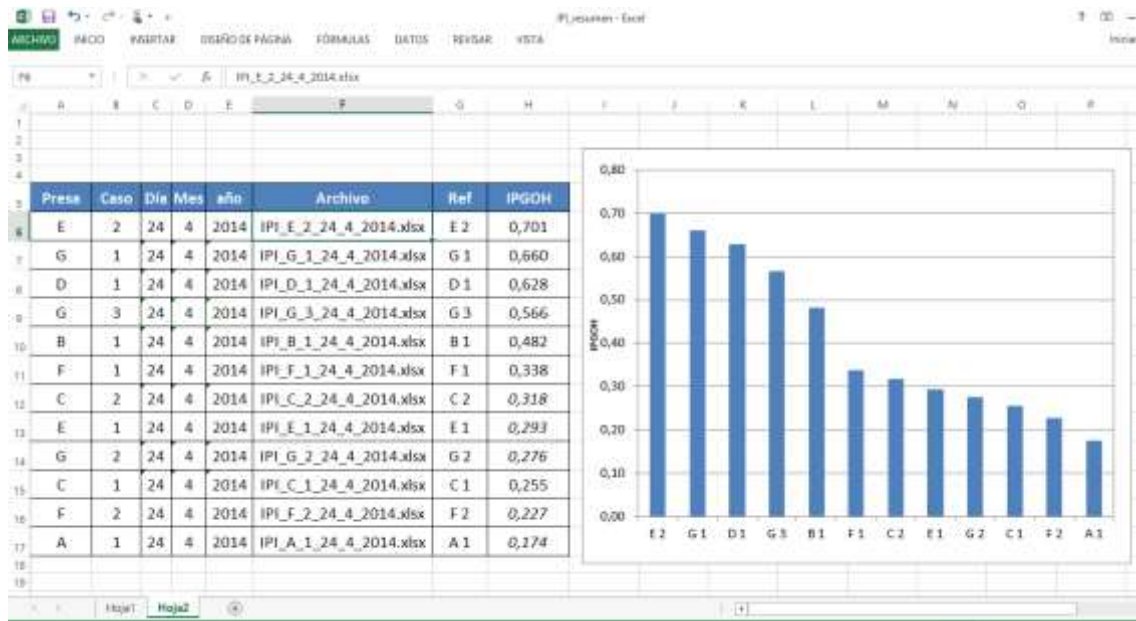


Figura A7.7.- "Hoja2" del archivo "IPI\_Resumen"





## **ANEXO 8**

# **FICHAS DE LAS ACTUACIONES A PRIORIZAR**

### **A8.1.- INTRODUCCIÓN**

El presente Anexo tiene por objeto presentar una ficha de cada actuación para completar la información presentada en las tablas 7.2 a 7.4 y dar trazabilidad a los dos estudios de priorización desarrollados en el capítulo 7.

Cada ficha consta de 7 grandes apartados. El primero dedicado a referenciar la actuación. El segundo dedicado a describir las características generales de la presa, que permiten situar en un contexto global al evaluador. El siguiente se emplea para reseñar la actuación de la misma manera que se hacía en las tablas 7.3 y 7.4. El cuarto describe el daño, de tal manera que permite evaluar las variables que definen el DñE. Y los tres apartados restantes describen las posibles consecuencias del daño, dividiéndolas según correspondan a temas sociales, ambientales o económicos, tal y como se hace en la propia evaluación.

### **A8.2.- FICHAS RESUMEN ACTUACIONES**

Primero se presentan las fichas correspondientes a las actuaciones de Endesa (§A8.2.1) y después las correspondientes a las actuaciones de la ACA (§A8.2.2).

### A8.2.1.- Actuaciones Endesa

Se presentan a continuación las fichas de las doce actuaciones de Endesa evaluadas, actuaciones A\_1 hasta G\_3.

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> A	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> A_1	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Materiales Suelos	<b>Uso:</b> Hidráulico - Regulación	<b>UEA:</b> Cuerpo de Presa	
<b>Altura:</b> 25,9 m	<b>Longitud Coronación:</b> 109 m	<b>Vol. Embalse:</b> 31,0 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b> Tratamiento y sellado de fisuras y desconchones que afecta dos tercios de la presa más acusado hacia la zona del estribo izquierdo.			
<b>Severidad de Daño:</b> La presa se encuentra en buen estado aunque presente algunos desconchones y fisuras en una zona del cuerpo de presa sin repercusión estructural. La causa del daño es un proceso de envejecimiento gradual cuya evolución es muy lenta.			
<b>Social:</b> No está prevista ningún tipo de afectación sobre la población ni sobre su patrimonio, más cuando la presa se sitúa en una zona despoblada. La población solamente puede ver alguna pequeña mancha de humedad.			
<b>Ambiental:</b> La presa se sitúa en un espacio que no recibe protección especial por parte de la Ley. El daño no debe generar ningún impacto negativo en el medio ambiente. No se estiman beneficios ambientales asociados al sellado y tratamiento del cuerpo de presa.			
<b>Económico:</b> El coste de la actuación propuesta es de 200.000 € y se prevé una vida útil, de la misma, de 10 años. La actuación puede suponer reducir al 50% unos gastos de mantenimiento anuales que se pueden estimar en 10000 €. No existe ninguna restricción en la producción que pueda corregirse por lo que no se estiman incrementos de la misma.			

Tabla A8.1.- Ficha actuación A\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> B	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> B_1	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Regulación	<b>UEA:</b> Cuerpo de Presa	
<b>Altura:</b> 10,6 m	<b>Longitud Coronación:</b> 26,5 m	<b>Vol. Embalse:</b> 0,005 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b> Reconstrucción de un vano lateral derrumbado por una avenida.			
<b>Severidad de Daño:</b> La estructura se encuentra en una situación que se asemeja a un estado límite último. La ubicación del daño es crítica, pues ha inutilizado la estructura en su totalidad. No se prevé que se presenten daños mayores.			
<b>Social:</b> Una vez finalizada la riada causada por la rotura del vano, no hay riesgo sobre la salud de las personas, si bien es cierto que la imagen de la compañía queda totalmente dañada ante los ciudadanos del pueblo. Afectación de una vía de comunicación local (la propia pasarela de la presa) utilizada por peatones para cruzar el río. No es posible regular el río por lo que hay una afectación al sector turístico local (empresas especializadas, hostales, tiendas...) vinculado a los deportes de aventuras.			
<b>Ambiental:</b> El daño no debe generar ningún impacto negativo en el medio ambiente. Si bien, su reparación puede permitir una mejor regulación del río, lo que sin duda va a revertir en un impacto positivo de carácter intermedio que va a perdurar y se va a extender aguas abajo de la estructura. El espacio que se puede beneficiar de esta nueva regulación se encuentra en un espacio identificado por la Ley española como Reserva Natural.			
<b>Económico:</b> El coste de la actuación propuesta es de 425.000 € y se prevé una vida útil de al menos 50 años. Al estar el vano roto no se prevé que haya un ahorro en mantenimiento y vigilancia. La rotura del vano imposibilita la operatividad de la central hidráulica al no poder derivar el caudal del río.			

Tabla A8.2.- Ficha actuación B\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> C	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> C_1	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Hidráulico-Riego	<b>UEA:</b> Cimientos y Estribos	
<b>Altura:</b> 103,0	<b>Longitud Coronación:</b> 215,9 m	<b>Vol. Embalse:</b> 163,4 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
<p>Campaña de inyecciones de impermeabilización realizadas con microcemento para reducir las filtraciones que se dan a través de la cimentación y uno de los estribos y que son consecuencia de un proceso de disolución.</p>			
<b>Severidad de Daño:</b>			
<p>El daño, causado por un proceso evolutivo, sin ser muy remarcable, podría llegar a condicionar la durabilidad futura de la estructura. El daño afecta a una parte de la cimentación y a uno de los estribos, por lo que puede cifrarse en una extensión media. Estas son zonas de cierto interés dentro de la estructura aunque, en ningún caso, está comprometida la estabilidad de la estructura.</p>			
<b>Social:</b>			
<p>Por el tipo de daño y por el emplazamiento de la presa (a sus alrededores no hay construcciones) de haber algún afectado por el daño sería por algún motivo ocasional, vinculado sobre todo a los trabajos a realizar en la presa.</p> <p>Al tratarse de filtraciones relativamente controladas, no se prevé que puedan causar daños materiales de ningún tipo. Así como tampoco afectaciones a los servicios.</p> <p>Las filtraciones del estribo se avistan fácilmente desde los alrededores de la estructura.</p> <p>La coronación de la presa forma parte de una red viaria comarcal que podría verse interrumpida a causa del aumento de filtraciones en la zona del estribo.</p>			
<b>Ambiental:</b>			
<p>La presa se sitúa en un espacio identificado por la Ley española como paisaje protegido.</p> <p>Las filtraciones causan la pérdida de una cantidad de agua considerable que, si bien es localizada, va a extenderse y aumentar si no se corrige el daño.</p>			
<b>Económico:</b>			
<p>El coste de la actuación propuesta es de 250.000 € y se prevé una vida útil de 15 años.</p> <p>Se ha programado un gasto anual de 35.000 € en concepto de mantenimiento ordinario y vigilancia que podría reducirse en el 80% en el caso de realizarse la actuación correctora.</p> <p>La explotación hidráulica ha visto reducido su rendimiento un 25% por el estado de las instalaciones. Con esta actuación se podría recuperar una parte importante de la producción.</p>			

*Tabla A8.3.- Ficha actuación C\_1*

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> C	<b>Actuación:</b> 2	<b>Referencia:</b> C_2	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Hidráulico-Riego	<b>UEA:</b> Cuerpo de Presa	
<b>Altura:</b> 103,0	<b>Longitud Coronación:</b> 215,9 m	<b>Vol. Embalse:</b> 163,4 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
<p>Inyecciones de lechada de cemento para impermeabilizar y consolidar el cuerpo de presa, con el objetivo de frenar la pérdida de cohesión, el aumento de la porosidad, la erosión y desprendimientos superficiales de hormigón que dejan el árido visto.</p>			
<b>Severidad de Daño:</b>			
<p>Daño superficial y evolutivo que afecta a una parte importante del cuerpo de presa. La repercusión estructural del mismo no es significativa y se debe a un proceso químico que no se detiene, y que podría catalogarse como crónico.</p>			
<b>Social:</b>			
<p>Por el tipo de daño y por el emplazamiento de la presa (a sus alrededores no hay construcciones) de haber algún afectado por el daño sería por algún motivo ocasional, vinculado sobre todo a los trabajos a realizar en la presa.</p> <p>Al tratarse de unos daños muy controlados, no se prevé que puedan causar daños materiales de ningún tipo. Aun así, por su naturaleza es un tipo de daño que es fácilmente observable por la población que se mueve por los alrededores de la estructura.</p> <p>La coronación de la presa forma parte de una red viaria comarcal que podría verse cortada de forma puntual.</p>			
<b>Ambiental:</b>			
<p>La presa se sitúa en un espacio identificado por la Ley española como paisaje protegido. Se considera que este daño no causa ningún tipo de perjuicio sobre el medio ambiente. La actuación no aporta valor añadido en materia de contribución al desarrollo natural.</p>			
<b>Económico:</b>			
<p>El coste de la actuación propuesta es de 300.000 € y se prevé una vida útil de 15 años. Se ha programado un gasto anual de 30.000 € en concepto de mantenimiento ordinario y vigilancia. Al tratarse de una patología crónica se prevé que la actuación solamente genere un ahorro del 50% de esta partida.</p> <p>Aunque la explotación hidráulica ha visto reducido su rendimiento un 25% por el estado de las instalaciones, con esta actuación no se puede incrementar.</p>			

*Tabla A8.4.- Ficha actuación C\_2*

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> D	<b>Actuación:</b> 1	<b>Código:</b> D_1	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Hidráulico	<b>UEA:</b> Órganos Afines	
<b>Altura:</b> 40,0	<b>Longitud Coronación:</b> 64,7 m	<b>Vol. Embalse:</b> 0,05 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
<p>Actuación conjunta que consiste en reparar la galería forzada que conecta el embalse con la central hidroeléctrica e instalación de una válvula de toma entre el embalse y dicha galería. El estado actual de la galería es precario, cualquier intervención en la misma o cualquier rotura imprevista significarían el vaciado completo del embalse, al carecerse de un elemento de seccionamiento.</p>			
<b>Severidad de Daño:</b>			
<p>Gran parte de la galería se encuentra muy próxima de alcanzar el estado límite último. La falta de un elemento de seccionamiento entre el embalse y la galería transfiere a esta patología una relevancia más que notable, pues puede acarrear el vaciado del embalse. Aunque el daño permanece bastante estable, en lo relativo a su intensidad, no se puede descartar que vaya en aumento.</p>			
<b>Social:</b>			
<p>La rotura de la galería y el posterior vaciado del embalse podrían ocasionar un deslizamiento de ladera que podría acarrear daños en las personas del entorno poblacional, con reducidos daños a las propiedades privadas.</p> <p>En el caso de dicha rotura, por la naturaleza de la traza de la tubería, si se podría generar una afectación indefinida de carreteras con repercusión a nivel comarcal.</p> <p>Con el vaciado del embalse habría una afectación al sector turístico local (empresas especializadas, hostales, tiendas...) vinculado a los deportes que se practican en las inmediaciones de la presa, tanto aguas arriba como aguas abajo.</p> <p>A simple vista no se observan los daños, aunque la población puede ser informada del estado de fisuración que presenta el canal.</p>			
<b>Ambiental:</b>			
<p>La presa se sitúa en un espacio identificado por la Ley española como Reserva Natural.</p> <p>El vaciado del embalse generaría un impacto negativo muy importante a nivel ambiental, tanto aguas arriba como aguas abajo de la presa. La zona que se vería afectada por el vaciado del embalse está identificada por la Ley española como Reserva Natural</p> <p>La reparación de la galería y sobretodo la instalación de un válvula de seccionamiento aportaría un valor añadido significativo a la instalación, al garantizar y mejorar el sistema de desagüe del caudal ecológico, además de poder asegurar la disponibilidad de agua en cualquier circunstancia.</p>			
<b>Económico:</b>			
<p>El coste de la actuación propuesta es de 300.000 € y se prevé una vida útil de 30 años.</p> <p>Anualmente se estima que se realiza un gasto en mantenimiento y vigilancia de 25.000 €. Con la actuación esta cifra se estima que puede reducirse en un 80%.</p> <p>La explotación hidráulica no ha visto reducida su producción, aunque se paralizaría por completo durante un periodo indeterminado si se rompiera la galería y se vaciara el embalse.</p>			

Tabla A8.5.- Ficha actuación D\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> E	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> E_1	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Bóveda	<b>Uso:</b> Abastecimiento – Hidráulico – Riego	<b>UEA:</b> Órganos Afines	
<b>Altura:</b> 135,0	<b>Longitud Coronación:</b> 510,10	<b>Vol. Embalse:</b> 233,4 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
Estabilización puntual de rocas inestables y colocación de malla protectora en la zona del embalse que da acceso a la presa donde se han detectado desprendimientos localizados.			
<b>Severidad de Daño:</b>			
El macizo donde se producen los desprendimientos está localizado y aunque se encuentre relativamente próximo a la presa, su reducida actividad geológica no compromete en ningún caso la seguridad estructural de la presa.			
<b>Social:</b>			
Los desprendimientos pueden afectar de forma puntual a algún ciudadano que se encuentra ocasionalmente en la zona. Pudiéndose ocasionar la interrupción de una vía con un alcance local, que por ejemplo da acceso a la central. No están previstos daños materiales. Los signos de los desprendimientos (fisuras, alguna rotura, así como algún movimiento) son fácilmente observables.			
<b>Ambiental:</b>			
Los desprendimientos pueden ocasionar a nivel local un impacto menor en la fauna y flora del embalse que se podría mitigar en muy poco tiempo. La zona donde se encuentra la presa es un espacio que no recibe ningún tipo de protección por parte de la Ley. La estabilización del macizo no va a aportar ningún tipo de valor añadido a nivel ambiental.			
<b>Económico:</b>			
El coste de la actuación propuesta es de 150.000 € y se prevé una vida útil de 20 años. Anualmente se estima que se realiza un gasto en mantenimiento de 10.000 €. Con la actuación esta cifra se estima que puede reducirse en un 100%. La actuación no va a permitir acabar con las limitaciones ocasionales de producción que sufre la instalación.			

Tabla A8.6.- Ficha actuación E\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> E	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> E_2	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Bóveda	<b>Uso:</b> Abastecimiento – Hidráulico – Riego	<b>UEA:</b> Órganos Afines	
<b>Altura:</b> 135,0	<b>Longitud Coronación:</b> 510,10	<b>Vol. Embalse:</b> 233,4 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
<p>Sustitución de las válvulas de los desagües de fondo por otras que cumplan los criterios de diseño. Las actuales sufren un deterioro generalizado debido al envejecimiento de los equipos. Se ha comprobado, asimismo, que las mariposas son incapaces de cerrar a partir de una altura de embalse determinada, lo que introduce una incertidumbre a la hora de su maniobra. Además, las fugas son considerables.</p>			
<b>Severidad de Daño:</b>			
<p>La totalidad de las válvulas de los desagües de fondo se encuentran en un estado considerablemente malo, sin llegar a su estado límite último, situación que se ha agravado recientemente, llegando a provocar alguna restricción en la explotación.</p> <p>En el caso de que no puedan cerrarse las válvulas se vertería al río un caudal que oscilaría entre 40 y 160 m<sup>3</sup>/s lo que significaría un caudal diez veces mayor al característico del río.</p>			
<b>Social:</b>			
<p>Si no pueden cerrarse las válvulas y se produce el vaciado de embalse se podrían causar notables perjuicios en todos los ámbitos: daños físicos en personas puntuales, propiedades y explotaciones agrícolas. Además podría verse interrumpido el suministro de agua a una población que supera el millón de personas.</p> <p>El estado actual de las válvulas permite observar con facilidad tanto las manchas de humedad como ciertas filtraciones en la zona de los alrededores de los desagües, donde además existe una ligera fisuración.</p>			
<b>Ambiental:</b>			
<p>El funcionamiento del río en régimen de avenida durante tiempo prolongado, provocado por la imposibilidad de cerrar los desagües de fondo, provocaría graves daños en la morfología del cauce, la biota acuática, la fauna y la flora. Parte de cauce se sitúa en una zona calificada por la Ley como Parque Natural.</p> <p>La reparación de las válvulas aportaría un valor añadido significativo a la instalación, al garantizar y mejorar el sistema de desagüe del caudal ecológico, además de permitir aumentar el nivel medio de embalse, que significaría una mayor reserva de agua en el embalse.</p>			
<b>Económico:</b>			
<p>El coste de la actuación propuesta es de 4.200.000 € y se prevé una vida útil de 40 años.</p> <p>Anualmente se estima que se realiza un gasto en mantenimiento y vigilancia de 50.000 €. Con la actuación esta cifra se estima que puede reducirse en un 80%.</p> <p>La actuación va a permitir acabar con las limitaciones ocasionales de producción.</p>			

*Tabla A8.7.- Ficha actuación E\_2*



FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> F	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> F_1	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Hidráulico – Riego – Abastecimiento	<b>UEA:</b> Órganos Afines	
<b>Altura:</b> 79,0	<b>Longitud Coronación:</b> 461,0	<b>Vol. Embalse:</b> 1.530 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
Reparación y refuerzo de un muro de contención de tierras en la calzada de acceso a la Central, donde se detectó la movilización de una cuña de suelo en su trasdós evidenciando una rotura y desplazamiento considerables.			
<b>Severidad de Daño:</b>			
El muro se encuentra próximo a su estado límite de servicio, habiéndose detectado recientemente una considerable fisuración. La posición del muro (secundaria) hace que el embalse no esté afectado por esta manifestación de daño.			
<b>Social:</b>			
Un desprendimiento o rotura del muro de contención podría afectar a un grupo reducido de personas que puntualmente se encontrasen en el espacio colindante. No se espera mayor afectación que la interrupción de la vía que da acceso a la central durante un periodo de tiempo que no va a superar el medio día, aunque por precaución esto supondrá la interrupción de la producción. A simple vista son fácilmente detectables los signos de daño (fisuras y roturas en el muro).			
<b>Ambiental:</b>			
La presa se sitúa en un espacio que no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley. No se prevén impactos, ni negativos ni positivos.			
<b>Económico:</b>			
El coste de la actuación propuesta es de 300.000 € y se prevé una vida útil de 30 años. Se ha programado un gasto anual de 10.000 € en concepto de mantenimiento ordinario y vigilancia. Al tratarse de un problema puntual, se prevé que la actuación solucione el problema y genere un ahorro del 100% de esta partida. La actuación no puede ayudar a acabar con las limitaciones ocasionales de producción.			

Tabla A8.8.- Ficha actuación F\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> F	<b>Actuación:</b> 2	<b>Referencia:</b> F_2	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Hidráulico – Riego – Abastecimiento	<b>UEA:</b> Órganos Afines	
<b>Altura:</b> 79,0	<b>Longitud Coronación:</b> 461,0	<b>Vol. Embalse:</b> 1.530 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
Inyección de juntas frías del cuerpo de presa abiertas por la acción combinada de la expansión del hormigón por ataque químico y subpresión.			
<b>Severidad de Daño:</b>			
A pesar de estas aperturas, que han sido notables desde la puesta en servicio de la presa, hace más de 50 años, la estructura se encuentra en buen estado. Además, aunque su ubicación no sea desdeñable (el cuerpo de presa), su extensión es media.			
<b>Social:</b>			
No están previstas consecuencias a nivel social. Solamente se debe señalar que pueden observarse algunas fisuras y manchas de humedades.			
<b>Ambiental:</b>			
La presa se sitúa en un espacio que no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley. No se prevén impactos, ni negativos ni positivos, más allá de una ligera pérdida de agua, al haberse reducido la cota máxima de embalse.			
<b>Económico:</b>			
El coste de la actuación propuesta es de 300.000 € y se prevé una vida útil de 10 años. Se ha programado un gasto anual de 20.000 € en concepto de mantenimiento ordinario y vigilancia. Al tratarse de una patología crónica se prevé que la actuación solamente genere un ahorro del 80% de esta partida. La actuación puede ayudar, en parte, a acabar con las limitaciones ocasionales de producción.			

*Tabla A8.9.- Ficha actuación F\_2*

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> G	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> G_1	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Bóveda	<b>Uso:</b> Hidráulico -Riego	<b>UEA:</b> Vaso	
<b>Altura:</b> 151,0	<b>Longitud Coronación:</b> 210,0	<b>Vol. Embalse:</b> 678,0 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
Ejecución de trabajos de estabilización de una ladera del embalse basados en el movimiento de tierras de la masa potencialmente deslizante (40 hm <sup>3</sup> ). En caso de deslizamiento, generación de ola que se propagaría rebasando a la presa y afectándola.			
<b>Severidad de Daño:</b>			
El daño manifestado recientemente ha supuesto que la ladera se encuentre cercana a su estado límite de servicio, pudiéndose dar un deslizamiento de ladera. Aunque la afectación es reducida, la proximidad a la presa y la masa deslizante generarían una ola que afectaría al cuerpo de presa.			
<b>Social:</b>			
Existe una notable afectación a núcleos poblados aguas abajo de la presa. Pudiendo ser muy elevado el número de afectados.			
Los servicios afectados tendrían un carácter remarcable, pues, además de quedar afectada una carretera comarcal, se imposibilitaría el acceso a la presa que se encuentra aguas abajo y se dañaría la propia central de producción, lo que alteraría, durante tiempo indefinido, la actividad ordinaria de la zona. Además habría notables daños materiales y económicos, tanto en viviendas como en otro tipo de propiedades.			
A simple vista se puede detectar alguna fisura y algún pequeño movimiento. Esta es una presa que ha necesitado de numerosas actuaciones para corregir problemas varios.			
<b>Ambiental:</b>			
Los ecosistemas de la ribera recibirán un impacto muy negativo que les costaría algunos años de recuperar. La afectación sería aguas abajo de la presa, siendo por tanto bastante remarcable en extensión.			
La actuación va a permitir que se incremente el volumen de agua embalsada pues, por temas de seguridad, se había rebajado el nivel del embalse y se ha mantenido constante. Este es un impacto positivo de gran abasto, que va a perdurar en el tiempo, si bien es de baja intensidad. Además se va a poblar la zona afectada con flora para fomentar su estabilización.			
La zona donde se encuentra el cauce del río es un espacio identificado por la Ley española como Reserva Natural.			
<b>Económico:</b>			
El coste de la actuación propuesta es de 5.000.000 € y se prevé una vida útil de 30 años.			
Se ha programado un gasto anual de 50.000 € en concepto de mantenimiento ordinario y vigilancia. Al tratarse de un problema puntual, se prevé que la actuación solucione el problema y que por tanto genere un importante ahorro, cercano al 70% (la vigilancia al inicio deberá mantenerse).			
La producción se ha visto alterada y reducida de forma ocasional. La actuación permitiría alterar de forma sustancial el nivel del embalse que ahora debe permanecer bastante constante por razones de seguridad, imposibilitando que se dé respuesta a algunas puntas de demanda.			

Tabla A8.10.- Ficha actuación G\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> G	<b>Actuación:</b> 2	<b>Código:</b> G_2	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Bóveda	<b>Uso:</b> Hidráulico -Riego	<b>UEA:</b> Cuerpo de Presa	
<b>Altura:</b> 151,0	<b>Longitud Coronación:</b> 210,0	<b>Vol. Embalse:</b> 678,0 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
Ejecución de trabajos de inyección de juntas frías por donde se dan filtraciones en la zona del cuerpo de presa.			
<b>Severidad de Daño:</b>			
La estructura se encuentra en buen estado a pesar de las filtraciones estabilizadas que afectan a un tercio de la presa, en gran medida, al tercio superior.			
<b>Social:</b>			
No están previstas consecuencias a nivel social. Solamente se debe señalar que los pequeños regueros de agua provocados por las filtraciones, así como algunas manchas de humedad y una ligera fisuración longitudinal son visibles desde los estribos. Esta es una presa que ha necesitado de numerosas actuaciones para corregir problemas varios.			
<b>Ambiental:</b>			
En el caso que aumentasen las filtraciones debería reducirse la cota del embalse causándose una afectación aguas arriba y aguas abajo de la presa, al disponerse de menos reserva de agua. La zona donde se encuentra el cauce del río es un espacio identificado por la Ley española como Reserva Natural. No está previsto ningún tipo de impacto positivo.			
<b>Económico:</b>			
El coste de la actuación propuesta es de 250.000 € y se prevé una vida útil de 15 años. Se ha programado un gasto anual de 15.000 € en concepto de mantenimiento ordinario y vigilancia. Al tratarse de un problema puntual, se prevé que la actuación solucione el problema y que genere un ahorro del 75% en esta partida. La producción se ha visto alterada y reducida de forma ocasional, aunque esta actuación no va a solucionar tales problemas.			

*Tabla A8.11.- Ficha actuación G\_2*

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> G	<b>Actuación:</b> 3	<b>Referencia:</b> G_3	<b>Fecha:</b> 23/4/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Bóveda	<b>Uso:</b> Hidráulico -Riego	<b>UEA:</b> Estribo	
<b>Altura:</b> 151,0	<b>Longitud Coronación:</b> 210,0	<b>Vol. Embalse:</b> 678,0 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
Ejecución de un muro para reforzar el macizo rocoso donde queda estribada la presa. El objetivo es aumentar los coeficientes de seguridad y así evitar su deslizamiento.			
<b>Severidad de Daño:</b>			
El estribo se encuentra en buen estado, aunque unos estudios geomecánicos han evidenciado que existen unos ligeros movimientos que podría acarrear un deslizamiento del estribo, lo que significaría el colapso de la presa.			
<b>Social:</b>			
En el caso de colapso, la ola inundaría numerosas poblaciones vecinas causando un auténtico desastre. Los servicios afectados serían de índole regional y por un periodo de tiempo muy prolongado. Siendo, también los daños materiales de máxima relevancia. Debido al buen estado del macizo, a simple vista, no se puede detectar más que alguna pequeña fisura. Esta es una presa que ha necesitado de numerosas actuaciones para corregir problemas varios.			
<b>Ambiental:</b>			
En caso de colapso los impactos negativos serían de máximo nivel. La zona donde se encuentra el cauce del río es un espacio identificado por la Ley española como Reserva Natural. Con la actuación no se prevé ninguna aportación medioambiental, pues el nivel del embalse se mantiene bajo pero por otro motivo.			
<b>Económico:</b>			
El coste de la actuación propuesta es de 7.000.000 € y se prevé una vida útil de 30 años. Se ha programado un gasto anual de 60.000 € en concepto de mantenimiento ordinario y vigilancia. Al tratarse de un problema puntual, se prevé que la actuación solucione el problema y que por tanto genere un importante ahorro, cercano al 80% (la vigilancia al inicio deberá mantenerse). La producción se ha visto alterada y reducida de forma ocasional por la aparición de dos problemas independientes. Con la reparación del problema existente en el estribo se podría conseguir un pequeño aumento de producción, sin que este fuera significativo.			

Tabla A8.12.- Ficha actuación G\_3

### A8.2.1.- Actuaciones ACA

Se presentan a continuación las fichas de las siete actuaciones del ACA evaluadas, actuaciones H\_1 hasta M\_1.

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> H	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> H_1	<b>Fecha:</b> 12/5/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Abastecimiento – Riego – Hidráulico	<b>UEA:</b> Órganos Afines	
<b>Altura:</b> 102,3 m	<b>Longitud Coronación:</b> 302,4 m	<b>Vol. Embalse:</b> 24,3 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
<p>Reparación de los desagües de medio fondo de la presa, mediante la sustitución de las cuatro válvulas. El objetivo es poder regular con mayor precisión el caudal ecológico, y asegurar así que los desagües de fondo solamente se utilicen en su actividad principal. Existe cierta inseguridad en la maniobrabilidad de los desagües, además de una falta nota de estanqueidad. Su disfunción no pone en riesgo la seguridad de la estructura, al encontrarse en buen estado tanto el aliviadero como los desagües de fondo.</p>			
<b>Severidad de Daño:</b>			
<p>La actuación se programa ante la evidente falta de funcionalidad de estos órganos de desagüe. En ningún caso pueden existir problemas de seguridad, si bien existe un claro problema funcional. La causa del daño es un proceso de envejecimiento gradual cuya evolución es muy lenta. En el caso que no puedan cerrarse adecuadamente, se vaciaría una parte importante del embalse, causando una riada que podría ocasionar consecuencias negativas.</p>			
<b>Social:</b>			
<p>Si no pueden cerrarse las válvulas y se produce el vaciado de parte del embalse se podrían causar notables perjuicios en todos los ámbitos: daños físicos en pequeños grupos de personas que se agrupan de forma dispersa, propiedades y explotaciones agrícolas. Aunque en todo caso quedaría una notable reserva de agua que aseguraría el abastecimiento, si bien habría serias restricciones de riego en una gran extensión. La afectación más notable sería la que padecería una carretera de ámbito nacional que podría verse cortada de forma indefinida. El estado actual de las válvulas permite observar con facilidad manchas de humedad y alguna filtración.</p>			
<b>Ambiental:</b>			
<p>La presa se sitúa en un espacio que no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley. El funcionamiento del río en régimen de avenida durante tiempo prolongado, provocado por la imposibilidad de cerrar los desagües de medio fondo, provocaría daños en la morfología del cauce, la biota acuática, la fauna y la flora. La reparación de las válvulas aportaría un valor añadido significativo a la instalación, al garantizar y mejorarse el sistema de desagüe del caudal ecológico, con su afectación positiva aguas abajo.</p>			
<b>Económico:</b>			
<p>El coste de la actuación propuesta es de 858.000 € y se prevé una vida útil de la misma de 20 años. La actuación puede suponer reducir al 70% unos gastos de mantenimiento anuales que se pueden estimar en 30.000 €. No existe ninguna restricción en la producción que pueda corregirse por lo que no se estiman incrementos de la misma.</p>			

Tabla A8.13.- Ficha actuación H\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> I	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> I_1	<b>Fecha:</b> 12/5/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Abastecimiento – Hidráulico	<b>UEA:</b> Estribos	
<b>Altura:</b> 83,0 m	<b>Longitud Coronación:</b> 62,0 m	<b>Vol. Embalse:</b> 151,2 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
Análisis de estabilidad de los bloques de roca situados en la zona de estribos de la presa. Se han registrado signos que indican que podría producirse algún deslizamiento puntual.			
<b>Severidad de Daño:</b>			
El estribo se encuentra en buen estado, por lo que en ningún caso está comprometida la estabilidad de la estructura. Los signos de daño son leves pero generan cierta preocupación porque se presentan en el macizo donde queda estribada la presa. La evolución del daño es pequeña, aunque existente.			
<b>Social:</b>			
En el caso que se diera un deslizamiento podría verse afectado algún trabajador de la propia entidad, pues de forma regular hay personal laboral en el área en cuestión.			
En ese caso, se interrumpiría durante unas horas el servicio que ofrece una carretera local que pasa por la zona de coronación de la presa.			
Los daños materiales serían de carácter puntual.			
La población puede ver básicamente alguna pequeña fisura en el macizo rocoso e intuir el pequeño movimiento. Además se aprecian manchas de humedad en el cuerpo de presa, aunque nada tienen que ver con este caso.			
<b>Ambiental:</b>			
Si se da el deslizamiento de algún bloque, la afectación tendría una relevancia mínima y sería de carácter local. Además, la zona donde se ubica la presa no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley.			
Con el estudio no está previsto que se realicen mejoras de carácter medioambiental.			
<b>Económico:</b>			
El coste de la actuación propuesta es de 13.500 € y se prevé una vida útil mínima de 5 años.			
La realización del estudio, en sí mismo, no va a significar ningún tipo de ahorro. Así como tampoco va a significar un aumento de producción.			

Tabla A8.14.- Ficha actuación I\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> J	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> J_1	<b>Fecha:</b> 12/5/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Abastecimiento – Hidráulico	<b>UEA:</b> Órganos Afines	
<b>Altura:</b> 83,0 m	<b>Longitud Coronación:</b> 62,0 m	<b>Vol. Embalse:</b> 60,1 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
<p>Reparación de la compuerta vagón 1,4x1,8 m. El estado de conservación de los elementos laterales de rodadura y de los sistemas de sellado impiden que pueda utilizarse como elemento de seccionamiento entre la presa y la central. La actuación se programa a petición de la empresa que tiene la concesión de la central.</p>			
<b>Severidad de Daño:</b>			
<p>La funcionalidad de la compuerta queda en entredicho, aunque los elementos metálicos no se encuentren en mal estado. Des de hace años que esta compuerta vagón no está considerada como un elemento estratégico en la concepción de la seguridad estructural de la presa, aunque es clave para el desarrollo de la actividad hidroeléctrica. El daño ha evolucionado, aunque lo hace de forma contenida.</p>			
<b>Social:</b>			
<p>No se prevén consecuencias sociales de gran índole. Solamente podría padecer algún daño los trabajadores que muy ocasionalmente se encuentran trabajando en la zona.</p> <p>Un mayor deterioro de esta compuerta podría inhabilitar por completo la explotación de la central hidroeléctrica por un tiempo indefinido. Este tipo de afección de un servicio básico se puede considerar de carácter menor al tratarse de una central bastante pequeña.</p> <p>A través de los trabajadores de la concesión se puede conocer que la compuerta es inservible en su estado actual de conservación.</p>			
<b>Ambiental:</b>			
<p>No está previsto mayor impacto que la imposibilidad de aprovechar una fuente de energía renovable, que ya se ha tenido en cuenta en el requerimiento social.</p> <p>La zona donde se ubica la presa no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley.</p>			
<b>Económico:</b>			
<p>El coste de la actuación propuesta es de 24.500 € y se prevé una vida útil mínima de 20 años.</p> <p>La reparación de la compuerta va a permitir que se solucionen los problemas que han provocado severas restricciones de producción.</p>			

Tabla A8.15.- Ficha actuación J\_1



FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> K	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> K_1	<b>Fecha:</b> 12/5/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Abastecimiento – Riego	<b>UEA:</b> Cuerpo de Presa	
<b>Altura:</b> 62,7 m	<b>Longitud Coronación:</b> 274,4 m	<b>Vol. Embalse:</b> 12,4 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
<p>Obra de mejora y reparación de la red de drenaje de la presa ante el importante grado de colmatación que presentan los drenes; así mismo, la instalación de una red piezométrica para el control de subpresiones y la efectividad de la nueva red de drenaje.</p>			
<b>Severidad de Daño:</b>			
<p>La funcionalidad de la red de drenaje queda en entredicho al presentar un grado de colmatación muy importante. De hecho al ser tan remarcable la colmatación es difícil que se acentúe. Esta situación podría provocar problemas de estabilidad de la estructura que, en un caso extremo, podrían provocar su fallo.</p>			
<b>Social:</b>			
<p>En el caso de colapso se generaría una ola que afectaría a un grupo de pequeños pueblos que se encuentran en el entorno de la presa. Los servicios afectados serían de índole comarcal y de duración indefinida, dada la afectación de una carretera secundaria de 1r nivel y dados los problemas que habría para abastecer a las poblaciones del entorno de la presa. Las grandes ciudades del entorno no padecerían problemas de esta índole pues su abastecimiento se puede asegurar mediante el agua disponible en otro embalse cercano, si bien habría algunas restricciones. Sí que existirían severas restricciones en el regadío, aunque el área es predominantemente de cultivo de secano.</p> <p>Las numerosas actividades deportivas que se realizan en el embalse o en su entorno quedarían afectadas y con ellas los negocios de la zona.</p> <p>Los ciudadanos no son capaces de poder detectar los problemas de los drenes, aun así les puede llegar la información de que existe una notable filtración en las galerías, que redundan en manchas de humedad.</p>			
<b>Ambiental:</b>			
<p>La zona donde se ubica la presa no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley.</p> <p>En caso de colapso los impactos negativos sería de máximo nivel, aunque se prevé una recuperación a medio plazo.</p> <p>Con la actuación no se prevé ninguna aportación medioambiental.</p>			
<b>Económico:</b>			
<p>El coste de la actuación propuesta es de 284.000 € y se prevé una vida útil mínima de 10 años.</p> <p>Los coste de mantenimiento que se realizan anualmente se cifran en 30.000 euros, de los que se prevé se puedan ahorrar el 50%.</p> <p>No hay ninguna central asociada, por tanto no está previsto ningún beneficio en este sentido.</p>			

*Tabla A8.16.- Ficha actuación K\_1*

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> K	<b>Actuación:</b> 2	<b>Referencia:</b> K_2	<b>Fecha:</b> 12/5/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Abastecimiento – Riego	<b>UEA:</b> Órganos Afines	
<b>Altura:</b> 62,7 m	<b>Longitud Coronación:</b> 274,4 m	<b>Vol. Embalse:</b> 12,4 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
Reparación de los desagües de fondo de la presa para poder asegurar la maniobrabilidad y regular con mayor precisión el caudal ecológico. A causa del notable envejecimiento, existe una falta evidente de estanquidad.			
<b>Severidad de Daño:</b>			
La durabilidad de los desagües de fondo no está asegurada debido a un notable envejecimiento, que puede provocar problemas de funcionalidad en el futuro. El mayor peligro es que no puedan cerrarse las válvulas cuando se estime oportuno, lo que provocaría el vertido de un gran caudal al río y el consecuente vaciado progresivo del embalse.			
<b>Social:</b>			
Si no pueden cerrarse las válvulas y se produce el vaciado de embalse se podrían causar notables perjuicios, aunque incomparables con los que podría causar el colapso de la estructura. El funcionamiento del río en régimen de avenida podría causar daño en una carretera secundaria de 1r nivel, ocasionaría problemas severos de abastecimiento de las poblaciones del entorno de la presa, así como fuertes restricciones en el regadío, aunque el área es predominantemente de cultivo de secano. Las grandes ciudades del entorno no padecerían problemas de abastecimiento al disponerse de reservas de agua en otro embalse cercano. Además la avenida podría causar daños en algún ciudadano que se encontrase en las inmediaciones del cauce del río.			
Las numerosas actividades deportivas que se realizan en el embalse, o en su entorno, quedarían afectadas y con ellas los negocios de la zona.			
La presa presenta una notable fisuración, especialmente en la zona de los desagües de fondo, zona con manchas de humedad notables, y alguna pequeña filtración.			
<b>Ambiental:</b>			
El funcionamiento del río en régimen de avenida durante tiempo prolongado, provocado por la imposibilidad de cerrar los desagües de fondo, provocaría graves daños en la morfología del cauce, la biota acuática, la fauna y la flora.			
La zona del cauce del río no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley.			
La reparación de las válvulas aportaría un valor añadido significativo a la instalación, al garantizar y mejorar el sistema de desagüe del caudal ecológico, con su afectación positiva aguas abajo.			
<b>Económico:</b>			
El coste de la actuación propuesta es de 755.000 € y se prevé una vida útil mínima de 20 años.			
Los coste de mantenimiento que se realizan anualmente se cifran en 25.000 euros, de los que se prevé se puedan ahorrar el 90%.			
No hay ninguna central asociada, por tanto no está previsto ningún beneficio en este sentido.			

*Tabla A8.17.- Ficha actuación K\_2*

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> L	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia::</b> L_1	<b>Fecha:</b> 12/5/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Gravedad	<b>Uso:</b> Abastecimiento – Riego	<b>UEA:</b> Estribo	
<b>Altura:</b> 38,0 m	<b>Longitud Coronación:</b> 190,8 m	<b>Vol. Embalse:</b> 3,7 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b> Consolidación de una plataforma terraplenada, donde se ubica una estación meteorológica, mediante el dragado y limpieza de fangos y lodos en la zona de desprendimiento de gaviones en el estribo izquierdo de la presa.			
<b>Severidad de Daño:</b> La estructura se encuentra, en su totalidad, en estado de colapso. El daño por tanto no puede aumentar. Su importancia es totalmente secundaria.			
<b>Social:</b> No está previsto que haya ningún tipo de afectación social más allá de la imposibilidad de que la estación registre los datos meteorológicos.			
<b>Ambiental:</b> No está previsto que haya ningún tipo de afectación medioambiental a causa del daño, ni tampoco ningún beneficio gracias a la reparación de dicha plataforma. La zona donde se ubica la presa no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley.			
<b>Económico:</b> El coste de la actuación propuesta es de 19.200 € y se prevé una vida útil mínima de 20 años. No existía un gasto en mantenimiento asociado a esta plataforma terraplenada. No está previsto ningún beneficio en este sentido.			

Tabla A8.18.- Ficha actuación L\_1

FICHA ACTUACIÓN IPGOH			
<b>Presa:</b> M	<b>Actuación:</b> 1	<b>Referencia:</b> M_1	<b>Fecha:</b> 12/5/2014
<b>Características de la Presa</b>			
<b>Tipo:</b> Bóveda	<b>Uso:</b> Abastecimiento - Riego	<b>UEA:</b> Vaso	
<b>Altura:</b> 122,0 m	<b>Longitud Coronación:</b> 326,0 m	<b>Volumen Embalse:</b> 79,4 hm <sup>3</sup>	
<b>Descripción Actuación:</b>			
<p>Obra de protección para frenar un desprendimiento masivo de bloques en la margen derecha de la presa, cerca del estribo y que podría generar una ola que causaría leves daños en la estructura al rebasarla. Esta ola quedaría laminada por el embalse que se encuentra aguas abajo.</p>			
<b>Severidad de Daño:</b>			
<p>La zona del margen a proteger se encuentra en un estado en que queda en entredicho su futura durabilidad, por bien que es un daño relativamente localizado. Al encontrarse cerca del estribo, su fallo podría provocar algún pequeño incidente que reduciría el margen de seguridad. El fenómeno que causa el daño surge de un proceso evolutivo, que se ha acentuado recientemente.</p>			
<b>Social:</b>			
<p>En el caso que se diera el deslizamiento, la generación de la ola podría afectar a la carretera comarcal que pasa por la zona de coronación, que quedaría cortada durante un periodo de tiempo indefinido. Lo más grave del caso, serían las consecuencias que podrían padecer los usuarios de la carretera, que si bien no serían un número muy elevado, tampoco serían un número ínfimo. No se prevén daños materiales significativos.</p> <p>En este caso los ciudadanos pueden observar alguna fisura en el macizo además de algún ligero movimiento del mismo.</p>			
<b>Ambiental:</b>			
<p>El daño podría llegar a causar un ligero impacto de carácter puntual en la fauna y la flora. Un impacto que debería corregirse en un periodo de tiempo muy corto. La zona donde se ubica la presa no recibe ninguna protección especial por parte de la Ley.</p> <p>No está previsto ningún tipo de beneficio ambiental de la actuación.</p>			
<b>Económico:</b>			
<p>El coste de la actuación propuesta es de 51.400 € y se prevé una vida útil mínima de 20 años.</p> <p>Los costes de mantenimiento que se realizan anualmente se cifran en 15.000 euros, gasto que teóricamente se eliminara con la actuación.</p> <p>No hay ninguna central asociada, por tanto no está previsto ningún beneficio en este sentido.</p>			

Tabla A8.19.- Ficha actuación M\_1

## NOTACIONES Y SÍMBOLOS POR BLOQUES

### Bloque 1: Contextualización

IPGOH	= Índice de Priorización en la Gestión de Obras Hidráulicas.....	[0-1]
§	= Apartado.....	[-]
AS	= Análisis Sísmico.....	[-]
AV	= Auscultación y vigilancia.....	[-]
MC	= Mantenimiento y Conservación.....	[-]
GE	= Gestión Económica.....	[-]
PC	= Proyecto y Construcción.....	[-]
SM	= Sostenibilidad y Medioambiente.....	[-]
SR	= Seguridad y Riesgo.....	[-]
OT	= Otros Temas.....	[-]
RAA	= Reacción Alkali-Árido.....	[-]
ASI	= Ataque Sulfático Interno.....	[-]
PCI	= Índice de Condición de Pavimentos.....	[0-100]
IC	= Índice de Condición.....	[0-100]
DV <sub>i</sub>	= Valor deducido de Daño.....	[0-100]
W <sub>i</sub>	= Peso IC <sub>íessimo</sub> .....	[-]
I <sub>E</sub>	= Índice de Daño.....	[0-100]
I <sub>S</sub>	= Índice de estructura.....	[0-100]
I <sub>D</sub>	= Índice de degradación.....	[0-100]
I <sub>Q</sub>	= Índice de calidad.....	[0-100]
I <sub>M</sub>	= Índice de medida.....	[0-100]
I <sub>P</sub>	= Índice de fenómeno.....	[0-1]
VDP	= Valor Deducible Ponderado de degradación.....	[0-100]
I <sub>EB</sub>	= Índice de Daño del conjunto.....	[0-100]
I <sub>R</sub>	= Índice de Riesgo.....	[0-100]
I <sub>E</sub>	= Índice de Estado.....	[0-100]
F <sub>c</sub>	= Factor de consecuencias.....	[1-10]
MCDM	= Métodos multicriterio de ayuda a la decisión.....	[-]
MAUT	= Método de utilidad multiatributo.....	[-]

MIVES	= Método Integrado de Valor para Evaluaciones Sostenibles .....	[-]
AHP	= Analytic Hierarchy Process.....	[-]
$X_{\min}$	= Abscisa mínima función de valor .....	[-]
$X_{\max}$	= Abscisa máxima función de valor.....	[-]
P	= Factor de forma función de valor.....	[-]
C	= Abscisa (aproximada) punto inflexión función de valor .....	[-]
K	= Ordenada (aproximada) punto inflexión función de valor .....	[-]

## Bloque 2: Metodología de diagnóstico

§	= Apartado.....	[-]
RAA	= Reacción Álcali-Árido.....	[-]
ASI	= Ataque Sulfático Interno .....	[-]
h	= Altura bloque presa .....	[m]
t	= Tiempo .....	[meses]
EA	= Rigidez hormigón .....	[kg·m/s <sup>2</sup> ]
C	= Movimiento de Colimación .....	[mm]
N	= Movimiento de Nivelación.....	[mm]
$\epsilon_x$	= Deformación unitaria paramento x.....	[-]
$b_i$	= Base bloque i.....	[m]
j	= Esbeltez del bloque .....	[m]
$\tau$	= Coeficiente corrector.....	[-]
E	= Modulo de deformación del hormigón .....	[GPa]
z	= Movimiento bloque .....	[mm]
A	= Valor de la ordenada en origen .....	[mm]
B	= Rango de variación de la curva en ordenadas.....	[mm]
C	= Abscisa en el punto de inflexión.....	[meses]
p	= Factor de forma.....	[-]
$L_x$	= Longitud del paramento x en el modelo .....	[m]
$\alpha$	= Angulo paramento aguas arriba con horizontal.....	[rad]
$\beta$	= Angulo paramento aguas abajo con horizontal.....	[rad]
$I_x$	= Momento de inercia paramento x en el modelo simple.....	[m <sup>4</sup> ]
$A_x$	= Área paramento x en el modelo simple.....	[m <sup>2</sup> ]
$N_A$	= Fuerza Axil modelo simple.....	[Pa]
$\epsilon_x$	= Deformación unitaria causada por la expansión en el modelo simple .....	[mm/m]
RDCL	= Reacción Diferida de la Cal Libre.....	[-]
$\epsilon_v$	= Deformación volumétrica unitaria.....	[-]
V	= Volumen .....	[m <sup>3</sup> ]
a	= Coeficiente estequiométrico .....	[-]
m	= volumen molar .....	[g/cm <sup>3</sup> ]
f	= Porosidad del hormigón.....	[%]
$\phi$	= Poros rellenos.....	[%]
$D_{\text{cemento}}$	= Dosificación cemento .....	[kg/m <sup>3</sup> ]
M	= Masa molar .....	[g/mol]

**Bloque 3: Metodología de priorización**

MCDM	= Métodos multicriterio de ayuda a la decisión .....	[-]
IPGOH	= Índice de Priorización en la Gestión de Obras Hidráulicas .....	[0-1]
MIVES	= Método Integrado de Valor para Evaluaciones Sostenibles .....	[-]
§	= Apartado .....	[-]
n	= Número de actuaciones i número de daños .....	[nº]
p	= Número de obras hidráulicas .....	[nº]
DñE	= Daño Estructural .....	[puntos]
GrD	= Grado de Daño .....	[puntos]
UbD	= Ubicación del Daño .....	[puntos]
ExD	= Extensión del Daño .....	[puntos]
EvD	= Evolución del Daño .....	[puntos]
u	= Número de elementos dañadas .....	[nº]
z	= Número de elementos totales .....	[nº]
$\alpha$	= Peso de la variable GrD .....	[0-1]
$\beta$	= Peso de la variable UbD .....	[0-1]
$\eta$	= Peso de la variable ExD .....	[0-1]
$\nu$	= Peso de la variable EvD .....	[0-1]
AHP	= Analytic Hierarchy Process .....	[-]
M	= Matriz pareada .....	[-]
$\lambda$	= Valor propio .....	[-]
L	= Matriz pareada normalizada .....	[-]
P	= Vector de pesos .....	[-]
$V_x$	= Variante x .....	[-]
$R_t$	= Requerimiento t .....	[-]
$C_j R_t$	= Criterio j del Requerimiento t .....	[-]
$I_i C_j R_t$	= Indicador i del Criterio j del Requerimiento t .....	[-]
$V_{I_i C_j R_t}$	= Valor del Indicador i del Criterio j del Requerimiento t .....	[0-1]
$k_{I_i C_j R_t}$	= Peso del Indicador i del Criterio j del Requerimiento t .....	[0-1]
$k_{C_j R_t}$	= Peso del Criterio j del Requerimiento t .....	[0-1]
$k_{R_t}$	= Peso del Requerimiento t .....	[0-1]
PoE	= Población Expuesta .....	[puntos]
NPA	= Número de Personas Afectadas .....	[puntos]
TOE	= Tipología Ocupación del Espacio .....	[puntos]
PCR	= Percepción Colectiva del Riesgo .....	[puntos]
$DOC_i$	= Daño Observado por los Ciudadanos .....	[puntos]
Hlc	= Historial de Incidentes .....	[puntos]
SEA	= Servicios Esenciales Afectados .....	[puntos]
ATI	= Alcance Territorial de la Interrupción .....	[puntos]
tIS	= Tiempo Interrupción del Servicio .....	[puntos]
PME	= Perjuicios Materiales y Económicos .....	[puntos]
V	= Viviendas .....	[nº]
I	= Industrias, ganaderías y propiedades rústicas .....	[nº]
S	= Cultivos de Secano .....	[hm <sup>2</sup> ]
R	= Cultivos de Regadío .....	[hm <sup>2</sup> ]

RNE	= <i>Repercusión Negativa del Daño</i> .....	[puntos]
VAA	= <i>Valor Añadido de la Actuación</i> .....	[puntos]
InI	= <i>Intensidad del Impacto</i> .....	[puntos]
ExI	= <i>Extensión del Impacto</i> .....	[puntos]
DuI	= <i>Duración del Impacto</i> .....	[puntos]
TEN	= <i>Tipología del Espacio Natural</i> .....	[puntos]
CAU	= <i>Coste Anual Unitario</i> .....	[€/ (año·DñE)]
AMV	= <i>Ahorro en Mantenimiento y Vigilancia</i> .....	[€]
GSA	= <i>Gasto Soportado Anualmente</i> .....	[€]
GAP	= <i>Gasto Anual Previsto</i> .....	[€]
ζ	= <i>Tasa de ahorro</i> .....	[%]
IPE	= <i>Incremento de Producción Estimada</i> .....	[GWh]
IPP	= <i>Incremento de Producción Potencial</i> .....	[GWh]
g	= <i>Número de ejercicios contables considerados</i> .....	[nº]
FIP	= <i>Factor de Incremento de Producción</i> .....	[%]
π	= <i>Coefficiente corrector</i> .....	[0-1]
ACA	= <i>Agència Catalana del Aigua</i> .....	[-]
IPGOH <sub>x</sub>	= <i>IPGOH obtenido con el árbol de la compañía x</i> .....	[-]
ki <sub>x</sub>	= <i>Peso indicador en el árbol de la compañía x</i> .....	[-]
kc <sub>x</sub>	= <i>Peso criterio en el árbol de la compañía x</i> .....	[-]
kr <sub>x</sub>	= <i>Peso requerimiento en el árbol de la compañía x</i> .....	[-]
Ref	= <i>Referencia actuación</i> .....	[letra_nº]
Tip	= <i>Tipología presa</i> .....	[-]
Gr	= <i>Gravedad</i> .....	[-]
Bv	= <i>Bóveda</i> .....	[-]
AG	= <i>Arco-Gravedad</i> .....	[-]
Cn	= <i>Contrafuertes</i> .....	[-]
MS	= <i>Materiales Suelos</i> .....	[-]
Ab	= <i>Abastecimiento</i> .....	[-]
Hi	= <i>Hidroeléctrico</i> .....	[-]
Ri	= <i>Riego</i> .....	[-]
Re	= <i>Regulación</i> .....	[-]
Al	= <i>Altura presa</i> .....	[m]
LC	= <i>Longitud de coronación</i> .....	[m]
VE	= <i>Volumen del embalse</i> .....	[hm <sup>3</sup> ]
UEA	= <i>Unidad estructural afectada</i> .....	[-]
CP	= <i>Cuerpo de presa</i> .....	[-]
Es	= <i>Estribos</i> .....	[-]
Cm	= <i>Cimentación</i> .....	[-]
Vs	= <i>Vaso</i> .....	[-]
OA	= <i>Órganos afines</i> .....	[-]
$\bar{x}$	= <i>Media aritmética</i> .....	[-]
σ	= <i>Desviación típica</i> .....	[-]
IP_End	= <i>Priorización método Endesa</i> .....	[-]
IP_DñE	= <i>Priorización solamente con el DñE</i> .....	[0-1]
IP_AM	= <i>Priorización sin DñE</i> .....	[0-1]
Cv	= <i>Coefficiente de variación de Pearson</i> .....	[%]



$Cd$	= Coeficiente de dispersión .....	[%]
$t_{\alpha,v}$	= T de Student.....	[-]
$m$	= muestra de la población .....	[nº]
$\gamma_v$	= Coeficiente de Variación de la población .....	[%]
$\psi_v$	= Coeficiente de Dispersión de la población.....	[-]
$IPGOH_{x,y}$	= IPGOH obtenido con el árbol de la compañía x para las actuaciones de la compañía y .....	[-]



## Listado de publicaciones

### Artículos en revistas

#### **Investment priorities for the management of hydraulic structures (2014)**

*Autores: Francesc Pardo i Antonio Aguado*

*Revista: Structure and Infrastructure Engineering: Maintenance, Management, Life-Cycle Design and Performance*

### Comunicaciones en congresos

*9th ICOLD Eropean Club EInternational Symposium: Sharing Experience for Safe and Sustainable Water Storage. Venezia (2013)*

**Título: Concrete dams with expansive reactions. The diagnosis process.**

*Autores: Felipe Río, Fco José Conesa, María Chacón, Francesc Pardo y Antonio Aguado*

*SB11 World Sustainable Building Conference. Helsinky (2011)*

**Título: How to measure the sustainability of concrete structures?**

*Autores: Antonio Aguado, Alejandro Josa y Francesc Pardo*

*V Congreso ACHE. Asociación Científico-técnica del Hormigón Estructural. Barcelona (2011)*

**Título: Fisuras Estructurales en Presas de Hormigón con Expansiones: Enseñanzas Prácticas**

*Autores: Francesc Pardo, André Campos, Carlos M<sup>a</sup> López y Antonio Aguado, Alejandro Josa i*

*IX Jornadas Españolas de Presas. Comité Nacional Español de Grandes Presas. Valladolid (2010)*

**Título: Banco de Datos de Presas de Hormigón con Expansiones**

*Autores: Francesc Pardo, Antonio Aguado, Lluís Agulló, Juan Manuel Buil y Arturo Gil*





