



# **CURSO/GUÍA PRÁCTICA DE INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES. ¿SOLUCIÓN O PROBLEMA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO?**





## Índice

<b>¿QUÉ APRENDERÁ?.....</b>	<b>15</b>
<b>Introducción. ....</b>	<b>16</b>
<b>PARTE PRIMERA .....</b>	<b>18</b>
<b>Introducción a las presas y trasvases ante el Cambio Climático .....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo 1: La importancia de la gestión del agua en la actualidad .....</b>	<b>18</b>
<b>1. La crisis global del agua: escasez, exceso y distribución desigual.....</b>	<b>18</b>
a. Definición de estrés hídrico .....	19
b. Regiones más afectadas .....	20
c. Relación con el crecimiento demográfico .....	21
<b>2. Los impactos del cambio climático en los recursos hídricos .....</b>	<b>22</b>
a. Alteraciones en los patrones de precipitación .....	22
b. Aumento de la frecuencia de sequías e inundaciones .....	23
c. Variabilidad hídrica y retos de planificación .....	24
<b>3. ¿Son necesarias las presas y los trasvases hoy en día?.....</b>	<b>25</b>
a. Justificación histórica y funcional .....	25
b. Contexto de escasez frente a superávit .....	27
c. El papel de las infraestructuras hidráulicas en el desarrollo .....	28
<b>4. Alternativas a las grandes infraestructuras hidráulicas .....</b>	<b>29</b>
a. Gestión de la demanda.....	29
b. Soluciones descentralizadas.....	30
c. Uso de energías renovables y ahorro de agua.....	31
<b>5. Actores clave en la gestión del agua (instituciones, gobiernos, sector privado) .....</b>	<b>32</b>
a. Organización y competencias a nivel nacional .....	32
b. Colaboraciones público-privadas .....	33
c. Cooperación con entidades supranacionales .....	34
<b>6. Perspectivas y retos futuros en la distribución del agua .....</b>	<b>35</b>
a. Escenarios de cambio climático.....	36
b. Conflictos potenciales por la disponibilidad de recursos .....	37
c. Necesidad de marcos legales y acuerdos multilaterales .....	38
<b>Capítulo 2: Historia y evolución de las presas y trasvases.....</b>	<b>40</b>
<b>1. De los primeros embalses a las megainfraestructuras .....</b>	<b>40</b>
a. Civilizaciones antiguas y sus técnicas de almacenamiento .....	40
b. Desarrollo tecnológico y aportaciones de la ingeniería clásica .....	41
c. El papel de la revolución industrial en el avance hidráulico .....	42
<b>2. Desarrollo de los sistemas de trasvases a nivel mundial .....</b>	<b>44</b>
a. Principales hitos históricos .....	44
b. Evolución de la concepción de los trasvases .....	45
c. Cambios en la planificación y diseño .....	46
<b>3. Grandes proyectos históricos y su impacto en la actualidad .....</b>	<b>47</b>
a. El canal de Suez como referente .....	47



b. Presas emblemáticas (Hoover, Asuán, etc.) .....	48
c. Legado y lecciones aprendidas .....	49
<b>4. Los errores del pasado: ¿qué hemos aprendido? .....</b>	<b>50</b>
a. Ejemplos de sobrecostes y déficits de planificación .....	50
b. Infravaloración del impacto ambiental y social .....	51
c. Falta de transparencia en la toma de decisiones .....	52
<b>5. Legislación histórica y evolución de normas internacionales .....</b>	<b>53</b>
a. Principios fundacionales en la gestión del agua .....	53
b. Tratados y convenios de reparto hídrico .....	54
c. Normativas actuales y su alcance .....	55
<b>6. Tendencias recientes en el diseño y construcción de presas .....</b>	<b>56</b>
a. Uso de materiales sostenibles .....	56
b. Optimización de costes y eficiencia .....	57
c. Integración paisajística y minimización del impacto .....	57
<b>PARTE SEGUNDA .....</b>	<b>59</b>
<b>Ingeniería y funcionamiento de presas y trasvases .....</b>	<b>59</b>
<b>Capítulo 3: Tipología y diseño de presas .....</b>	<b>59</b>
<b>1. Tipos de presas según su estructura (gravedad, arco, materiales sueltos, etc.) .....</b>	<b>59</b>
a. Características y ventajas de cada tipo .....	60
b. Limitaciones y condicionantes .....	61
c. Ejemplos de aplicación .....	62
<b>2. Diseño hidráulico y estructural de una presa .....</b>	<b>62</b>
a. Criterios de cálculo y dimensionamiento .....	63
b. Factores de seguridad y coeficientes .....	64
c. Programas de modelización y simulación .....	64
<b>3. Seguridad en presas: análisis de riesgos y protocolos de emergencia .....</b>	<b>65</b>
a. Identificación de amenazas naturales y antropogénicas .....	66
b. Planes de acción ante crecidas e inundaciones .....	66
c. Coordinación con organismos de protección civil .....	67
<b>4. Casos de fallos estructurales y colapsos de presas .....</b>	<b>68</b>
a. Análisis de causas comunes .....	68
b. Lecciones aprendidas en ingeniería .....	69
c. Fortalecimiento de las normativas .....	70
<b>5. Materiales y tecnologías emergentes en construcción de presas .....</b>	<b>70</b>
a. Hormigones avanzados y aditivos especiales .....	70
b. Estructuras híbridas y prefabricadas .....	71
c. Automatización de obras y monitoreo remoto .....	72
<b>6. Costes y planificación presupuestaria en proyectos de presas .....</b>	<b>72</b>
a. Factores que influyen en el incremento de costes .....	73
b. Métodos de financiación y retorno de la inversión .....	73
c. Estudios de viabilidad y rentabilidad .....	74
<b>Capítulo 4: Trasmisiones de agua: concepto y planificación .....</b>	<b>76</b>
<b>1. Clasificación de trasvases según su alcance y función .....</b>	<b>76</b>
a. Trasmisiones regionales, interregionales e internacionales .....	76



b. Trasvases para consumo, riego o usos industriales .....	77
c. Visión integradora de las cuencas .....	78
<b>2. Diseño y construcción de sistemas de trasvase .....</b>	<b>78</b>
a. Selección de rutas y métodos de bombeo .....	79
b. Tipos de canales y tuberías .....	80
c. Control de pérdidas y optimización del caudal.....	81
<b>3. Factores técnicos y ambientales en la selección de trasvases.....</b>	<b>81</b>
a. Análisis del impacto en la biodiversidad .....	82
b. Evaluación geológica e hidrológica .....	82
c. Compatibilidad con planes de ordenación territorial.....	83
<b>4. Costes y viabilidad económica de los trasvases .....</b>	<b>84</b>
a. Cálculo de los costes de construcción y operación .....	84
b. Modelos de financiación y reparto de inversiones .....	84
c. Rentabilidad social y análisis coste-beneficio .....	85
<b>5. Modelos de gestión y mantenimiento de infraestructuras de trasvases .....</b>	<b>86</b>
a. Planes de revisión periódica .....	86
b. Protocolos de mantenimiento predictivo y correctivo .....	87
c. Digitalización y sistemas de información geográfica .....	87
<b>6. Innovación y soluciones tecnológicas aplicadas a trasvases .....</b>	<b>88</b>
a. Automatización y control remoto de compuertas .....	88
b. Uso de energías renovables en el bombeo .....	89
c. Sistemas inteligentes de detección de fugas.....	90
<b>PARTE TERCERA .....</b>	<b>92</b>
<b>Impactos ambientales y sociales de las presas y trasvases .....</b>	<b>92</b>
<b>Capítulo 5: Impactos ambientales de las presas y trasvases .....</b>	<b>92</b>
<b>1. Alteración de ecosistemas fluviales y biodiversidad .....</b>	<b>92</b>
a. Cambios en los caudales y dinámica de sedimentos.....	93
b. Pérdida de hábitats acuáticos y ribereños .....	93
c. Efecto en especies migratorias .....	94
<b>2. Problemas de sedimentación en embalses.....</b>	<b>94</b>
a. Reducción de la capacidad de almacenamiento .....	95
b. Degradación de la calidad del agua.....	95
c. Métodos de dragado y gestión de sedimentos .....	96
<b>3. Filtraciones y pérdidas por evaporación en presas .....</b>	<b>96</b>
a. Factores climáticos y geológicos .....	97
b. Técnicas para disminuir la evaporación .....	97
c. Prevención de infiltraciones no deseadas .....	98
<b>4. Consecuencias de la fragmentación de ríos.....</b>	<b>98</b>
a. Barreras a la migración de peces y fauna .....	99
b. Alteraciones del ciclo natural de crecidas .....	99
c. Impacto sobre los procesos ecológicos de llanuras aluviales.....	100
<b>5. Impacto en la calidad del agua y proliferación de especies invasoras .....</b>	<b>101</b>
a. Cambios en la temperatura y oxigenación .....	101
b. Desbalances en la cadena trófica .....	101
c. Control de plagas y mantenimiento de la biodiversidad .....	102



<b>6. Medidas de mitigación y restauración ecológica .....</b>	<b>103</b>
a. Diseño de pasos para peces y sistemas de bypass .....	103
b. Programas de reforestación de cuencas .....	103
c. Restauración de zonas húmedas y riberas degradadas .....	104
<b>Capítulo 6: Desplazamiento de comunidades y conflictos sociales.....</b>	<b>106</b>
<b>1. Poblaciones afectadas por la construcción de grandes presas.....</b>	<b>106</b>
a. Tipos de reasentamiento y compensaciones .....	106
b. Factores socioculturales en la reubicación.....	107
c. Impacto en la identidad y cohesión social .....	108
<b>2. Conflictos entre regiones y países por trasvases de agua.....</b>	<b>109</b>
a. Disputas limítrofes y desacuerdos históricos .....	109
b. Tratados internacionales y arbitrajes .....	110
c. Mecanismos de cooperación transfronteriza .....	111
<b>3. Justicia ambiental y derechos de las comunidades afectadas.....</b>	<b>111</b>
a. Principios de equidad en la distribución de recursos .....	112
b. Salvaguarda de derechos humanos e indígenas .....	112
c. Responsabilidades de los promotores y el Estado.....	113
<b>4. Casos emblemáticos de controversia social.....</b>	<b>114</b>
a. Los movimientos sociales antirrepresas.....	114
b. Logros y fracasos de la presión ciudadana .....	115
c. Ejemplos de mediación y diálogo participativo .....	115
<b>5. Mecanismos de compensación y reasentamiento .....</b>	<b>116</b>
a. Modelos de indemnización económica .....	116
b. Planificación de viviendas y servicios básicos .....	117
c. Creación de oportunidades laborales para desplazados .....	118
<b>6. Participación ciudadana y gobernanza en proyectos hidráulicos.....</b>	<b>119</b>
a. Transparencia en la toma de decisiones .....	119
b. Procesos de consulta previa y consentimiento .....	120
c. Evaluación de impacto social (EIS).....	120
<b>PARTE CUARTA .....</b>	<b>123</b>
El debate sobre su necesidad en la actualidad .....	123
<b>Capítulo 7: Beneficios y argumentos a favor de presas y trasvases.....</b>	<b>123</b>
<b>1. Regulación de caudales y control de inundaciones .....</b>	<b>123</b>
a. Minimización de daños económicos .....	124
b. Reducción de riesgos para la población .....	125
c. Sinergias con otras infraestructuras de defensa .....	125
<b>2. Suministro de agua potable y agrícola .....</b>	<b>126</b>
a. Garantía de abastecimiento continuo .....	126
b. Mejora de la producción agrícola.....	127
c. Equilibrio entre la demanda urbana e industrial .....	128
<b>3. Energía hidroeléctrica: la gran fuente renovable .....</b>	<b>128</b>
a. Capacidades de generación y almacenaje .....	129
b. Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	129
c. Integración con redes eléctricas inteligentes .....	130



<b>4. Infraestructuras resilientes ante el cambio climático.....</b>	<b>130</b>
a. Adaptación de las presas a eventos extremos .....	131
b. Diseño flexible y modular .....	131
c. Experiencias de resiliencia en diferentes continentes.....	132
<b>5. Fomento del desarrollo regional y generación de empleo .....</b>	<b>133</b>
a. Creación de puestos de trabajo directos e indirectos .....	133
b. Dinamización de economías locales.....	134
c. Turismo y actividades recreativas en embalses.....	134
<b>6. Perspectivas financieras y oportunidades de inversión.....</b>	<b>135</b>
a. Modelos de financiación público-privada .....	135
b. Instrumentos financieros verdes.....	136
c. Retorno de la inversión a largo plazo .....	137
<b>Capítulo 8: Críticas y argumentos en contra de las presas y los trasvases .....</b>	<b>139</b>
<b>1. Costes ambientales y sociales elevados .....</b>	<b>139</b>
a. Pérdida de ecosistemas.....	140
b. Desplazamiento forzoso de población .....	140
c. Deterioro cultural y patrimonio local .....	141
<b>2. Ineficiencia en condiciones de cambio climático extremo.....</b>	<b>142</b>
a. Cambios drásticos en el régimen de lluvias.....	142
b. Sequías prolongadas y embalses vacíos.....	143
c. Inundaciones repentinas y riesgos estructurales .....	144
<b>3. Alternativas más sostenibles (desalación, reutilización, gestión de acuíferos).....</b>	<b>144</b>
a. Beneficios y limitaciones de la desalación.....	145
b. Tecnologías de reutilización de aguas residuales.....	145
c. Protección y recarga de acuíferos .....	146
<b>4. Casos en los que las presas han sido desmontadas.....</b>	<b>147</b>
a. Motivos ambientales y sociopolíticos.....	147
b. Resultados ecológicos tras el desmantelamiento .....	148
c. Ejemplos de gestión post-derribo.....	148
<b>5. Dificultades de financiación y riesgos económicos.....</b>	<b>149</b>
a. Sobrecostes y demoras en la construcción .....	149
b. Deudas públicas y cargas fiscales .....	150
c. Falta de inversión privada en algunos contextos.....	151
<b>6. Polémicas en la toma de decisiones políticas y gestión pública.....</b>	<b>151</b>
a. Transparencia y corrupción en la adjudicación de obras .....	152
b. Falta de consenso entre administraciones.....	152
c. Influencia de grupos de presión y lobby.....	153
<b>PARTE QUINTA .....</b>	<b>155</b>
<b>Presas y trasvases a nivel internacional .....</b>	<b>155</b>
<b>Capítulo 9: Modelos de gestión del agua en distintas regiones .....</b>	<b>155</b>
<b>1. Europa: la adaptación de infraestructuras hídricas .....</b>	<b>156</b>
a. Políticas de la Unión Europea sobre agua .....	156
b. Ejemplos de modernización de redes .....	157
c. Mecanismos de cooperación transfronteriza .....	158



<b>2. América Latina: proyectos emblemáticos y controversias</b> .....	<b>158</b>
a. Grandes presas en Brasil y Argentina .....	159
b. Retos políticos y sociales .....	160
c. Avances en sistemas de gobernanza del agua .....	160
<b>3. África y Asia: expansión de presas para el desarrollo</b> .....	<b>161</b>
a. Objetivos de electrificación y riego .....	161
b. Iniciativas multinacionales (Nilo, Mekong, etc.).....	162
c. Riesgos de endeudamiento y dependencia exterior .....	163
<b>4. Estados Unidos y Canadá: políticas de conservación y eliminación de presas</b> .....	<b>164</b>
a. Casos de desmantelamiento y restauración fluvial .....	164
b. Regulaciones federales y estatales.....	165
c. Programas de protección de la biodiversidad .....	166
<b>5. Regulación internacional y convenios transfronterizos</b> .....	<b>167</b>
a. Marco jurídico para cuencas compartidas .....	167
b. Organismos internacionales de mediación .....	168
c. Ejemplos de éxito en gestión bilateral y multilateral .....	169
<b>6. Comparación de resultados y buenas prácticas globales</b> .....	<b>169</b>
a. Indicadores de desempeño hídrico .....	170
b. Intercambio de conocimientos y tecnologías.....	170
c. Perspectivas de colaboración futura .....	171
<b>Capítulo 10: Grandes proyectos internacionales y su evaluación</b> .....	<b>174</b>
<b>1. La presa de las Tres Gargantas (China)</b> .....	<b>174</b>
a. Datos técnicos y magnitud de la infraestructura.....	175
b. Impactos ambientales y sociales .....	175
c. Resultados y críticas internacionales .....	176
<b>2. El trasvase de California y sus problemas hídricos</b> .....	<b>177</b>
a. Contexto y diseño de la red de canales .....	177
b. Conflictos entre el norte y el sur del estado .....	178
c. Políticas de ahorro de agua y eficiencias .....	179
<b>3. La gestión del agua en Australia: trasvases y alternativas</b> .....	<b>180</b>
a. Desafíos de un continente árido .....	180
b. Soluciones de desalación y reutilización .....	181
c. Programas de concienciación y eficiencia hídrica .....	182
<b>4. Experiencias exitosas de gestión hídrica sin grandes infraestructuras</b> .....	<b>182</b>
a. Casos de restauración de humedales .....	183
b. Tecnologías descentralizadas .....	183
c. Cooperación local y comunitaria .....	184
<b>5. Evaluación de impacto ambiental a escala internacional</b> .....	<b>185</b>
a. Métodos comparativos y parámetros críticos .....	185
b. Certificaciones y estándares de sostenibilidad .....	186
c. Políticas de responsabilidad corporativa .....	187
<b>6. Lecciones aprendidas para proyectos futuros</b> .....	<b>187</b>
a. Innovaciones tecnológicas aplicables .....	188
b. Mejores prácticas en planificación y construcción.....	188
c. Participación ciudadana y procesos de diálogo .....	189



<b>PARTE SEXTA .....</b>	<b>191</b>
<b>Futuro de la gestión hídrica.....</b>	<b>191</b>
<b>Capítulo 11: Alternativas y tecnologías emergentes .....</b>	<b>191</b>
<b>1. Desalación y potabilización: avances tecnológicos .....</b>	<b>192</b>
a. Técnicas de ósmosis inversa y destilación .....	192
b. Mejora de la eficiencia energética .....	193
c. Reducción de la huella ambiental.....	194
<b>2. Recarga de acuíferos como estrategia de almacenamiento.....</b>	<b>194</b>
a. Infiltración artificial y pozos de recarga .....	195
b. Control de la calidad de agua subterránea .....	196
c. Casos de estudio en zonas áridas .....	196
<b>3. Inteligencia artificial y modelos predictivos en gestión del agua .....</b>	<b>197</b>
a. Sistemas de alerta temprana.....	197
b. Redes neuronales para pronósticos de caudales .....	198
c. Aplicaciones en la toma de decisiones .....	199
<b>4. Estrategias de reducción de pérdidas por evaporación .....</b>	<b>200</b>
a. Láminas flotantes y cubiertas .....	200
b. Tratamientos superficiales .....	201
c. Monitoreo constante de los embalses .....	202
<b>5. Infraestructuras verdes y soluciones basadas en la naturaleza .....</b>	<b>203</b>
a. Restauración de humedales y riberas .....	203
b. Coexistencia de la infraestructura gris y verde .....	204
c. Beneficios ecológicos y económicos.....	205
<b>6. Nuevas tendencias en financiación y colaboración público-privada .....</b>	<b>206</b>
a. Bonos verdes y fondos de inversión sostenible.....	206
b. Alianzas multisectoriales .....	207
c. Mecanismos de participación ciudadana .....	208
<b>Capítulo 12: Conclusiones y perspectivas .....</b>	<b>210</b>
<b>1. ¿Necesitamos más presas y trasvases en la actualidad? .....</b>	<b>210</b>
a. Análisis comparativo de ventajas e inconvenientes .....	211
b. Perspectivas globales de demanda hídrica .....	211
c. Factores clave en la toma de decisiones .....	212
<b>2. Políticas de gestión del agua basadas en sostenibilidad.....</b>	<b>213</b>
a. Principios de la economía circular .....	213
b. Reutilización y reducción del consumo .....	214
c. Integración con otras políticas ambientales.....	215
<b>3. La gobernanza del agua y la cooperación internacional .....</b>	<b>216</b>
a. Modelos de gobernanza multinivel .....	216
b. Herramientas legales para la resolución de conflictos.....	217
c. Participación de organismos globales y ONG .....	218
<b>4. Recomendaciones para un futuro resiliente.....</b>	<b>218</b>
a. Planificación adaptativa y flexible .....	218
b. Transparencia y rendición de cuentas.....	219
c. Educación y concienciación ciudadana.....	220





<b>5. Integración de la ciencia ciudadana en la toma de decisiones</b> .....	<b>221</b>
a. Redes de voluntariado y seguimiento de calidad .....	221
b. Programas colaborativos de monitoreo .....	222
c. Efectos positivos en la gobernanza local .....	223
<b>6. Hacia una visión holística de la gestión hídrica</b> .....	<b>223</b>
a. Equilibrio entre desarrollo y conservación .....	224
b. Ética ambiental y responsabilidad intergeneracional .....	224
c. Compromisos internacionales a largo plazo .....	225
<b>PARTE SÉPTIMA</b> .....	<b>228</b>
<b>Herramientas prácticas y recursos para presas y trasvases</b> .....	<b>228</b>
<b>Capítulo 13: Checklists y formularios para presas y trasvases.</b> .....	<b>228</b>
<b>1. Evaluación ambiental previa a la construcción de presas</b> .....	<b>229</b>
a. Plantilla de impacto ambiental inicial.....	229
b. Guía para la presentación de documentación .....	230
c. Indicadores clave de sostenibilidad .....	231
<b>2. Plan de seguimiento de seguridad en presas</b> .....	<b>232</b>
a. Lista de verificación de inspecciones rutinarias .....	232
b. Formulario de notificación de incidencias.....	233
c. Procedimientos de reporte y archivado .....	234
<b>3. Formulario de análisis de viabilidad económica para trasvases</b> .....	<b>234</b>
a. Cálculo de costes e ingresos estimados .....	235
b. Análisis de riesgos financieros.....	236
c. Metodología coste-beneficio simplificada.....	236
<b>4. Lista de verificación para la participación de comunidades locales</b> .....	<b>237</b>
a. Identificación de actores e interesados.....	237
b. Pasos para la consulta y difusión de información .....	238
c. Registros de compromisos y acuerdos .....	239
<b>5. Guía de mantenimiento y monitorización de infraestructuras hidráulicas</b> .....	<b>240</b>
a. Calendario de revisiones y controles.....	240
b. Métodos de detección temprana de problemas.....	241
c. Registro de intervenciones y reparaciones.....	241
<b>6. Checklist de auditoría de sostenibilidad para proyectos hídricos</b> .....	<b>242</b>
a. Criterios de evaluación social y ambiental .....	242
b. Indicadores de eficiencia de recursos .....	243
c. Documentación para la certificación final .....	244
<b>PARTE OCTAVA</b> .....	<b>246</b>
<b>Casos prácticos de ingeniería de presas y trasvases.</b> .....	<b>246</b>
<b>Capítulo 14. Casos prácticos de ingeniería de presas y trasvases.</b> .....	<b>246</b>
<b>Caso práctico 1. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La adaptación de infraestructuras hidráulicas para mitigar el impacto de la sequía extrema</b> .....	<b>246</b>
Causa del Problema.....	246
Soluciones Propuestas.....	247
1. Implantación de sistemas híbridos de regulación de caudales.....	247
2. Modernización y rehabilitación de infraestructuras hidráulicas.....	247



3. Implementación de estrategias de gestión integral del recurso hídrico.....	247
Consecuencias Previstas.....	248
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	248
Lecciones Aprendidas.....	249
<b>Caso práctico 2. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La optimización del trasvase para mitigar inundaciones repentinas.....</b>	<b>250</b>
Causa del Problema.....	250
Soluciones Propuestas.....	250
1. Rediseño y ampliación de la capacidad de trasvase .....	250
2. Implantación de sistemas avanzados de monitorización y alerta temprana .....	250
3. Desarrollo de planes de contingencia y protocolos de actuación conjunta .....	251
Consecuencias Previstas.....	251
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	252
Lecciones Aprendidas.....	253
<b>Caso práctico 3. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La integración de energías renovables en la operación de infraestructuras hidráulicas para optimizar la gestión del agua. ....</b>	<b>255</b>
Causa del Problema.....	255
Soluciones Propuestas.....	255
1. Implementación de paneles solares en áreas estratégicas de las presas .....	255
2. Integración de aerogeneradores en zonas colindantes .....	256
3. Desarrollo de un sistema de gestión inteligente de la energía.....	256
Consecuencias Previstas.....	256
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	257
Lecciones Aprendidas.....	258
<b>Caso práctico 4. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La optimización de la seguridad estructural en presas ante eventos extremos.....</b>	<b>259</b>
Causa del Problema.....	259
Soluciones Propuestas.....	259
1. Implementación de sistemas de detección estructural basados en sensores inteligentes .....	259
2. Integración de modelos de simulación y análisis predictivo de riesgos.....	260
3. Reforzamiento estructural y modernización de componentes críticos .....	260
Consecuencias Previstas.....	260
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	261
Lecciones Aprendidas.....	262
<b>Caso práctico 5. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La evaluación y mitigación de impactos ambientales en proyectos de trasvase en regiones ecológicamente sensibles.....</b>	<b>264</b>
Causa del Problema.....	264
Soluciones Propuestas.....	264
1. Realización de Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) integrales y participativas .....	264
2. Diseño e implementación de infraestructuras ecológicas complementarias .....	265
3. Desarrollo de un plan de manejo adaptativo y seguimiento post-implementación.....	265
Consecuencias Previstas.....	265
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	266
Lecciones Aprendidas.....	267
<b>Caso práctico 6. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La gestión integral del desplazamiento y la resolución de conflictos sociales en proyectos hidráulicos. ....</b>	<b>268</b>
Causa del Problema.....	268
Soluciones Propuestas.....	268
1. Elaboración de estudios sociales y diagnósticos de impacto comunitario .....	268
2. Desarrollo de planes integrales de compensación y reasentamiento .....	269



3. Establecimiento de mecanismos de participación y gobernanza colaborativa .....	269
Consecuencias Previstas.....	269
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	270
Lecciones Aprendidas.....	271
<b>Caso práctico 7. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La transformación digital para la gestión integral de infraestructuras hidráulicas. ....</b>	<b>272</b>
Causa del Problema.....	272
Soluciones Propuestas.....	272
1. Implantación de una plataforma digital centralizada de gestión y monitorización.....	272
2. Integración de sistemas de análisis predictivo y simulación en tiempo real .....	273
3. Desarrollo de protocolos de ciberseguridad y gestión de incidencias digitales .....	273
Consecuencias Previstas.....	274
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	274
Lecciones Aprendidas.....	275
<b>Caso práctico 8. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La evaluación de costes y planificación presupuestaria en proyectos de presas ante la variabilidad climática. ....</b>	<b>277</b>
Causa del Problema.....	277
Soluciones Propuestas.....	277
1. Desarrollo de modelos de estimación de costes integrados con escenarios climáticos.....	277
2. Implementación de sistemas de control y seguimiento presupuestario en tiempo real .....	278
3. Creación de alianzas público-privadas para la financiación y reparto de inversiones .....	278
Consecuencias Previstas.....	279
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	279
Lecciones Aprendidas.....	280
<b>Caso práctico 9. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La implementación de sistemas inteligentes de detección de fugas en embalses y trasvases para la optimización del recurso hídrico. ....</b>	<b>282</b>
Causa del Problema.....	282
Soluciones Propuestas.....	282
1. Instalación de sensores inteligentes y dispositivos IoT para la monitorización continua.....	282
2. Integración de sistemas de análisis de datos y mantenimiento predictivo .....	283
3. Revisión y modernización de la infraestructura afectada.....	283
Consecuencias Previstas.....	284
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	284
Lecciones Aprendidas.....	285
<b>Caso práctico 10. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La evaluación integral de impactos ambientales en grandes proyectos internacionales de presas y trasvases. ....</b>	<b>287</b>
Causa del Problema.....	287
Soluciones Propuestas.....	287
1. Realización de Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) integrales y adaptativas .....	287
2. Implementación de infraestructuras ecológicas y soluciones basadas en la naturaleza .....	288
3. Fomento de la cooperación internacional y creación de marcos regulatorios transfronterizos .....	288
Consecuencias Previstas.....	289
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	289
Lecciones Aprendidas.....	290
<b>Caso práctico 11. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La aplicación de hormigones avanzados y materiales sostenibles en la construcción de infraestructuras hidráulicas ante la crisis climática.</b>	<b>291</b>
Causa del Problema.....	291
Soluciones Propuestas.....	291
1. Desarrollo y aplicación de hormigones de ultra alta resistencia (UHPC).....	291
2. Integración de materiales reciclados y aditivos ecológicos .....	292



3. Optimización del diseño constructivo mediante técnicas de prefabricación y ensamblaje modular	292
Consecuencias Previstas.....	293
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	293
Lecciones Aprendidas.....	294
<b>Caso práctico 12. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La gobernanza del agua y la cooperación internacional en la gestión de cuencas transfronterizas. ....</b>	<b>295</b>
Causa del Problema.....	295
Soluciones Propuestas.....	295
1. Establecimiento de marcos regulatorios y convenios internacionales .....	295
2. Implementación de plataformas digitales para la gestión y monitoreo colaborativo .....	296
3. Promoción de proyectos de cooperación e inversión conjunta en infraestructuras hídricas .....	296
Consecuencias Previstas.....	297
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	297
Lecciones Aprendidas.....	298
<b>Caso práctico 13. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La evaluación comparativa de grandes infraestructuras hidráulicas en el contexto del cambio climático. ....</b>	<b>300</b>
Causa del Problema.....	300
Soluciones Propuestas.....	300
1. Desarrollo de un marco de indicadores de desempeño unificado .....	300
2. Implementación de estudios de caso comparativos y simulaciones de escenarios .....	301
3. Fomento de la colaboración internacional para la actualización tecnológica y la transferencia de conocimiento .....	301
Consecuencias Previstas.....	302
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	302
Lecciones Aprendidas.....	303
<b>Caso práctico 14. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La implementación de sistemas avanzados de gestión de sedimentación en embalses. ....</b>	<b>305</b>
Causa del Problema.....	305
Soluciones Propuestas.....	305
1. Implementación de sistemas de monitoreo continuo de sedimentación .....	305
2. Desarrollo de estrategias de dragado y manejo de sedimentos.....	306
3. Optimización de la gestión mediante modelos predictivos y simulaciones hidrodinámicas .....	306
Consecuencias Previstas.....	306
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	307
Lecciones Aprendidas.....	307
<b>Caso práctico 15. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La implementación de checklists digitales y formularios de auditoría para la optimización del mantenimiento y la seguridad operativa. ....</b>	<b>309</b>
Causa del Problema.....	309
Soluciones Propuestas.....	309
1. Desarrollo de una plataforma digital centralizada de checklists y formularios de auditoría.....	309
2. Integración de formularios de auditoría y mantenimiento en una aplicación móvil centralizada ....	310
3. Implementación de un programa de capacitación continua y soporte digital .....	310
Consecuencias Previstas.....	311
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	311
Lecciones Aprendidas.....	312
<b>Caso práctico 16. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La optimización de la respuesta ante emergencias mediante sistemas de alerta temprana y gestión integral de crisis. ....</b>	<b>313</b>
Causa del Problema.....	313
Soluciones Propuestas.....	313
1. Desarrollo e integración de un sistema de alerta temprana basado en tecnologías IoT y big data ..	313

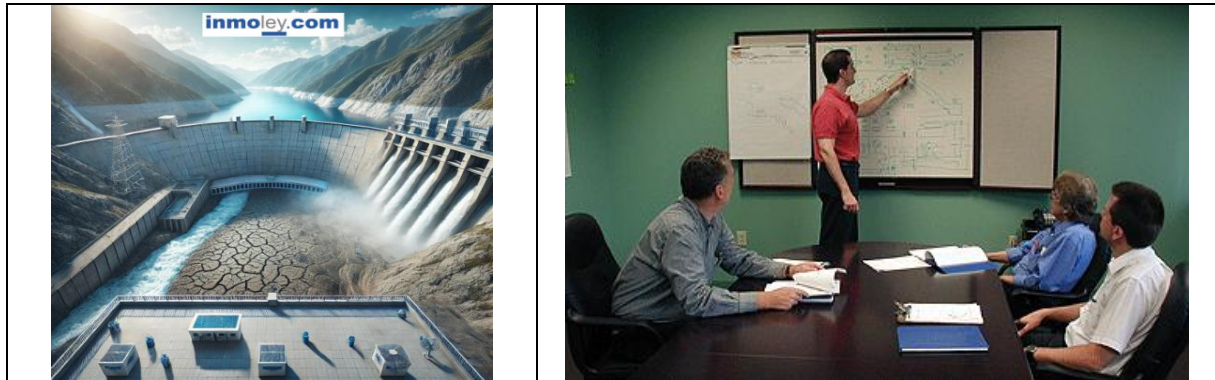


2. Establecimiento de protocolos de actuación y simulacros de emergencia integrados .....	314
3. Creación de un centro de control integrado y colaboración interinstitucional .....	314
Consecuencias Previstas.....	315
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	315
Lecciones Aprendidas.....	316
<b>Caso práctico 17. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La utilización de drones y tecnologías de inspección remota para la optimización del mantenimiento en infraestructuras hidráulicas. ...</b>	<b>317</b>
Causa del Problema.....	317
Soluciones Propuestas.....	317
1. Implementación de drones equipados con cámaras de alta resolución y sensores multispectrales	317
2. Integración de la inspección remota en una plataforma digital de gestión de mantenimiento.....	318
3. Desarrollo de protocolos de inspección y formación especializada para operadores de drones.....	318
Consecuencias Previstas.....	319
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	319
Lecciones Aprendidas.....	320
<b>Caso práctico 18. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La evaluación de viabilidad económica y rentabilidad en proyectos de presas ante la incertidumbre del cambio climático.....</b>	<b>321</b>
Causa del Problema.....	321
Soluciones Propuestas.....	321
1. Desarrollo de modelos económicos dinámicos integrados con escenarios climáticos.....	321
2. Implementación de análisis de coste-beneficio y de retorno de inversión (ROI) a largo plazo .....	322
3. Fomento de alianzas estratégicas y mecanismos de financiación innovadores .....	322
Consecuencias Previstas.....	323
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	323
Lecciones Aprendidas.....	324
<b>Caso práctico 19. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La aplicación de inteligencia artificial para la predicción de caudales y la optimización en la distribución del agua.....</b>	<b>325</b>
Causa del Problema.....	325
Soluciones Propuestas.....	325
1. Desarrollo de modelos de inteligencia artificial para la predicción de caudales .....	325
2. Integración de la predicción en un sistema de gestión operativa en tiempo real .....	326
3. Establecimiento de un programa de mejora continua y feedback para la actualización del modelo	326
Consecuencias Previstas.....	327
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	327
Lecciones Aprendidas.....	328
<b>Caso práctico 20. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La integración de gemelos digitales para el mantenimiento predictivo y la gestión operativa de infraestructuras hidráulicas.....</b>	<b>329</b>
Causa del Problema.....	329
Soluciones Propuestas.....	329
1. Desarrollo e implementación de un gemelo digital para la infraestructura .....	329
2. Integración de algoritmos de mantenimiento predictivo y análisis de tendencias .....	330
3. Creación de un sistema de visualización y toma de decisiones colaborativo .....	330
Consecuencias Previstas.....	331
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	331
Lecciones Aprendidas.....	332
<b>Caso práctico 21. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La optimización energética mediante la integración de sistemas híbridos de generación y eficiencia operativa. ....</b>	<b>333</b>
Causa del Problema.....	333
Soluciones Propuestas.....	333
1. Implementación de turbinas de alta eficiencia y sistemas de almacenamiento energético .....	333



2. Integración de fuentes de energía renovable en el sistema de bombeo y regulación .....	334
3. Optimización mediante sistemas de control digital y análisis en tiempo real .....	334
Consecuencias Previstas.....	335
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	335
Lecciones Aprendidas.....	336
<b>Caso práctico 22. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La implementación de plantas desaladoras integradas para complementar el abastecimiento en contextos de escasez hídrica.....</b>	<b>337</b>
Causa del Problema.....	337
Soluciones Propuestas.....	337
1. Diseño e integración de plantas desaladoras modulares .....	337
2. Optimización energética y gestión de subproductos.....	338
3. Integración de la desalación en un sistema de gestión operativa centralizado .....	338
Consecuencias Previstas.....	339
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	339
Lecciones Aprendidas.....	340
<b>Caso práctico 23. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La gestión integral de riesgos y la adaptación de infraestructuras ante eventos extremos en regiones vulnerables.....</b>	<b>341</b>
Causa del Problema.....	341
Soluciones Propuestas.....	341
1. Implementación de un sistema integral de gestión de riesgos.....	341
2. Adaptación y refuerzo estructural de infraestructuras críticas .....	342
3. Establecimiento de protocolos de respuesta y simulacros multidisciplinares.....	342
Consecuencias Previstas.....	342
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	343
Lecciones Aprendidas.....	344
<b>Caso práctico 24. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." La integración de la participación ciudadana y la transparencia en la gobernanza de proyectos hidráulicos.....</b>	<b>345</b>
Causa del Problema.....	345
Soluciones Propuestas.....	345
1. Establecimiento de plataformas digitales de participación y consulta .....	345
2. Implementación de mecanismos de consulta y auditoría participativa .....	346
3. Desarrollo de un programa de capacitación y formación en gobernanza participativa .....	346
Consecuencias Previstas.....	347
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	347
Lecciones Aprendidas.....	348
<b>Caso práctico 25. "INGENIERÍA DE PRESAS Y TRASVASES." Desarrollo integral de estrategias de resiliencia y adaptación en la gestión del agua para escenarios climáticos extremos.....</b>	<b>349</b>
Causa del Problema.....	349
Soluciones Propuestas.....	349
1. Desarrollo de un modelo integrado de resiliencia y adaptación .....	349
2. Implementación de medidas de adaptación estructural y operativa .....	350
3. Fomento de la colaboración y la participación en la toma de decisiones .....	350
Consecuencias Previstas.....	351
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	351
Lecciones Aprendidas.....	352

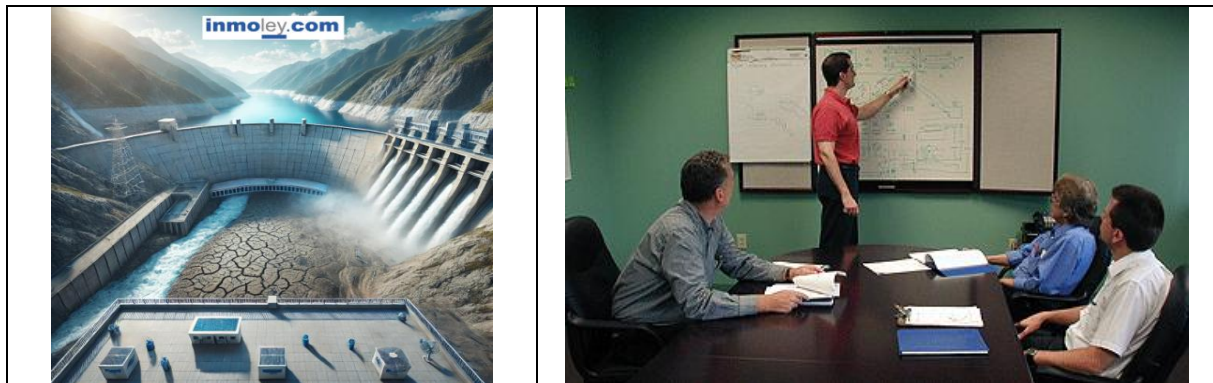
## ¿QUÉ APRENDERÁ?



- Comprender la crisis del agua y su relación con el cambio climático.
- Analizar los impactos ambientales y sociales de las presas y trasvases.
- Conocer la evolución histórica y tecnológica de las infraestructuras hidráulicas.
- Evaluar el diseño, la seguridad y la planificación de presas.
- Estudiar la optimización y el control en sistemas de trasvase.
- Identificar alternativas sostenibles a las grandes infraestructuras.
- Dominar modelos de financiación y análisis de viabilidad económica.
- Reconocer el papel de la gobernanza y la cooperación internacional en la gestión del agua.
- Aplicar tecnologías emergentes y herramientas digitales en la ingeniería hidráulica.
- Analizar casos prácticos y lecciones aprendidas en proyectos hidráulicos.
- Desarrollar estrategias de resiliencia y adaptación ante eventos extremos.
- Integrar recursos y checklists para la monitorización y el mantenimiento de infraestructuras.



## Introducción.



La gestión del agua se ha convertido en uno de los desafíos más críticos del siglo XXI, y en este contexto, la ingeniería de presas y trasvases juega un papel decisivo. Frente a los efectos del cambio climático, que alteran los patrones de precipitación, incrementan la frecuencia de sequías e inundaciones y provocan una distribución desigual de este recurso vital, se plantea una pregunta crucial: ¿son las grandes infraestructuras hidráulicas una solución eficaz o un problema adicional?

Esta guía práctica aborda de manera integral la compleja intersección entre la ingeniería de presas y trasvases y el cambio climático. Se parte de un análisis profundo de la crisis global del agua, donde el estrés hídrico, la escasez y los excesos coexisten y se agravan por el crecimiento demográfico. Se exploran los impactos del cambio climático en los recursos hídricos –desde la alteración en los patrones de precipitación hasta el aumento de la variabilidad hídrica–, proporcionando el contexto necesario para entender la urgencia de adoptar soluciones innovadoras en la gestión del agua.

La obra repasa la evolución histórica de estas infraestructuras, desde los primeros embalses construidos por antiguas civilizaciones hasta las megainfraestructuras actuales, destacando hitos relevantes y lecciones aprendidas en la planificación, construcción y operación de presas y trasvases. Asimismo, se analizan las alternativas emergentes, que van desde la gestión de la demanda y soluciones descentralizadas hasta el uso de energías renovables y tecnologías de ahorro de agua, en un debate abierto sobre si estas infraestructuras representan una solución o, por el contrario, agravan los problemas ambientales y sociales.

En el ámbito de la ingeniería, la guía desglosa los diferentes tipos de presas y trasvases, sus principios de diseño, criterios de seguridad, análisis de riesgos y las innovaciones tecnológicas que están revolucionando el sector. Desde el uso de hormigones avanzados y estructuras híbridas hasta la implementación de sistemas de monitoreo remoto y simulación de escenarios, se ofrece una visión detallada de las técnicas que garantizan la eficiencia y la seguridad en proyectos hidráulicos en condiciones climáticas extremas.





El impacto ambiental y social es otro eje central de esta guía. Se abordan los efectos de la sedimentación, la fragmentación de los ríos y la alteración de ecosistemas, así como el desplazamiento de comunidades y los conflictos sociales que pueden derivarse de la construcción de grandes presas. A través de casos prácticos y ejemplos de programas de mitigación –como la instalación de pasos para peces, proyectos de reforestación de cuencas y estrategias de compensación social –, se examina cómo estas infraestructuras pueden integrarse de manera sostenible en el entorno.

Además, se discuten las perspectivas internacionales y las tendencias futuras, incluyendo el análisis de proyectos emblemáticos en distintas regiones del mundo, la comparación de resultados y la adopción de normas y estándares globales que buscan equilibrar el desarrollo de infraestructuras con la protección del medio ambiente. La guía también contempla las tecnologías emergentes – como la inteligencia artificial, los gemelos digitales, la realidad aumentada y el blockchain– y su potencial para transformar la gestión de presas y trasvases, haciendo posible una planificación adaptativa, un monitoreo en tiempo real y una respuesta rápida ante emergencias.

Si te interesa descubrir cómo la ingeniería de presas y trasvases puede ser la llave para mitigar los efectos del cambio climático o, por el contrario, un factor que agrava la crisis hídrica, esta guía práctica te ofrecerá el conocimiento, las herramientas y las estrategias necesarias para evaluar, planificar y ejecutar proyectos de gestión del agua con un enfoque sostenible y resiliente. Con un enfoque multidisciplinar y basado en experiencias reales, esta obra es esencial para ingenieros, gestores, responsables políticos y cualquier profesional comprometido con la búsqueda de soluciones efectivas en la gestión de nuestros recursos hídricos en tiempos de cambio.

Transforma tu visión sobre la gestión del agua. No solo aprenderás a diseñar y operar infraestructuras hidráulicas avanzadas, sino también a integrar soluciones que armonicen el desarrollo con la conservación, garantizando un futuro en el que la eficiencia y la sostenibilidad sean el eje central de la política hídrica global.