



UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN

Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA PARA AUTOCONSUMO “AGUAS DE CAZORLA”

Alumno: Lucía Galán Cano

Tutores: Blas Ogayar Fernández
Manuel Gómez González

Dpto: Ingeniería Eléctrica

Julio, 2020



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don BLAS OAGAYAR FERNÁNDEZ Y MANUEL GÓMEZ GONZÁLEZ , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA PARA AUTOCONSUMO “AGUAS DE CAZORLA” que presenta LUCIA GALÁN CANO , autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, JULIO de 2020

El alumno:

Los tutores:

NOMBRE_ALUMNO
LUCÍA GALÁN CANO

NOMBRE_TUTORES
BLAS OAGAYAR FERNÁNDEZ
MANUEL GÓMEZ GONZÁLEZ

INDICE GENERAL

I: MEMORIA

1.OBJETO DEL PROYECTO	16
2.ALCANCE DEL PROYECTO	16
3. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO	16
4. ANTECEDENTES	17
4.1 Antecedentes históricos	17
4.2 Antecedentes técnicos	20
5.SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES.....	20
5.1 Emplazamiento de las instalaciones actuales	20
5.2 Análisis de las instalaciones actuales	21
5.2.1 Depósito y canal de derivación	22
5.2.2 Cámara de carga.....	22
5.2.3 Tubería forzada	23
5.2.4 Conexión tubería forzada-edificio central.....	23
5.2.5 Edificio de la central.....	24
5.2.6 Equipos e instalaciones electro-mecánicas	25
5.2.6.1 Grupo Turbina Pelton-Generador eje Vertical.....	26
5.2.6.2 Cuadro eléctrico	28
5.2.6.3 Reguladores electrónicos	29
5.2.7 Línea de baja tensión	30
5.2.8 Sistemas de interconexión al centro de consumo	32
6. ACTUACIONES A REALIZAR.....	33
6.1 Aprovechamiento de un segundo depósito e instalación de una segunda tubería forzada	33
6.2 Sustitución del generador existente por un generador asíncrono adaptado para conexión a red.....	35
6.3 Cambio del punto de consumo.....	37
6.4 Instalación eléctrica.....	38
6.4.1 Instalación de una nueva línea eléctrica	38
6.4.2 Instalación de nuevos cuadros de mando y protección.....	39
7.CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA MINICENTRAL	42
7.1 Datos generales	42
7.2 Cálculo del caudal	42
7.3 Cálculo salto neto.....	43

8. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA MINICENTRAL.....	43
8.1 Potencia y energía producida.....	44
9. INFORME AMBIENTAL.....	45
10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	45
11. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	46
12. PLANIFICACIÓN.....	46
13. ESTUDIO ECONÓMICO.....	47
14. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.....	50

II: ANEXO DE CÁLCULOS. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

1. INTRODUCCIÓN.....	55
2. TIPO DE CENTRAL HIDRÁULICA.....	55
3. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	56
3.1 Modelo de cálculo para caudales medios.....	56
3.2 Datos necesarios y SIG empleados.....	59
3.2.1 Variables de modelo.....	60
3.2.2 SIG empleados.....	61
3.3 Aplicación al proyecto.....	61
4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE UNA TURBINA.....	65
5. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA.....	67
5.1 Circulación de agua en tuberías.....	67
5.2 Pérdida de carga.....	68
5.2.1 Pérdida de carga en tuberías.....	68
5.2.2 Pérdida de carga por singularidades.....	68
6. VELOCIDAD DEL CAUDAL.....	69
7. PÉRDIDAS EN LAS TUBERÍAS.....	70
7.1 Pérdidas de carga por fricción.....	70
7.2 Pérdidas de carga por singularidades.....	71
8. CÁLCULO DEL SALTO NETO.....	73
8.1 Determinación del salto neto.....	73
9. SELECCIÓN DE TURBINA.....	74

II: ANEXO DE CÁLCULOS. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1. INTRODUCCIÓN.....	81
----------------------	----

2.	OBJETO	81
3.	CÁLCULO DE POTENCIA	81
4.	CÁLCULO DE CONDUCTORES.....	84
4.1	Características Técnicas de los conductores	84
4.2	Cálculo de conductores aplicado al proyecto	86
5.	CÁLCULO DE PROTECCIONES	108
5.1	Cálculo de protecciones. Conceptos generales	108
5.2	Protección de sobretensiones	109
5.2.1	Interruptor automático y magnetotérmico.....	110
5.2.2	Fusibles tipo gG.....	112
5.3	Protección contra sobretensiones	113
5.4	Protección contra contactos directos.....	113
5.5	Protección contra contactos indirectos.....	114
5.6	Cálculo de protecciones en el proyecto.....	115
6.	SISTEMA DE CONEXIÓN A LOS CENTROS DE CONSUMO	139
6.1	Relé conmutador	139
6.2	Aplicación en el proyecto	140
7.	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA.....	140
7.1	Generalidades	140
7.2	Resistencia de las tomas de tierra	141
7.3	Cálculo de las redes de tierra.....	142
7.3.1	Método UNESA	142
7.3.2	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	142
8.	ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION	146

III: PLANOS

PLANO 1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ELEMENTOS DEL PROYECTO	149
PLANO 2. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN	150
PLANO 3. DISPOSICIÓN DE LAS TUBERÍAS	151
PLANO 4. DISPOSICIÓN LÍNEA BT	152
PLANO 5. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN FUTURA.....	153
PLANO 6. ESQUEMA UNIFILAR	154
PLANO 7. PLANTA EDIFICIO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA	155
PLANO 8. SECCIÓN A-A' EDIFICIO MINICENTRAL	156

PLANO 9. SECCIÓN B-B' EDIFICIO MINICENTRAL	157
PLANO 10. PERFIL DEL EDIFICIO DE LA MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA	158
PLANO 11. TURBINA PELTON	159
PLANO 12. DETALLE TURBINA-TUBERÍAS.....	160
PLANO 13. DETALLE CONEXIÓN-TUBERIA.....	161

IV: PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA.....	167
2. PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	167
3. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN	167
4. MANTENIMIENTO DE SERVIDUMBRE Y SERVICIOS	168
5. ACOPIOS	168
6. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	169
7. TRABAJOS A CARGO DEL CONTRATISTA	169
8. SUBCONTRATOS.....	170
9. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES.....	170
10. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA	171
11. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CASOS NO PREVISTOS EN ESTE PLIEGO.....	172
12. SEGURIDAD Y SALUD.....	172
13. MEDICIÓN Y ABONO	172
14. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS	173
15. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS, RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA	173
16. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS	174
17. OBLIGACIONES SOCIALES.....	174
18. REVISIÓN DE PRECIOS	174
19. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO E INICIO DE LAS OBRAS.....	174
20. GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN	175
21. ENSAYOS, CONTROL Y VIGILANCIA	175
22. MODIFICACIÓN DEL CONTRATO	176
22.1 Modificaciones de proyecto durante la ejecución del contrato de obras ...	176

22.2	Resolución del contrato	176
23.	CONCLUSIÓN DEL CONTRATO.....	177
23.1	Recepción provisional	177
23.2	Recepción definitiva	177
23.3	Valoración general y liquidación.....	178
23.4	Abono de la liquidación y devolución de la fianza	178

PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

1.	DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO	178
1.1	Objeto del pliego	178
1.2	Documentos que definen las obras	179
1.3	Compatibilidad y prelación entre documentos.....	179
1.4	Normas de aplicación.....	180
2.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	181
2.1	Descripción general.....	181
2.2	Equipamiento hidráulico	182
2.2.1	Tubería forzada.....	182
2.2.2	Turbina Pelton.....	182
2.2.2.1	Componentes de la turbina	182
2.2.2.2	Características de la instalación.....	183
2.2.2.3	Datos suministrados por el fabricante	183
2.2.2.4	Montaje.....	184
2.2.2.5	Mantenimiento.....	184
2.3	Equipamiento electromecánico	185
2.3.1	Generador asíncrono	185
	Datos del generador asíncrono.....	185
2.3.2	Sistema de mando de control y medida	185
2.3.3	El cuadro eléctrico.....	186
2.3.4	Reguladores Electrónicos	186
2.3.5	Servicios Auxiliares	187
2.3.6	Puestas a Tierra.....	187
2.4	Equipo contra incendios de la central.....	187
2.5	Medidas preventivas.....	188
3.	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL	188

3.1	Condiciones generales de ejecución	188
3.2	Replanteo general	189
3.3	Replanteos parciales	190
3.4	Desvío de servicios	190
3.5	Control de calidad y ensayos durante las obras	191
3.6	Acopios de materiales	192
3.7	Aportación de equipo y maquinaria	193
3.8	Conservación y limpieza de las obras	193
3.9	Terminación de las obras	194
4.	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	194
4.1	Condiciones generales	194
4.2	Mediciones	194
4.3	Precios	195
4.4	Partidas alzadas	195
4.5	Relaciones valoradas	195
4.6	Certificaciones	196
4.7	Obras que queden ocultas	196
4.8	Reposición de servicios y obras	196
4.9	Medios auxiliares	197
4.10	Obra defectuosa o mal ejecutada	197
4.11	. Acopios	198
4.12	Precios contradictorios	198
4.13	Elementos metálicos	199
4.13.1	Ejecución	199
4.13.2	Medición y abono	200
4.14	Protección de superficies con pintura	200
4.14.1	Elementos metálicos	200
4.14.2	Preparación de la superficie	200
4.14.3	Imprimación	201
4.14.4	Obras de fábrica	202
4.14.5	Medición y abono	202
5.	CONDICIONES TÉCNICAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES	203
5.1	Procedencia de los materiales	203
5.2	Unidades de obras básicas	203

5.2.1	Obras en la Vía Pública	203
5.2.2	Obras de hormigón en masa o armado	204
5.2.2.1	Ámbito de aplicación	204
5.2.2.2	Materiales.....	204
5.2.2.3	Tipos de hormigón	205
5.2.2.4	Fabricación.....	205
5.2.2.5	Elementos auxiliares	205
5.2.2.6	Ejecución de las obras	206
5.2.2.7	Control, condiciones de aceptación y rechazo	206
5.2.3	Morteros	206
5.2.3.1	Ámbito de aplicación	206
5.2.3.2	Materiales.....	207
5.2.3.3	Tipos de morteros	207
5.2.3.4	Fabricación.....	207
5.2.3.5	Medición y abono.....	208
5.2.4	Demoliciones.....	208
5.2.4.1	Ámbito de aplicación	208
5.2.4.2	Ejecución de las obras	208
5.2.4.3	Control, condiciones de aceptación y rechazo	208
5.2.5	Agotamientos	209
5.2.5.1	Ámbito de aplicación	209
5.2.5.2	Condiciones generales.....	209
5.2.5.3	Control, condiciones de aceptación y rechazo	209
5.2.5.4	Medición y abono.....	210
5.3	Materiales siderúrgicos.....	210
5.3.1	Barras de acero para armaduras	211
5.3.1.1	Ámbito de aplicación	211
5.3.1.2	Condiciones generales.....	211
5.3.2	Laminados de acero para elementos metálicos	213
5.3.2.1	Ámbito de aplicación	213
5.3.2.2	Condiciones generales.....	214
5.3.3	Acero para tuberías metálicas.....	216
6.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	217
6.1	Despeje y desbroce del terreno.....	217

6.1.1	Ámbito de aplicación	217
6.1.2	Ejecución de las obras.....	217
6.1.2.1	Control, condiciones de aceptación y rechazo	218
6.1.2.2	Medición y abono.....	218
6.1.3	Excavación de zanjas y pozos	218
6.1.3.1	Objeto	218
6.1.3.2	Clasificación de las excavaciones.....	218
6.1.3.3	Ejecución de las obras	219
6.1.3.4	Control, condiciones de aceptación y rechazo	220
6.1.3.5	Medición y abono.....	220
6.1.4	Transporte de productos a vertedero o lugar de empleo.....	220
6.1.4.1	Ámbito de aplicación	220
6.1.4.2	Ejecución de las obras	220
6.1.4.3	Medición y abono.....	221
6.1.5	Rellenos Localizados	221
6.1.5.1	Ámbito de aplicación	221
6.1.5.2	Materiales.....	221
6.1.6	Ejecución de las obras.....	221
6.1.6.1	Control, condiciones de aceptación y rechazo	222
6.1.6.2	Medición y abono.....	222
7.	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS	222
7.1	Condiciones generales	222
7.1.1	Generalidades.....	222
7.1.2	Documentación exigible	223
7.1.3	Garantías	225
7.1.4	Manual de instrucciones.....	226
7.1.5	Pruebas y ensayos de equipos	227
7.2	Condiciones generales del suministro, montaje y transporte	228
7.2.1	Protección de las superficies.....	228
7.2.2	Sistemas de aguas limpias y refrigeración.....	228
7.2.3	Embalajes	228
7.2.4	Aceites.....	228
7.2.5	Subcontratistas	228
7.2.6	Transporte.....	228

7.2.7	Montaje.....	229
7.2.8	Cajas de bornas.....	229
7.3	Instrumentación requerida.....	229
7.3.1	Turbina Pelton.....	229
7.3.2	Reguladores electrónicos.....	229
7.3.3	Cuadro Eléctrico.....	229
7.4	Instalaciones y equipos.....	230
7.4.1	Órganos de cierre y regulación de caudal.....	230
7.4.1.1	Compuertas.....	230
7.4.1.2	Válvulas.....	230
7.4.2	Tuberías y accesorios.....	231
7.4.2.1	Tuberías.....	231
7.4.2.2	Ventosas de Tuberías.....	234
7.4.2.3	Caudalímetros y contadores.....	235

V: PRESUPUESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES.....	238
CUADRO DE DESCOMPUESTO.....	243
RESUMEN PRESUPUESTO.....	248

VI: ANEXO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA.....	252
1. OBJETO DEL ESTUDIO.....	252
2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS.....	252
2.1 IDENTIFICACIÓN.....	252
2.2 COMUNICACIONES.....	252
2.3 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, AGUA Y SANEAMIENTO.....	253
2.4 NÚMERO DE TRABAJADORES.....	253
2.5 PLAZO DE EJECUCIÓN.....	253
2.6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	253
3. METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	253
3.1 ACTIVIDADES DE LA OBRA.....	254
4. FORMACION E INFORMACION.....	254
5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	255

PLANOS.....	256
PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES	260
1. OBJETO DEL PLIEGO	260
2. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	260
3. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	261
4. OBLIGATORIEDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	263
4.1 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	263
4.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	263
5. OBLIGACIONES LEGALES DE LAS PARTES IMPLICADAS.....	263
6. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCION	264
6.1 GENERALIDADES	264
6.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	264
6.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	265
7. SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD.....	267
8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN	268
8.1 SERVICIO MÉDICO	268
9. INSTALACIONES MÉDICAS.....	268
10. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES ..	269
11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	269

VII: ANEXO IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN.....	274
2. OBJETO	274
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	275
4. INVENTARIO AMBIENTAL	276
4.1 Ámbito de estudio.....	276
4.1.1 Localización.....	276
4.1.2 Comarcas.....	278
4.1.3 Características del emplazamiento.....	278
4.2 Medio abiótico	279
4.2.1 Climatología.....	279
4.2.1.1 Humedad y precipitaciones	280
4.2.1.2 Temperaturas	281
4.2.2 Calidad del aire.....	282

4.2.3	Calidad de las aguas.....	284
4.2.3.1	Aguas superficiales.....	284
4.2.3.2	Aguas subterráneas	286
4.2.4	Suelo.....	291
4.2.4.1	Entorno Geológico	291
4.2.4.2	Distribución de Pendientes en Cazorla	292
4.2.4.3	Clasificación del suelo según su uso.....	293
4.3	Medio biótico	297
4.3.1	Flora de Cazorla	298
4.3.2	Fauna de Cazorla	309
4.4	Medio socio-cultural y socio-económico	318
4.4.1	Población	319
4.4.2	Calidad de Vida.....	320
4.4.3	Niveles de Desempleo en Cazorla	321
4.4.4	Economía.....	322
4.4.4.1	Sector Primario.....	322
4.4.4.2	Sector secundario	323
4.4.4.3	Sector Terciario	324
4.5	Bienes protegidos.....	326
4.5.1	Patrimonio histórico-cultural.....	326
4.5.2	Paisaje.....	335
4.5.2.1	Tipos de Paisaje en Cazorla	336
4.6	Aspectos legislativos	340
4.6.1	Protección Ambiental	342
4.6.2	Espacios Naturales Protegidos	342
4.6.3	Protección de la Flora y Fauna silvestre.....	344
4.6.4	Vías Pecuarias	344
4.6.5	Terrenos Forestales	344
4.6.6	Contaminación Atmosférica	344
4.6.7	Residuos	344
4.6.8	Aguas.....	344
4.6.9	Prevención y Lucha de Incendios Forestales	344
5.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTO.....	345
5.1	Metodología.....	345

5.2	Matriz de identificación de impactos.....	345
5.2.1	Acciones del proyecto.....	345
5.2.2	Factores Ambientales del proyecto	346
5.3	Matriz de valoración cuantitativa de impactos	355
5.4	Matriz de valoración cualitativa de impactos	363
5.5	Descripción de impactos	376
6.	MEDIDAS PROTECTORAS Y/O CORRECTORAS	392
7.	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	395
7.1	Objetivos del plan de vigilancia ambiental.....	396
7.2	Plan de vigilancia ambiental	396

VIII: ANEXO ESTUDIO ECONÓMICO

1.	INTRODUCCIÓN	401
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	401
3.	SITUACIÓN FUTURA	403
4.	ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	409
4.1	VAN.....	409
4.2	TIR	410
4.3	PAY-BACK.....	411
4.4	FLUJOS DE CAJA	411

IX: ANEXO BIBLIOGRAFÍA

REGLAMENTACIÓN.....	415
PROGRAMA DE CÁLCULO UTILIZADOS.....	418
BIBLIOGRAFÍA	419

MEMORIA

I: MEMORIA

1.OBJETO DEL PROYECTO	16
2.ALCANCE DEL PROYECTO	16
3. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO	16
4. ANTECEDENTES	17
4.1 Antecedentes históricos	17
4.2 Antecedentes técnicos	20
5.SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES.....	20
5.1 Emplazamiento de las instalaciones actuales	20
5.2 Análisis de las instalaciones actuales	21
5.2.1 Depósito y canal de derivación	22
5.2.2 Cámara de carga.....	22
5.2.3 Tubería forzada	23
5.2.4 Conexión tubería forzada-edificio central.....	23
5.2.5 Edificio de la central.....	24
5.2.6 Equipos e instalaciones electro-mecánicas.....	25
5.2.6.1 Grupo Turbina Pelton-Generador eje Vertical.....	26
5.2.6.2 Cuadro eléctrico	28
5.2.6.3 Reguladores electrónicos	29
5.2.7 Línea de baja tensión	30
5.2.8 Sistemas de interconexión al centro de consumo	32
6. ACTUACIONES A REALIZAR.....	33
6.1 Aprovechamiento de un segundo depósito e instalación de una segunda tubería forzada	33
6.2 Sustitución del generador existente por un generador asíncrono adaptado para conexión a red.....	35
6.3 Cambio del punto de consumo.....	37
6.4 Instalación eléctrica.....	38
6.4.1 Instalación de una nueva línea eléctrica	38
6.4.2 Instalación de nuevos cuadros de mando y protección.....	39
7.CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA MINICENTRAL	42
7.1 Datos generales	42
7.2 Cálculo del caudal	42
7.3 Cálculo salto neto.....	43
8. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA MINICENTRAL.....	43

8.1 Potencia y energía producida.....	44
9.INFORME AMBIENTAL.....	45
10.ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	45
11.MEDICIONES Y PRESUPUESTO	46
12.PLANIFICACIÓN.....	46
13.ESTUDIO ECONÓMICO	47
14.NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN	50

1.OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es desarrollar el aprovechamiento energético de las instalaciones de la minicentral hidroeléctrica "Aguas de Cazorla", para destinarlo a autoconsumo en las dependencias municipales del Excmo. Ayuntamiento de Cazorla.

2.ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance de este proyecto incluirá las instalaciones hidráulicas necesarias para la conducción de agua desde la captación hasta la turbina, además se analizará la idoneidad de la turbina existente, así como las posibles modificaciones. También se desarrollará las instalaciones eléctricas necesarias para conectar el sistema generador a los puntos de consumo, teniendo en cuenta que se utilizará un sistema de autoconsumo.

Estas adaptaciones consisten en añadir mejoras para incrementar tanto la eficiencia como el aprovechamiento energético de la minicentral.

3. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

Los distintos elementos que integran este proyecto se encuentran situados en el término municipal de Cazorla (Jaén).

La toma de agua se realiza en el paraje denominado "Nace El río" (río Cerezuelo), de aquí parte una conducción situada en el margen derecho de este río .

El edificio que contiene el equipamiento electromecánico está situado en las espaldas de las ruinas de la Iglesia de Santa María y justo detrás del edificio de la potabilizadora actual.

Las coordenadas UTM de los distintos elementos, con huso 30 y hemisferio Norte, son:

UTM	X	Y
Toma-Nacimiento	496376	4199684
Cámara de carga	500353	4195567
Edificio central	500223	4195621
Depósito 1	500650	4194841
Depósito 2	500607	4194822
Ayuntamiento	499826	4195890

Tabla 1 Coordenadas UTM de las distintas partes de la instalación (Fuente: Elaboración Propia)

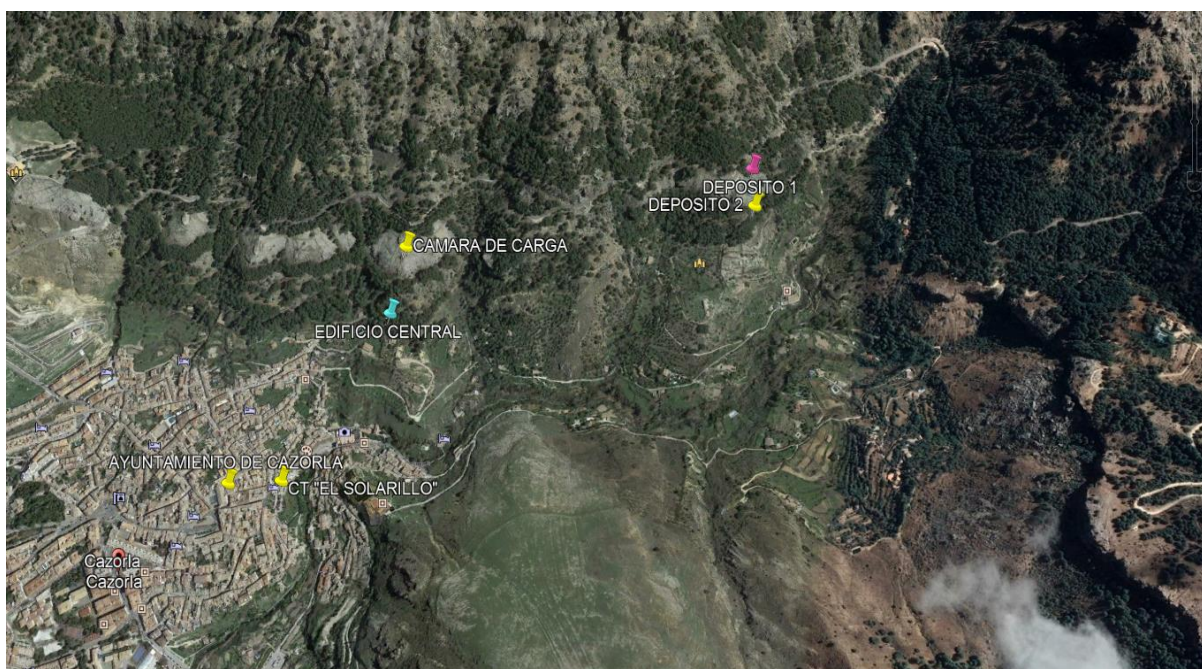


Figura 1. Disposición de los distintos elementos que forman el proyecto (Fuente: Elaboración propia)

4. ANTECEDENTES

4.1 Antecedentes históricos

El municipio de Cazorla está situado en las puertas del Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas. Es un pueblo cuya economía depende fundamentalmente del turismo rural y del olivar.

Frente al turismo rural y el monocultivo del olivar y como alternativa se pretende fomentar las actividades innovadoras y emergentes tales como la implantación de energías renovables que provoquen la diversificación económica. Uno de los huecos de mercado detectados de sectores totalmente inexistentes, no sólo en el municipio

de Cazorla sino en toda la Comarca Sierra de Cazorla, es la del aprovechamiento energético de los recursos energéticos renovables y, en concreto los recursos hidráulicos.

Cazorla ha sido una de las pocas poblaciones de la provincia de Jaén con un elevado aprovechamiento hidroeléctrico, ya que el número de instalaciones concentradas en el municipio ha sido alto.

Estas instalaciones han sido recogidas en el censo de Centrales generadoras, líneas de transporte, subestaciones y centros de consumo de la provincia de Jaén, de 22 de Abril de 1936, Ministerio de Industria y Comercio. Dirección General de Industria. Los datos correspondientes a estas instalaciones, así como su ubicación son los siguientes:

EMPRESA PRODUCTORA			EMPLAZAMIENTO DE LAS CENTRALES			CARACTERISTICAS		
Razón Social	Nombre	Tipo	Pueblo más cercano a la central	Km	Río	Caudal (l/s)	Desniv. (m)	Potencia (KVA)
Eléctrica de Cazorla S.A.	Castillo de San Marcos	H	Cazorla	0	Manantial, nacimiento del Cazorla	33	157	80
Herederos de Manuel Moreno Tallada	El Ángel	H	Cazorla	1.5	Cazorla	90	75	50
Herederos de Manuel Moreno Tallada	La Lobera	H	Cazorla	1	Cazorla	150	18	55

Tabla 2. Censo de las centrales generadoras de la provincia de Jaén (Fuente: (Ogayar, Gomez, & Medina, 2006)

En el casco urbano de Cazorla detrás de las ruinas de Santa María existe un edificio anexo en el que se ubicaba la minicentral hidráulica.

La central "Castillo de San Marcos" fue una de las primeras centrales hidroeléctricas en funcionar de toda la provincia, ya que comenzó su generación en 1897 y estuvo funcionando hasta 1958. En 1911 y derivados de diversos problemas técnicos de la central anterior se construyó la central "Salto del Ángel", la cual funcionó hasta la década de los años cincuenta del siglo XX.



Figura 2. Edificio de la central antigua y actual museo

La central "Excmo ayuntamiento de Cazorla", puesta en servicio en Septiembre de 1959, fue diseñada y proyectada por e ingeniero industrial de Madrid, don Daniel Fraga. El montaje se realizó con materiales y personal técnico de la casa *Averly*, S.A de Zaragoza.

Se halla instalada en el margen derecho del río Corezuelo, donde vertía sus aguas, y al lado de las ruinas de Sata María, iglesia que fue quemada por las hordas napoleónicas de la invasión francesa.

El agua del salto era suministrada en su mayoría, de la del anterior salto de la "Eléctrica de Cazorla" e incrementada con parte de las aguas potables el pueblo. Estaba formada por dos turbinas que movían respectivamente a dos alternadores de 150 y 60kVA de potencia. La red eléctrica es totalmente nueva y suministra energía al alumbrado público, abonados e industrias de la localidad, a parte de los edificios oficiales más importantes como: Ayuntamiento, Juzgados, Instituto Laboral, Hospital etc . Esta instalación funcionó hasta la década 70 del pasado siglo XX.

La central lleva los últimos 25 años sin funcionar y el edificio fue rehabilitado para fines culturales del Ayuntamiento de Cazorla en torno a la "Ruta del Agua".

Para el aprovechamiento de las instalaciones de esta central, en 2003 se realizó una nueva minicentral hidroeléctrica que, aprovechando el edificio de la potabilizadora

central de Cazorla, genera energía para suministrarla al que actualmente es el museo "Froncosa naturaleza de Cazorla"

4.2 Antecedentes técnicos

Para desarrollar el presente proyecto se partirá de las instalaciones existentes actualmente. Dichas instalaciones hidráulicas pertenecen al Excmo ayuntamiento de Cazorla y son utilizadas para el suministro de agua potable de la población de Cazorla, así como para la generación de energía para alimentar al museo "froncosa naturaleza de Cazorla".

La potencia obtenida es de 30 kW, de esta totalidad se aprovecha solo una parte, puesto que el museo no consume más de 10 kW, el resto se disipa en forma de calor a través de una resistencia térmica, sin poderse aprovecharla. Por tanto, con la finalidad de realizar un aprovechamiento integro de la energía y adaptarla a la normativa actual, es necesario desarrollar las instalaciones precisas para lograr un sistema de autoconsumo conectado a red.

5.SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES

5.1 Emplazamiento de las instalaciones actuales

Como se ha mencionado con anterioridad, los distintos elementos que forman este proyecto se encuentran ubicados en el municipio de Cazorla.

La toma de agua se realiza en el paraje "Nace el río" siguiendo el transcurso del río por su margen derecho se encuentra la conducción de agua, hasta llegar al edificio central de la minicentral y potabilizadora, pasando por la cámara de carga.

Las coordenadas UTM de los distintos elementos, con huso 30 y hemisferio Norte, son:

UTM	X	Y
Toma-Nacimiento	496376	4199684
Cámara de carga	500353	4195567
Edificio central	500223	4195621
Depósito 1	500650	4194841
Museo "Froncosa Naturaleza"	500038	4195633

Tabla 3.Coordenadas UTM de los elementos actuales (Fuente: Elaboración propia)



Figura 3. Disposición de los distintos elementos actuales (Fuente: Elaboración propia)

5.2 Análisis de las instalaciones actuales

En la actualidad se cuenta con una minicentral destinada a autoconsumo perteneciente al ayuntamiento de Cazorla.

El tipo de central hidroeléctrica existente es de agua fluyente, la cual deriva parcialmente el agua en la toma sobre el Manantial (Nacimiento del río Cazorla) en un depósito. El agua es trasladada mediante un canal, siguiendo la curva de nivel para acabar en el depósito y posteriormente es conducida mediante una tubería forzada al edificio de la potabilizadora. Del depósito inicial se parte mediante un canal excavado

en tierra con 2000m de longitud a cielo abierto, a la cámara de carga, donde posteriormente se envía el agua a través de una tubería hacia la potabilizadora.

La conducción que parte del depósito, aprovecha la conducción original de la central "Castillo San Marcos" y está constituida por un canal en tubería de PVC de 835 m de longitud (a presión atmosférica), siguiendo la curva de nivel para acabar en un depósito regulador que actúa de cámara de carga y posteriormente es conducida mediante una tubería forzada al edificio de la planta potabilizadora.

A continuación, se describirán en detalle las distintas partes de la minicentral existente:

5.2.1 Depósito y canal de derivación

Del pasado aprovechamiento, existe un depósito inicial el cual se conecta al canal de derivación, está constituido por una tubería / canal de sección circular con un diámetro de 400 mm y material PVC. Su desarrollo es de 835m va desde la cota de 994,93m donde se sitúa el depósito con un caudal de 20 l/s a la cota 991.93, donde se sitúa la cámara de carga actual a usar.



Figura 4. Canal de derivación enterrado



Figura 5. Chimenea de equilibrio

5.2.2 Cámara de carga

Actualmente se cuenta con una cámara de carga rehabilitada de un depósito de hormigón con medidas 9,30x3,60x4,00m.



Figura 6. Cámara de carga

5.2.3 Tubería forzada

Esta tubería forzada une la cámara de carga con el edificio de la potabilizadora con una longitud de 100m, y un diámetro de 300mm. Por ella circulan 20l/s aproximadamente y está construida de material de fundición.

Discurre desde la cota 991,93 m, donde está situada la cámara de carga, a la cota 899,13m donde está ubicado el edificio de la potabilizadora.



Figura 7. Tubería forzada

5.2.4 Conexión tubería forzada-edificio central

Para conectar la tubería forzada con el edificio de la central, se cuenta con una tubería auxiliar de diámetro 300 mm de fundición y longitud X que continua en la salida de la

turbina para de nuevo conectarla con la tubería forzada. Desemboca con la antigua tubería forzada desempeñando la función de bypass para desembocar finalmente en el edificio de la potabilizadora



Figura 8. Detalle perfil tubería-potabilizadora

5.2.5 Edificio de la central

El edificio de la central es el lugar donde se ubica la turbina, el generador y el transformador de potencia si fuese necesario. También se sitúan las protecciones, los cuadros de mando, los equipos de medida, control, protección y demás instalaciones secundarias como puntos de luz, arqueta de conexión de puesta a tierra e inclusive paneles de fibras de vidrio para el correcto aislamiento acústico en paredes y techo. Se trata de un edificio sin pilares con viguetas pretensadas y con tejado en pendiente a un agua con unas dimensiones en planta rectangular de 5 x 4,7 x 3,82 m. Incluye ventana de rejas de acero laminado formada por barrotes y puerta de hojas.



Figura 9. Edificio central y potabilizadora

5.2.6 Equipos e instalaciones electro-mecánicas

El grupo hidroeléctrico de pequeña potencia está constituido por un equipo grupo turbina-alternador que utiliza una resistencia de disipación con un control electrónico para la disipación de la energía sobrante.

Descripción técnica

La minicentral hidroeléctrica Ecowatt AC4-82 tiene en su equipamiento las siguientes características fundamentales:

Tipo turbina	Pelton AC4-82
Potencia generada	30 kW
Tensión salida	230/400 V AC monofásica/trifásica
Frecuencia	50Hz
Grado de protección	IP20
Sistema	Autoconsumo aislado

Tabla 4. Descripción técnica del equipamiento electromecánico (Fuente: Elaboración propia)

La minicentral trabaja con regulación automática a potencia constante. El grupo turbina-generador transforma la energía hidráulica en energía eléctrica de manera constante, continua, independientemente de la solicitud de los consumos. Consta de un sistema electrónico de regulación que se ocupa de controlar de forma constante las condiciones de carga de los consumos y de desviar hacia los sistemas de disipación la energía que no se consume directamente.

El sistema de regulación está compuesto por unos elementos modulares que se adaptan a cualquier tipo de instalación y de potencia eléctrica generada. Cuenta con una regulación secundaria, con accionamiento manual, que permite intervenir en el caudal del agua para adaptar la turbina a las posibles variaciones estacionales del caudal

5.2.6.1 Grupo Turbina Pelton-Generador eje Vertical

A) Rodete Pelton

Las palas del rodete son de acero inoxidable de elevada resistencia mecánica y obtenidas por microfusión, lo que permite una gran precisión y un buen grado de acabado. Las palas están fijadas al disco mediante soldadura TIG sin aporte de material. El disco y el anclaje son de acero inoxidable. Todos los rodamientos están equilibrados dinámicamente.

B) Bloque turbina

El bloque está constituido por un conjunto de láminas de acero soldado. La parte superior del cilindro interior, las dos bridas y el cilindro exterior forman el distribuidor, es decir la cámara de aducción del agua a presión a los inyectores.

El cilindro interior tiene también la función de recibir y canalizar el agua hacia el pozo de desagüe. Además, mediante soportes soldados sobre la parte exterior del cilindro, éste fija y sostiene el grupo turbina-generador. Se utiliza un anillo de acoplamiento para fijar el bloque –turbina a una base estable. Los inyectores son moldeados en una materia plástica de larga duración con un número máximo de 6.



Figura 10. Turbina Pelton

A) Grupo de alimentación (GRUPO DE CONTROL HIDRAULICO)

Su función es conectar la tubería forzada al bloque turbina. Está compuesto por el tubo de entrada sobre el cual está instalada la válvula manual para el mando de la minicentral, la toma para el manómetro y la toma lateral para el bypass.



Figura 11. Grupo de alimentación

B) Generador

El generador instalado es de tipo síncrono trifásico. El inductor móvil es de 4 polos salientes. El generador se caracteriza por la ausencia de escobillas. La corriente de excitación la suministra un generador auxiliar cuyo rotor (inducido) está montado sobre el mismo eje del generador principal. La regulación de la excitación será de tipo voltamperometría por sistema "Compound".



Figura 12. Generador síncrono trifásico

5.2.6.2 Cuadro eléctrico

El cuadro eléctrico está constituido por un armario de acero laminado que contiene los siguientes elementos:

1. **Los instrumentos del cuadro monofásico**, que están formados por un voltímetro, un frecuencímetro digital, un amperímetro indicador de la intensidad total suministrada por el generador y un segundo amperímetro indicador de la corriente absorbida por la carga.

El cuadro trifásico está provisto de 6 amperímetros: 3 indican la intensidad distribuida en cada fase y 3 la intensidad absorbida por las cargas.

2. **Las protecciones del cuadro monofásico** son; un interruptor magnetotérmico tripolar, que protege el generador contra los eventuales cortocircuitos sobre la línea de carga, y un relé electrónico de tensión, que activa dos avisadores (sonoro y visual) en el caso de variaciones de tensión sobrepasando los límites prefijados.

Dentro del **cuadro trifásico**, hay un interruptor magnetotérmico trifásico y 3 relés electrónicos de tensión, conectados entre fase y neutro.

Los borneros son necesarios para la conexión de los conductores del generador, de la línea de carga y del regulador electrónico. El aislamiento y las condiciones de los bornes están adaptados a las tensiones y a las secciones de los conductores empleados normalmente.



Figura 13. Cuadro eléctrico del punto de consumo

5.2.6.3 Reguladores electrónicos

El regulador electrónico se compone de la unidad de control y de resistencias de disipación. Éste vela por mantener la tensión y la frecuencia constantes, dado que la absorción de la energía producida por el grupo turbina-generador es siempre constante. Este grupo trabaja siempre a plena carga. La disipación de la energía excedente tiene lugar en agua o aire, mediante elementos disipadores largamente dimensionados, que automáticamente se conectan o desconectan controlados por la unidad electrónica de control del regulador.



Figura 14. Resistencias disipadoras

5.2.7 Línea de baja tensión

Existen una línea de Baja Tensión con sus respectivas protecciones:

- **Línea de BT desde el edificio de la central hasta el cuadro eléctrico situado en el museo:**

Esta instalación tiene una longitud aproximada de 300m y consiste en una línea BT constituida por una manguera tetrapolar de conductores 3x95/50 Al con aislamiento XLPE y tensión asignada de aislamiento de 0,6/1kV a 400 V, bajo tubo de acero de diámetro 140 mm.



Figura 15. Llegada de la línea BT al punto de consumo



Figura 16. Línea de baja tensión superficial bajo tubo (Fuente: Elaboración Propia)

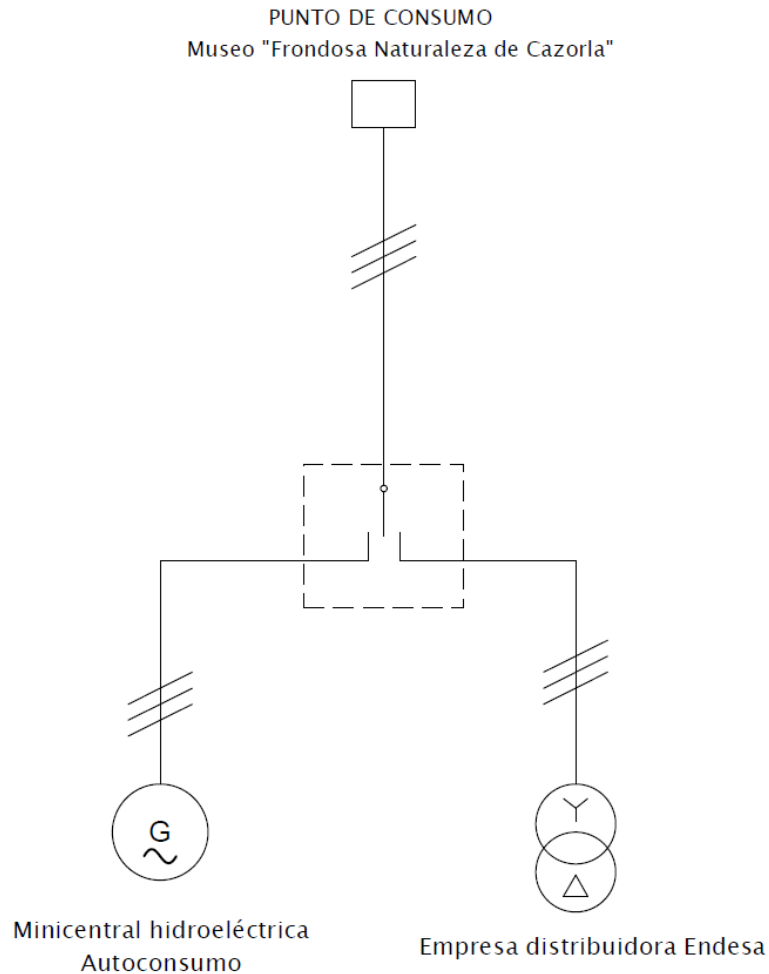


Figura 17. Esquema unifilar básico de la instalación actual (Fuente: Elaboración propia)

5.2.8 Sistemas de interconexión al centro de consumo

El sistema de interconexión a los centros de consumo se basa principalmente en un cuadro de mando y protección situado en el punto de consumo.

De acuerdo con el artículo 2 del RD 842/2002, este tipo de instalaciones generadoras de Baja Tensión a la generación para consumo propio, corresponden al ámbito de aplicación de la ITC-BT-40.

En este caso; se trata de un tipo de instalación generadora aislada, ya que no existe conexión eléctrica alguna con la Red de Distribución Pública, y todos los datos anteriormente citados cumplen la normativa especificada.

6. ACTUACIONES A REALIZAR

De acuerdo con el objetivo de este proyecto, las actuaciones a realizar estarán enfocadas a modificar el grupo turbina-alternador, así como el punto de consumo. Las diversas actuaciones a realizar serán:

- Aprovechamiento de un segundo depósito e instalación de una nueva tubería forzada
- Incorporación de un nuevo Generador asíncrono
- Cambio del punto de consumo, en vez de tratar al Museo "Froncosa Naturaleza de Cazorla" como único punto de consumo, se pasará a suministrar la energía tanto al Ayuntamiento como Alumbrado (no simultáneamente, sino cada uno en su horario preestablecido)
- Nueva instalación eléctrica de líneas de BT desde la minicentral hasta un punto de interconexión donde se derivará la energía al punto de consumo correspondiente
- Instalación de nuevos cuadros de mando y protección en el Ayuntamiento de Cazorla y, para el alumbrado, en el CT "El Solarillo"

6.1 Aprovechamiento de un segundo depósito e instalación de una segunda tubería forzada

Para conseguir un caudal mayor de agua a turbinar, y con él, el consiguiente aprovechamiento energético, se aprovechará otra captación de agua del nacimiento del Río Cerezuelo, a través de un segundo depósito.

	X	Y
DEPOSITO 2	500607	4194822

Tabla 5.Coordenadas UTM depósito 2 (Fuente: Elaboración propia)

Desde dicho depósito descenderá una tubería forzada de fundición con 975 metros de longitud, y ésta se conectará con la tubería forzada ya existente en una cota superior a la instalación del equipamiento electromecánico, para así poder unificar ambos caudales en la entrada de la turbina y poder turbinarse el mayor caudal posible. El caudal total a turbinar será calculado en el Anexo de Cálculos Hidráulicos:

Caudal de diseño	0,024 m ³ /s
Caudal máximo	0,035 m ³ /s

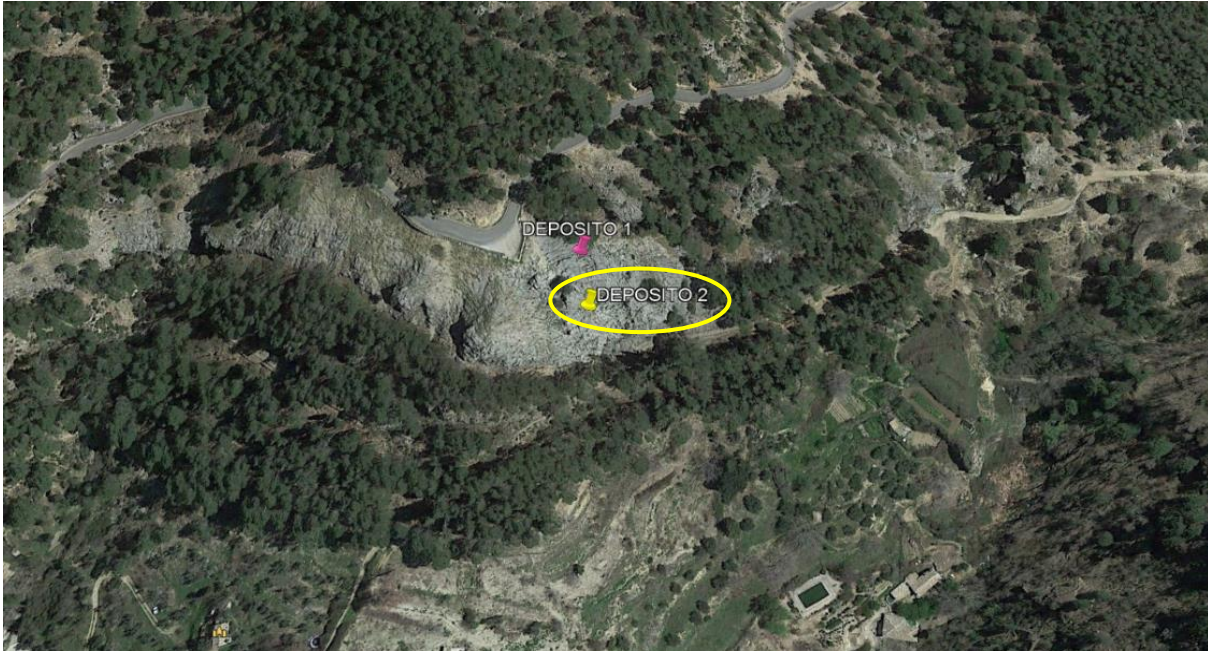


Figura 18. Ubicación geográfica depósito 2 (Fuente: Elaboración Propia)

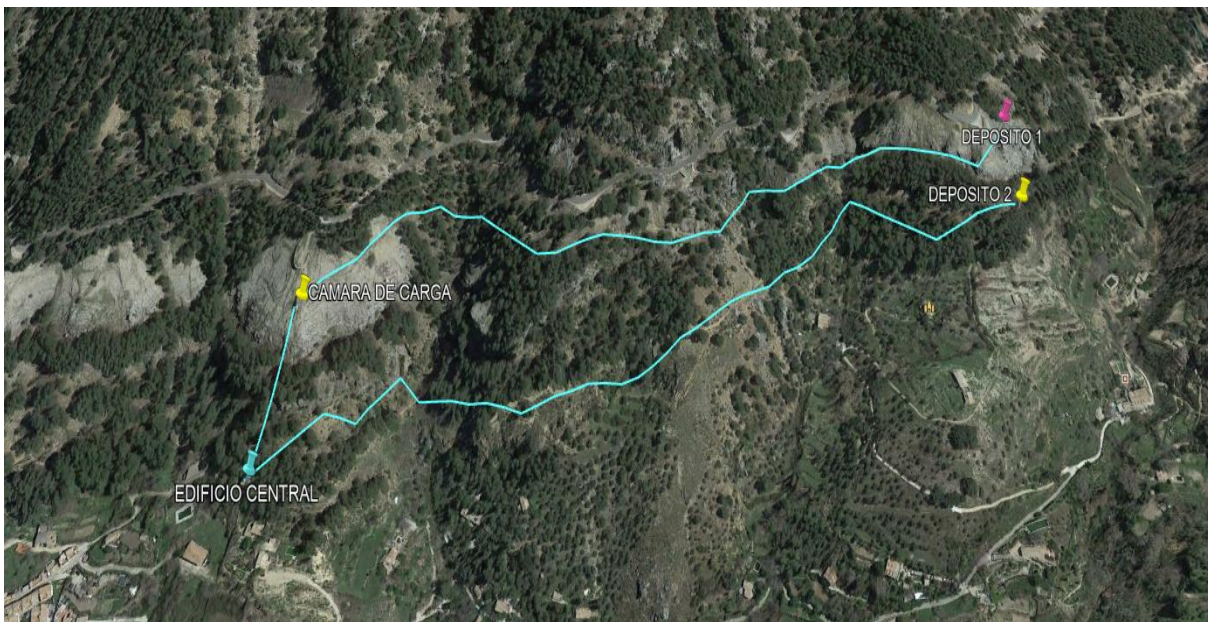


Figura 19. Recorrido segunda tubería (Fuente: Elaboración Propia)

La segunda tubería forzada será de diámetro 140 mm, de fundición y tendrá una longitud de 975 m. Por ella circularán $0.015 \text{ m}^3/\text{s}$ que se unirán con el caudal proveniente del depósito segundo a la otra tubería forzada comentada anteriormente para turbinarse ambos caudales en el edificio de la central.

Esta tubería discurrirá desde la cota 992,44 m, donde estará situado el segundo depósito de agua, a la cota 899,13 m correspondiente al edificio de la potabilizadora.

6.2 Sustitución del generador existente por un generador asíncrono adaptado para conexión a red

Se instalará un nuevo generador asíncrono con el objeto de poder sincronizar la red de generación con la de dos puntos de consumo diferentes.

En base de los datos del proyecto, junto al generador se instalará una válvula automática DN150PN16 y un cuadro de control apropiado para conexión a red de BT. Los equipos existentes de regulación de carga y el cuadro de control existente no se reutilizarán.



Figura 20. Esquema del funcionamiento del grupo turbina-generator dentro del sistema eléctrico
 (Fuente: Elaboración Propia)

Se describirá más detalladamente los trabajos y equipos a instalar:

-Cuadro de control para interconexión y automatización simplificado:

Modelo QPR-S-30 1

Diseñado para el grupo turbina generador "Ecowatt Hydro" con ajuste manual del caudal gestiona la conexión en paralelo a la red y la puesta en marcha/parada , automática de la máquina. Está equipado con dispositivo de protección y los instrumentos necesarios para el buen funcionamiento de la máquina.

Gestiona la apertura del cierre de la válvula general accionada por un servomotor eléctrico a 24 V.

La sección de potencia incluye:

- Interruptor en paralelo
- Interruptor de reserva
- Arrancador soft starter
- Condensadores de corrección del factor de potencia $\cos \varphi$
- Fuente de alimentación auxiliar de 24V con comprobación del estado de acumuladores
- Acumuladores herméticos de plomo

-Sección de automatización y control incluye:

- Control automatización PLC
- Dispositivo de protección y de control para auto productor en baja tensión (BT) que cumple con la norma CEI 0-21, incluyendo el informe de prueba y de calibración.
- Gestión de la válvula general
- Cada sección incluye los terminales necesarios para las conexiones eléctricas.
- Panel frontal incluye:
 - Panel operador HMI con pantalla táctil de 4,3"
 - Analizador de red digital
 - Botones y luz de advertencia en función de la lógica de control de la planta hidroeléctrica

-Sistema de teleseñal y control SMS:

El sistema fija los datos eléctricos generados y mensaje de advertencia en caso de alarma enviando un mensaje de texto para SMS. También se puede poner en marcha y parar la máquina en remoto.

Necesita una tarjeta SIM que garantiza una buena recepción en el punto de instalación del tablero de control

-Transductor de presión

Instalado en la tubería de carga (antes de la válvula general) y conectado al tablero eléctrico permite un seguimiento continuo de la presión en la tubería (conexión de 24V, señal 4-20mA). Esta función de umbrales de mínima y máxima presión.

-Válvula general automática

Válvula general DN150 PN16 accionada para activador eléctrico 24V.

-Grupo generador asíncrono

Grupo generador asíncrono M3AA 200ML4 400V 30kW completo de:

- Brida de adaptación
- Sistema de estanqueidad al agua para protección del generador
- Soporte de elevación

6.3 Cambio del punto de consumo

Actualmente la minicentral está suministrando su totalidad de energía, mediante autoconsumo, al museo "Froncosa naturaleza"; Del total de potencia generada, solo se aprovecha una parte, el resto de energía excedente se elimina en forma de calor a través de unas resistencias disipadoras situadas a la salida de la turbina.

Esto se debe a la normativa con la que se proyectó la minicentral. La ley 24/2013 no permitía el vertido de la energía excedente producida por autoconsumo a la red.

Por este motivo, se realizará un cambio en los puntos de consumo, para lograr aprovechar la totalidad de energía producida por la turbina y en su caso su vertido a red gracias a la modificación de la nombrada normativa la cual viene recogida en Real Decreto 244/2019.

Los nuevos puntos de consumo serán el edificio del Excmo Ayuntamiento de Cazorla, y la instalación de alumbrado público correspondiente al CT "El Solarillo"



Figura 21. Ubicación de los nuevos puntos de consumo

6.4 Instalación eléctrica

6.4.1 Instalación de una nueva línea eléctrica

Será necesaria la instalación de una nueva línea eléctrica de BT para transportar la energía desde la minicentral hidroeléctrica (Punto de generación) hasta los distintos centros de consumo (Ayuntamiento o CT "El Solarillo").

Esta instalación tendrá 2 tramos:

-Tramo 1: Desde el edificio de la central hasta fachada de la Calle Llera. Este tramo será subterráneo (conductores directamente enterrados), con una longitud aproximada de 350m y una sección de $3 \times 95/50 \text{ mm}^2$

Tramos	Limites	Tipo de conductor	Sección	Recubrimiento
TRAMO 1	Central generadora- Calle	Cables de aluminio directamente enterrados	$3 \times 95/50 \text{ mm}^2$ Aluminio	XLPE

-Tramo 2: Desde el inicio de la Calle Llera hasta el punto de interconexión el cual está formado por dos derivaciones a cada uno de los puntos de consumo. La

totalidad tramo será aéreo posado sobre fachada, con una longitud aproximada de 310m, y una sección de 3x95/50mm².

-Derivación 1: Esta derivación es la que conecta el punto de conexión con el Ayuntamiento, tendrá una longitud aproximada de 100m y mantendrá la misma disposición que el tramo del que proviene: aéreo posado sobre fachada y una sección de 3x95/50mm².

-Derivación 2: Esta derivación es la que conecta el punto de conexión con el CT "El Solarillo" para derivar la energía al alumbrado cuando sea necesario, tendrá una longitud aproximada de 30m y mantendrá la disposición y sección que la derivación 1 y el tramo del que proviene.

TRAMOS	LIMITES	TIPO DE CONDUCTOR	SECCIÓN	RECUBRIMIENTO
TRAMO 2	Calle Llera-	Cables sin neutro fiador posados sobre fachada	3x95/50 mm² Aluminio	XLPE
	P.Interconexión			
	Derivación 1			
	Derivación 2			

6.4.2 Instalación de nuevos cuadros de mando y protección

Cuadro en el punto de generación: Este cuadro se situará en el edificio de la minicentral hidroeléctrica, en él estará ubicado un interruptor automático general que protegerá toda la instalación aguas arriba de sobrecargas y cortocircuitos. Este cuadro también cuenta con la instalación de servicios auxiliares junto a la protección necesaria para su correcto funcionamiento.

Cuadro en el punto de interconexión: Este cuadro se situará en el punto de interconexión, estará compuesto por un relé conmutador junto a un reloj astronómico (con el objeto de derivar la energía al punto de consumo correspondiente dependiendo del tramo horario en el que se encuentre) y por un interruptor magnetotérmico que protegerá la instalación aguas debajo de sobrecargas y cortocircuitos.

Cuadros en los puntos de consumo: Se instalará un cuadro en cada uno de los puntos de consumo, estos cuadros estarán formados por un interruptor magnetotérmico, para proteger independientemente a cada carga.

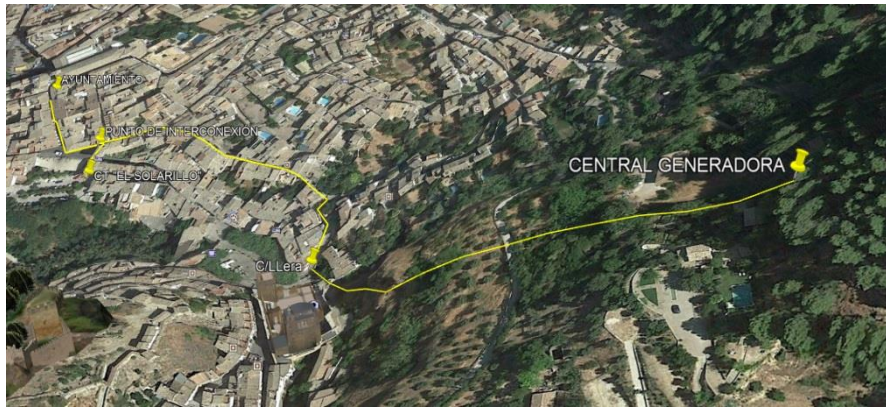


Figura 22. Ubicación de los nuevos puntos de consumo

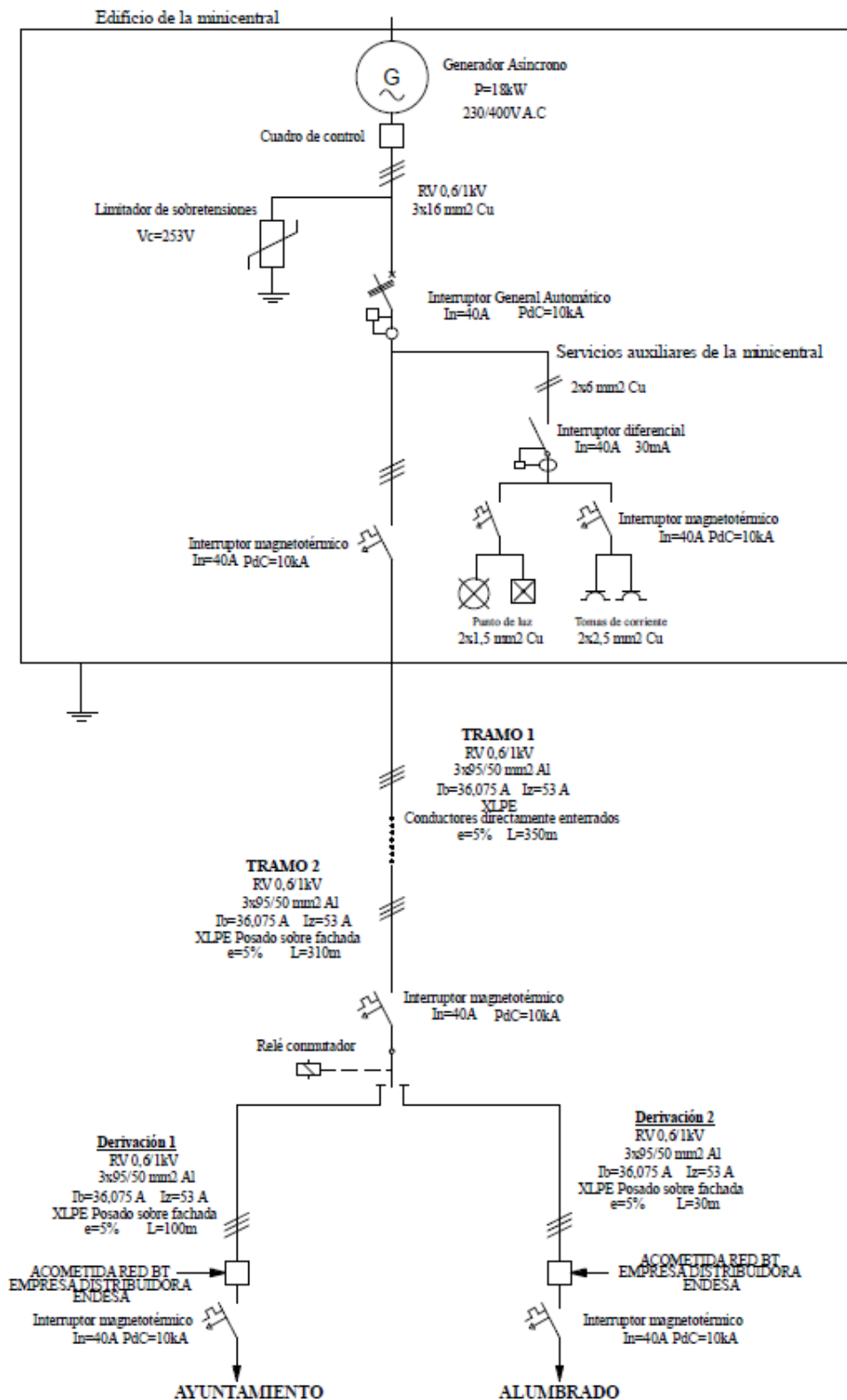


Figura 23. Nuevo esquema unifilar de la instalación (Fuente: Elaboración propia)

7. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA MINICENTRAL

7.1 Datos generales

Los datos generales del aprovechamiento serán:

Río	Cazorla-Cerezuelo
Salto Bruto	92,8
Salto Neto	92,771
Caudal de equipamiento	0,024 m ³ /s
Turbina	Pelton
Alternador	Asíncrono
Generación	Baja tensión
Funcionamiento	Autoconsumo

Tabla 6. Datos generales del proyecto

7.2 Cálculo del caudal

Al no existir series fiables de caudales para el tramo escogido, ni para tramos de ríos cercanos con características similares que permitan obtener los caudales, se ha de recurrir a la hidrología* que utiliza las características fisiológicas de la cuenca de captación, la intensidad de las precipitaciones y los valores de evapotranspiración para evaluar el caudal de forma teórica y su correspondiente error de cálculo.

Mediante cuatro métodos distintos obtenemos el valor del caudal medio teórico:

Método	Caudal medio	Error (%)
Método de Turc	0,019703436	-50,7414103
Método de Coutnage	0,024243131	-39,3921719
Método de Thornthwaite	0,038840460	-2,89885005
Método de Hargreaves	0,042542529	6,35632329

Tabla 7 . Resumen variables estudio hidrológico (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede comprobar el valor del caudal calculado teóricamente con menor error es el método de Thornthwaite. Sin embargo mediante un análisis de la facturación semestral de agua potable suministrada por el ayuntamiento de Cazorla y realizando un reparto proporcional bimensual , se ha determinado que el caudal medio instantáneo es de 0,024m³/s.

Caudal de diseño	0,024 m ³ /s
Caudal máximo	0,035 m ³ /s

7.3 Cálculo salto neto

Al tratarse de una puesta en funcionamiento de un aprovechamiento existente, se considera únicamente las pérdidas en la conducción forzada.

Se analizan las pérdidas de carga de las dos tuberías forzadas (la tubería ya existente y la que se desea incorporar) aunque se limita el cálculo de la potencia de la central a las pérdidas de carga de la tubería forzada de fundición de 300 mm de diámetro y 100 m de longitud; pues será el salto bruto más significativo

Por tanto, el salto neto, una vez calculadas las pérdidas debidas a la fricción y las singularidades en la tubería forzada, será de 92,771 m.

8. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA MINICENTRAL

La minicentral genera energía eléctrica a las tensiones estándar de 230/400 V trifásica, y a las frecuencias de 50Hz. El rendimiento global de la minicentral es variable en función de la potencia suministrada y las condiciones de empleo.

En el Anexo 2 se recogen los cálculos eléctricos necesarios que justifican la elección de los diferentes dispositivos y elementos integrantes en las instalaciones eléctricas proyectadas para la minicentral hidroeléctrica Ayuntamiento de Cazorla para el transporte a los centros de consumo.

Se diferenciarán dos tramos de líneas: El primer tramo subterráneo que partirá desde el edificio de la minicentral hasta la calle donde se posará sobre fachada y el segundo tramo desde la Calle donde se apoye sobre fachada hasta el punto de interconexión donde se derivará o bien hacia el Ayuntamiento o bien hacia el CT "El Solarillo" para destinar la energía al Alumbrado.

La sección de sus conductores será:

1º TRAMO	3x95/50mm ²
2º TRAMO	3x95/50mm ²

Además, se incluirá un sistema de interconexión a los centros de consumo, gracias a la instalación de un cuadro con un relé conmutador que derivará la energía durante el día a las dependencias del Ayuntamiento y durante la noche al alumbrado público.

8.1 Potencia y energía producida

De acuerdo con los datos generales del aprovechamiento (caudal de equipamiento, así como el salto neto calculados en apartados posteriores) se opta por instalar un grupo turbina Pelton-alternador síncrono.

La potencia nominal se calcula con la expresión:

$$P = 9,81 \frac{kN}{m^3} \cdot H_n(m) \cdot Q_{diseño} \left(\frac{m^3}{s} \right) \cdot \eta_{turbina} \cdot \eta_{altern} \cdot \eta_{mult}$$

Siendo:

P: Potencia nominal

H_n: Salto neto

Q_{diseño}: Caudal equipamiento

η_{turbina} · η_{altern} · η_{mult}: Factor eficiencia de la central

$$P(kW) = 9,81 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \cdot 92,771(m) \cdot 0,024 \left(\frac{m^3}{s} \right) \cdot 0,8 = 18,05 \text{ kW}$$

Para el cálculo del tiempo de funcionamiento de la central u horas de trabajo de la minicentral se tendrá en cuenta las horas de parada por el mantenimiento anual. Para este caso, se considera una pérdida del 5%; por lo que el tiempo de funcionamiento final será:

$$t(h) = 24 \frac{h}{dia} \cdot 365 \frac{dias}{año} \cdot 0,95 = 8322 \frac{h}{año}$$

La energía anual generada o producida será:

$$E(kWh) = P(kW) \cdot t(h) = 18 \text{ kW} \cdot 8322 \frac{h}{\text{año}} = 149796 \text{ kWh} \cong 150 \text{ MWh}$$

9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En el Anexo 3 se desarrollará el estudio de impacto Ambiental. Para su ejecución se atenderá a la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía 7/2007, en el Anexo I de dicha ley quedan recogidas las actuaciones que precisan de la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental, este proyecto se corresponde con la categoría 2.11, instalaciones para la producción de energía hidroeléctrica y es por ello que es necesaria la redacción de la autorización ambiental Unificada.

Se analiza este estudio mediante tres matrices de Leopold, las cuales nos facilitan la identificación de los impactos, la valoración de dichos impactos en el medio ambiente y social; y por último, los clasifica mediante un criterio cualitativo y cuantitativo para determinar el grado de repercusión de cada impacto por separado y en el cómputo global del proyecto.

De él se deduce que el impacto ambiental que se obtiene de la puesta en funcionamiento de la minicentral hidroeléctrica Ayuntamiento de Cazorla, será mínimo; debido a las pocas actuaciones que se deben realizar y por tanto a su pequeña influencia en el medio ambiente que le rodea.

Por tanto, el tipo de Impacto Ambiental se clasificará como Compatible; esto es, que la recuperación será casi inmediata tras el cese de la actividad, y, por tanto, las medidas protectoras o correctoras no serán muy intensas.

10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio de Seguridad y Salud, establece durante la ejecución de las obras, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de las instalaciones preceptivas de salud y bienestar de los trabajadores.

Sirve para dar unas directrices básicas a la empresa constructora adjudicataria de las obras, para llevar a cabo, de forma eficaz, sus obligaciones en el campo de la

prevención de los riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre.

11.MEDICIONES Y PRESUPUESTO

En el Capítulo de presupuesto se incluye el presupuesto total del proyecto con sus respectivas partidas y analizando los precios simples, mediciones y precios descompuestos.

El resumen del presupuesto total ascenderá a la cantidad de **97.730,74 €**

12.PLANIFICACIÓN

La planificación del proyecto es la ordenación sistemática de las tareas para lograr un objetivo, donde se expone lo que se necesita hacer y cómo debe llevarse a cabo.

Las actuaciones a realizar y sus respectivos tiempos de realización se incluye en la Tabla 8.

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	➔	Presentación y aprobación de proyecto, solicitud y obtención de permisos de obra, paso, etc	22 días	lun 03/08/20	mar 01/09/20
2	➔	Aprovisionamiento material	14 días	mar 01/09/20	vie 18/09/20
3	➔	Apertura de 975 m de zanja con medios mecanicos, e instalación de tubería de fundición de 140 mm de diametro	10 días	lun 07/09/20	vie 18/09/20
4	➔	Apertura 350 m de zanja con medios mecanicos, e instalación de cable tetrapolar de aluminio 3x95mm ² +50 mm ² desde edificio de minicentral hidroelectrica hasta fachada C/ Llera.	5 días	lun 21/09/20	vie 25/09/20
5	➔	Instalación de nuevo generador asincrono	5 días	lun 21/09/20	vie 25/09/20
6	➔	Instalación de cableado en fachada de trenzado tetrapolar de aluminio de 95 mm ² +50mm ² desde C/ Llera hasta los dos punto receptores a suministrar, Ayuntamiento y Distribución de alumbrado público	5 días	lun 28/09/20	vie 02/10/20
7	➔	Instalación de cuadro de conmutación de puntos receptores, y conexionado a los cuadros de mando y protección de los dos puntos receptores, Ayuntamiento y Distribución Alumbrado Público	2 días	lun 05/10/20	mar 06/10/20
8	➔	Pruebas para puesta en servicio de turbina y generador, así como conmutación de receptores y su correcto funcionamiento	2 días	mié 07/10/20	jue 08/10/20

Tabla 8 .Planificación de tareas a realizar (Fuente: Elaboración propia)

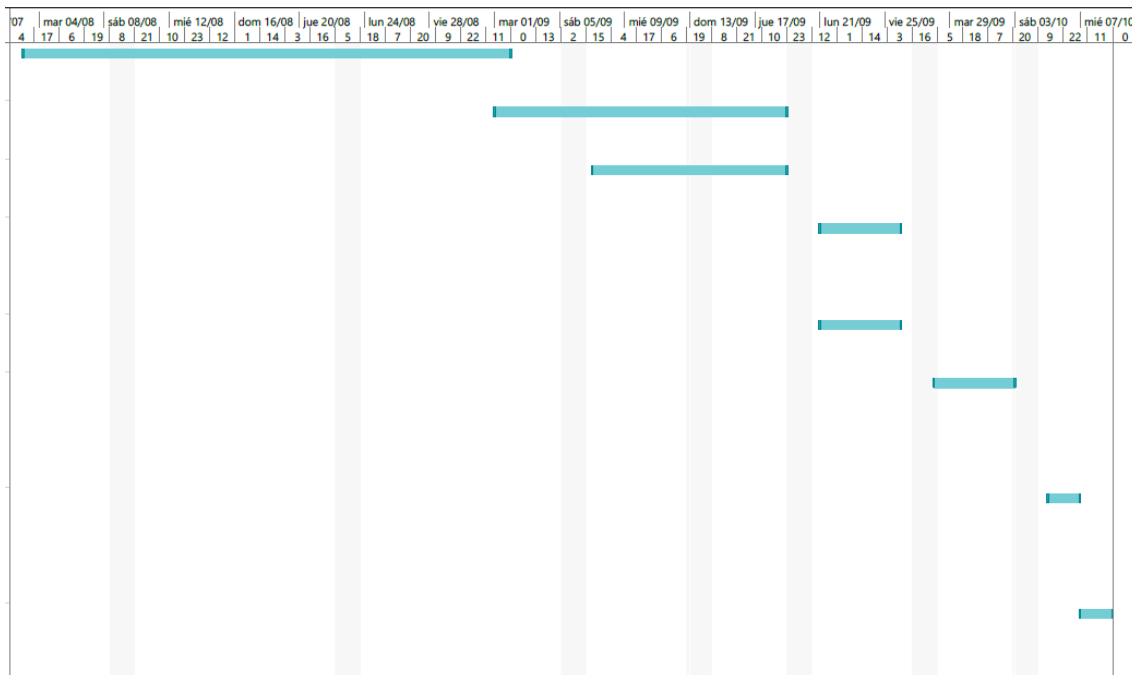


Gráfico 1. Calendario con las obras a realizar (Fuente: Elaboración propia)

13. ESTUDIO ECONÓMICO

El Anexo de estudio económico tiene como objeto determinar los beneficios económicos que aporta la instalación hidroeléctrica de autoconsumo "Aguas de Cazorla" al suministrar la totalidad de la energía generada al Ayuntamiento y Alumbrado.

Tras un análisis de la situación actual (Sin la actuación de la minicentral hidroeléctrica) y la situación futura que se trata en el presente proyecto (Con la actuación de la minicentral hidroeléctrica), se ha determinado una serie de beneficios económicos en puntos de consumo predeterminados:

En la actualidad tanto Ayuntamiento como el alumbrado están siendo abastecidos por la compañía distribuidora "Endesa Distribución".

En la tabla 9 se puede observar el consumo de energía anual y el importe total abonado a la compañía distribuidora:

	Ayuntamiento	Alumbrado
Consumo de energía anual	79828 kWh	100145 kWh
Importe total pagado a la compañía distribuidora	7376,824 €	8360,504 €

Tabla 9. Resumen del consumo de energía y del importe total anual (Fuente: Elaboración propia)

El aprovechamiento de la energía producida por la minicentral hidroeléctrica hará que se reduzca en gran parte el importe a pagar por la energía consumida en los puntos de consumos

	Ayuntamiento	Alumbrado	Total
Importe total pagado ACTUAL	7376,82 €	8360,50 €	15737,32 €
Ingresos por ahorro por autoconsumo de la central	4129,89 €	6254,24 €	10384,13 €
Importe total pagado a red FUTURO	3246,92 €	2106,26 €	5353,18 €
Ingresos vertidos a red	1420,07 €	448,80 €	1868,16 €

Tabla 10. Resumen del consumo de energía y del importe total anual (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 10 actualmente se está abonando a la empresa comercializadora una cantidad de 7376,824 € por la energía consumida en el Ayuntamiento de Cazorla y 8360,50 € para el alumbrado. Esta cantidad se verá disminuida al introducir la acción de autoconsumo por parte de la minicentral, pasando a pagar 3246,92 € por la energía consumida en el Ayuntamiento y 2106,26 € para el alumbrado.

Además de conseguir un ahorro de 10384,13 € en el importe total pagado a red, se obtendrá una cantidad de 1868,16 € de ingresos vertidos a red (caso que se dará cuando exista un excedente de energía).

Por lo tanto, los beneficios totales cuentan con:

- El ahorro que se obtiene al reducir el importe abonado a la empresa comercializadora
- Los ingresos obtenidos al verter a red cuando exista excedente de energía.

	Ayuntamiento	Alumbrado	Total
Ingresos por ahorro por autoconsumo de la central	4129,89 €	6254,24 €	10384,13 €
Ingresos vertidos a red	1420,07 €	448,80 €	1868,16 €
Total beneficios:	5549,97 €	6702,33 €	12252,29 €

Tabla 11. Tipos de beneficios que se obtendría con la actuación de la minicentral (Fuente: Elaboración propia)

También se ha realizado un estudio de viabilidad económica mediante métodos dinámicos de evaluación económica de proyectos. Estos tienen en cuenta la variación temporal del dinero.

Los métodos utilizados han sido: VAN, TIR Y PAY-BACK.

VAN	93,53
TIR	14%
PAY-BACK	9

Tabla 12. Métodos dinámicos de evaluación económica (Fuente: Elaboración propia)

14. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las
- Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Recomendaciones UNESA.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08). (BOE. núm. 148, de 19 de junio de 2008).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, aprobado por Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1976.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-4/88, (Orden Ministerial de 21 de Enero de 1988). Modificación del PG-4/88 (O.M. de 8 de Mayo de 1989 y 28 de Septiembre de 1989).
- Norma Sismo-Resistente NCSR-02.
- Código Técnico de la Edificación CTE (2006)
- Normas Tecnológicas NTE-EGG y NTE-ECV.
- Ley de Ordenación de la Edificación - LOE
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, O.M. de 28 de Julio de 1.974.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de Poblaciones, aprobado por Orden de 15 de Septiembre de 1986, del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982 e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto (Ref. BOE-A-2002-18099).
- Requisitos técnicos definidos en la O.M. de 5 de septiembre de 1985 para plantas de este tipo.
- Las disposiciones referentes a la Seguridad y Salud en el Trabajo.

ANEXO DE CÁLCULOS

CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

II: ANEXO DE CÁLCULOS. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

1.INTRODUCCIÓN	55
2.TIPO DE CENTRAL HIDRÁULICA.....	55
3.ESTUDIO HIDROLÓGICO	56
3.1 Modelo de cálculo para caudales medios	56
3.2 Datos necesarios y SIG empleados	59
3.2.1 Variables de modelo	60
3.2.2 SIG empleados	61
3.3 Aplicación al proyecto.....	61
4.DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE UNA TURBINA	65
5.FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA	67
5.1 Circulación de agua en tuberías.....	67
5.2 Pérdida de carga	68
5.2.1 Pérdida de carga en tuberías	68
5.2.2 Pérdida de carga por singularidades	68
6.VELOCIDAD DEL CAUDAL	69
7.PÉRDIDAS EN LAS TUBERÍAS	70
7.1 Pérdidas de carga por fricción.....	70
7.2 Pérdidas de carga por singularidades	71
8.CÁLCULO DEL SALTO NETO	73
8.1 Determinación del salto neto.....	73
<u>9.SELECCIÓN DE TURBINA</u>	<u>74</u>

1.INTRODUCCIÓN

En este anexo se determinará el caudal disponible y se calculará las pérdidas de carga que existen en la tubería forzada considerada en el estudio y determinar la energía total de la instalación una vez realizada las modificaciones analizadas.

2.TIPO DE CENTRAL HIDRÁULICA

El tipo de central hidroeléctrica que se considerará en este proyecto es de tipo de agua fluyente.

Este tipo de centrales se construyen en los lugares en que la energía hidráulica debe ser utilizada en el instante en que se dispone de ella, para accionar las turbinas hidráulicas.

Generalmente, no cuentan prácticamente con reserva de agua, oscilando el caudal suministrado según las estaciones del año. En la temporada de precipitaciones abundantes, desarrollan su potencia máxima, y dejan pasar el agua excedente.

Durante la época seca, la potencia disminuye en función del caudal, llegando a ser casi nulo en algunos ríos en la época del estío.

Su construcción se realiza mediante presas sobre el cauce de los ríos, para mantener un desnivel constante en la corriente de agua. En estas centrales, el agua a turbinar se capta del cauce del río por medio de una obra de toma, y una vez turbinada, se devuelve al río en un punto distinto al de captación.



Figura 24. Esquema central de agua fluyente (Fuente: (Ogayar, 2012))

3. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Al no existir series fiables de caudales para el tramo escogido, ni para tramos de ríos cercanos con características similares que permitan obtener los caudales, se ha utilizado ecuaciones empíricas de distintos autores que utilizan las características fisiológicas de la cuenca de captación, la intensidad de las precipitaciones y los valores de evapotranspiración para evaluar el recurso hídrico.

3.1 Modelo de cálculo para caudales medios¹

Se describe el modelo para el cálculo de caudales medios en cuencas no aforadas, como es el caso, por tanto:

A) Razonamiento teórico

Los pasos a seguir para calcular teóricamente estas variables son los siguientes:

1. Cálculo de la evapotranspiración de la cuenca de captación

Para esto se disponen de cuatro expresiones, las fórmulas de Turc, Coutagne, Thornthwaite y Hargreaves.

- **Fórmula de Turc**

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Siendo:

ETR = Evapotranspiración real en mm/año.

P = Precipitación en mm/año.

L = $300 + 25 \cdot t + 0,05 \cdot t^3$.

t = Temperatura media anual en °C.

¹ Procedimiento según Fernández, A. L. (2015) TFG. Diseño de herramientas para el cálculo de minicentrales hidroeléctricas en tramos no aforados. EPSJ (Universidad de Jaén)

- **Fórmula de Coutnage**

$$ETR = P - \chi \cdot P^2$$

Siendo:

ETR = Evapotranspiración real en m/año.

P = Precipitación en m/año.

$$\chi = \frac{1}{0,8 + 0,14 \cdot t}$$

t = Temperatura media anual en °C.

- **Fórmula de Thornthwaite**

Se calcula un "índice de calor mensual" (i) a partir de la temperatura media mensual (t).

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

1. Se calcula el "índice de calor anual" (I) sumando los 12 valores de i.

$$I = \sum i$$

2. Se calcula la ETP mensual "sin corregir" mediante la fórmula:

$$ETP_{Sin\ Corregir} = 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot t}{I}\right)^a$$

Siendo:

ETPSin Corregir = ETP mensual en mm/mes para meses de 30 días y 12 horas de sol (teóricas).

t = Temperatura media mensual en °C.

I = Índice de calor anual.

$$a = 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,49239$$

3. Corrección para el número de días del mes y el número de horas de sol:

$$ETP = ETP_{SC} \cdot \frac{N}{12} \cdot \frac{d}{30}$$

Siendo:

ETP = Evapotranspiración potencial corregida.

N = Número máximo de horas de sol, dependiendo del mes y de la latitud.

d = Número de días del mes.

ETPSin Corregir = ETP mensual en mm/mes para meses de 30 días y 12 horas de sol (teóricas).

- **Fórmula de Hargreaves:**

$$ETP = 0,0023 \cdot (t_{med} + 17,78) \cdot R_0 \cdot \sqrt{(t_{máx} - t_{mín})}$$

Donde:

ETP = Evaporación Potencial diaria, en mm/día.

T_{med} = Temperatura media diaria, en °C.

R₀ = Radiación solar extraterrestre en mm/día.

T_{máx} = Temperatura diaria máxima.

T_{mín} = Temperatura diaria mínima.

2.Cálculo de la escorrentía²

Para las fórmulas de Turc y Coutagne se calcula de la forma:

$$A_T = P_T - ETR$$

² Escorrentía: Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.

Donde:

A_T = Escorrentía total anual en mm.

P_T = Precipitación total anual en mm.

ETR = Evapotranspiración real anual en mm.

Para las fórmulas de Hargreaves y Thornthwaite se utiliza la expresión modificada de Budyko, quedando de la forma:

$$A_T = P_T \cdot e^{-0,79 \cdot \frac{ETP}{P_T}}$$

Donde:

A_T = Escorrentía total anual en mm.

P_T = Precipitación total anual en mm.

ETP = Evapotranspiración potencial anual en mm.

3.Cálculo del caudal

Una vez se conoce la escorrentía total anual se calcula el Caudal Medio Anual de la forma:

$$Q_m = A_T \cdot S \cdot 3,17 \cdot 10^{-5}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio anual en m³/s.

A_T = Escorrentía media anual en mm.

S = Superficie de la cuenca en km².

3.2 Datos necesarios y SIG empleados

Se definirán los datos necesarios para modelar el caudal medio anual del río Cazorla a través de la herramienta anteriormente descrita, junto con los sistemas de información geográficos (SIG) empleados.

3.2.1 Variables de modelo

Tal y como se ha desarrollado, las variables del modelo implementado, de cada uno de los métodos seguidos para el cálculo de la evapotranspiración, son:

- **Para los métodos de Turc y Coutagne:**

- Temperatura Media Anual.
- Precipitación Anual.
- Superficie de la Cuenca de Captación

- **Para el método de Hargreaves:**

- Radiación Solar Extraterrestre.
- Amplitud Térmica Diaria.
- Temperatura Media Diaria.
- Precipitación Anual.
- Superficie de la Cuenca de Captación.

- **Para el método de Thornthwaite:**

- Temperatura Media Mensual.
- Número Máximo de Horas de Sol.
- Precipitación Anual.
- Superficie de la Cuenca de Captación

Poniendo en común los datos necesarios para los cuatro métodos, las variables necesarias son:

1. Temperatura Media Anual.
2. Temperatura Media Diaria.
3. Amplitud Térmica Diaria.
4. Temperatura Media Mensual.
5. Radiación Solar Extraterrestre.
6. Número Máximo de Horas de Sol.

7. Precipitación Anual.
8. Superficie de la Cuenca de Captación.

3.2.2 SIG empleados

Las cinco primeras variables anteriores (temperatura media anual, temperatura media diaria, amplitud térmica diaria, temperatura media mensual y radiación solar extraterrestre) se han obtenido con el SIG "Radiación Solar en Andalucía" obtenida en la página web de la Junta de Andalucía (2010).

El número máximo de horas de sol se encuentra tabulado según la latitud en el libro "Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements", de Allen, R.G. (1.998).

La precipitación anual en la cuenca de captación de estudio se obtiene en el SIG "S.A.I.H. del Guadalquivir" y la superficie de la cuenca de captación se traza y se mide en el SIG "REDIAM".

3.3 Aplicación al proyecto

PASO 1. Localización de la central Mini hidráulica y de la cuenca de captación.

No se obtienen datos suficientes de temperaturas de La Estación de Santo tome que es la más cercana a la central en estudio, y por su otra cercanía se toma como datos de las temperaturas la de la Estación de San José de los Propios.



Figura 25. Mapa sierra de parque natural de Cazorla, Segura y las villas (Fuente: (Turismo en Cazorla, 2020))

PASO 2. Determinación de las Variables del Modelo en los SIG

Mediante los SIG anteriores se calculan todas las variables necesarias para introducir en la herramienta de análisis; y se obtiene como datos:

1. Temperatura Media Anual: 16,983°C.
2. Temperatura Media Diaria: Recogida en las tablas del Anexo.
3. Amplitud Térmica Diaria: Recogida en las tablas del Anexo.
4. Temperatura Media Mensual: Recogida en las tablas del Anexo.
5. Radiación Solar Extraterrestre Diaria: Recogida en las tablas del Anexo.
6. Número Máximo de Horas de Sol. Recogida en las tablas del Anexo.
7. Precipitación Anual: 799,7 mm.
8. Superficie de la Cuenca de Captación: 3,8 km².

PASO 3. Implementación del Modelo

Ubicación	
Central	Ayuntamiento de Cazorla
Río	Río Cazorla o Cerezuelo
Municipio	Cazorla

Temperatura	16,98333 °C
Precipitación	799,7
Superficie	3,8

Método	Caudal medio	Error (%)
Método de Turc	0,019703436	-50,7414103
Método de Coutnage	0,024243131	-39,3921719
Método de Thornthwaite	0,038840460	-2,89885005
Método de Hargreaves	0,042542529	6,35632329

Tabla 13 . Resumen variables estudio hidrológico (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede comprobar el valor del caudal calculado teóricamente con menor error es el método de Thornthwaite. Sin embargo mediante un análisis de la facturación semestral de agua potable suministrada por el ayuntamiento de Cazorla, (figura 3) y realizando un reparto proporcional bimensual (tabla 2), se ha determinado que el caudal medio instantáneo es de 0,024m³/s.

(E) DESGLOSE SEMESTRAL														
PRIMER SEMESTRE														
CUOTA VARIABLE:														
USO	ABASTECIMIENTO EN BAJA (m ³)		SANEAMIENTO SIN ABASTECIMIENTO (m ³)		EXENCIONES ARTÍCULO 81 (m ³)		BASE IMPONIBLE (m ³)		REDUCCIÓN ARTÍCULO 83.2 (m ³)		BASE LIQUIDABLE (m ³)		CUOTA VARIABLE (€)	
DOMÉSTICO	210	146.232,00	211	0,00	212	0,00	213	146.232,00		215	146.232,00	216	15.886,60	
NO DOMÉSTICO	220	69.181,00	221	0,00	222	0,00	223	69.181,00	224	0,00	225	69.181,00	226	17.295,25
CONSUMO PROPIO	230		231				233	0,00		235	0,00	236		
TOTAL	240	215.413,00	241	0,00	242	0,00	243	215.413,00	244	0,00	245	215.413,00	246	33.181,85
DISMINUCIÓN POR APLICACIÓN PROGRESIVA DEL CANON (D.T. 7ª. 2).....												250	0,00	€
CUOTA VARIABLE DISMINUIDA POR APLICACIÓN PROGRESIVA DEL CANON (D.T. 7ª. 2) (246 - 250).....												251	33.181,85	€
CUOTA FIJA.....												252	33.174,00	€
CUOTA ÍNTEGRA (251 + 252).....												253	66.355,85	€
DEDUCCIÓN POR ADECUACIÓN ART 89.3.....												254		€
RESULTADO SEMESTRAL (253 - 254).....												255	66.355,85	€

Figura 26. Declaración anual del consumo de agua en el municipio de Cazorla

DETERMINACIÓN DE CAUDAL		
Fecha	Consumo	Cargo voluntaria
23/02/2018	64.198,32	Cargo Voluntaria AG1B18
24/04/2018	56.951,1	Cargo Voluntaria 2B18
21/06/2018	60.061,10	Cargo Voluntaria 3B18
23/08/2018	72.129,02	Cargo Voluntaria 4B18
24/10/2018	71.354,59	Cargo Voluntaria 5B18
21/12/2018	64.350,48	Cargo Voluntaria 6B18
TOTAL	38.9045,13	

Tabla 14 . Reparto del caudal promedio bimensual (Fuente: Elaboración propia)

REPARTO PROPORCIONAL MENSUAL DEL AGUA				
Meses	m3/bimens	m3/s	Pmensual	energia
Enero	129459,641	0,02539619	18,4899269	26181,7365
Febrero	129459,641	0,02539619	18,4899269	26181,7365
Marzo	114845,201	0,0217906	15,8648447	380,756273
Abril	114845,201	0,0217906	15,8648447	380,756273
Mayo	121117,745	0,02298075	16,731341	401,552184
Junio	121117,745	0,02298075	16,731341	401,552184
Julio	145452,358	0,02715284	19,7688718	474,452923
Agosto	145452,358	0,02715284	19,7688718	474,452923
Septiembre	143890,675	0,02730166	19,877219	477,053257
Octubre	143890,675	0,02730166	19,877219	477,053257
Noviembre	129766,48	0,02462175	17,926087	430,226087
Diciembre	129766,48	0,02462175	17,926087	430,226087
Promedio (m3/s)	0,02487397			

Tabla 15 . Reparto del caudal promedio mensual (Fuente: Elaboración propia)

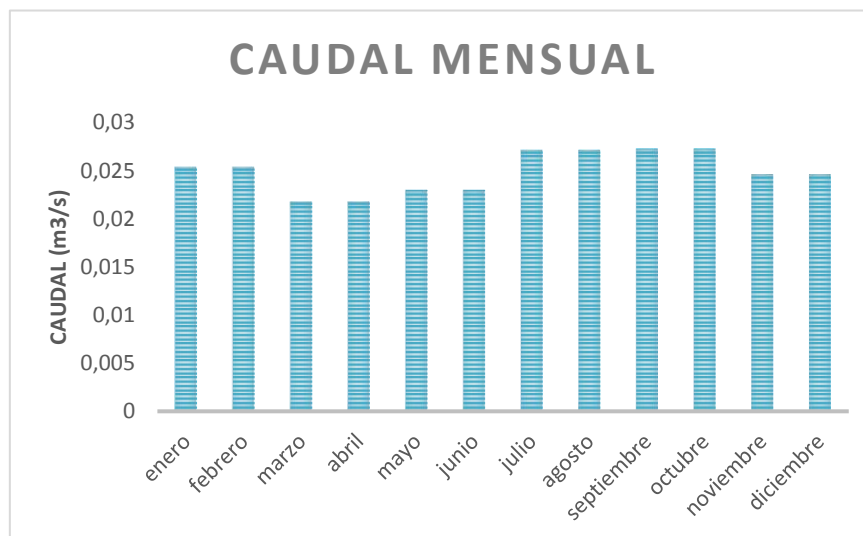


Gráfico 2. Reparto proporcional del caudal mensual (Fuente: Elaboración propia)

El caudal de diseño es el valor promedio calculado (tabla 3). Se ha optado así para tener un cálculo más conservador. Se supone un caudal máximo de 0,035m³/s para así tener un margen de cara a futuras ampliaciones.

Caudal de diseño	0,024 m ³ /s
Caudal máximo	0,035 m ³ /s

4.DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE UNA TURBINA

Los aspectos que se tendrán en cuenta para la elección del tipo de turbina serán:

- Salto Neto (m)
- Caudal (m³/s)
- Potencia de la Turbina (kW)
- Rendimiento de la Turbina

La potencia eléctrica de una minicentral hidroeléctrica es directamente proporcional a dos magnitudes: el salto y el caudal de agua turbinado. La clasificación del salto será:

- ✓ **Salto bruto (H_b):** el salto es la diferencia de nivel entre la lámina de agua en la toma y el punto del río en el que se restituye el agua turbinada.
- ✓ **Salto útil (H_u):** Diferencia entre el nivel de la lámina de agua en la cámara de carga y el nivel de desagüe de la turbina.

$$H_u = H_b - h_c$$

- ✓ **Salto neto (H_n):** Es el resultado de restar al salto útil (H_u) las pérdidas de carga (h) originadas por el paso del agua a través de la embocadura de la cámara de carga y de la tubería forzada y sus accesorios. Para el cálculo de las pérdidas de carga se supone que son del orden de un 5% a un 10% del salto bruto.

$$H_n = H_u - h$$

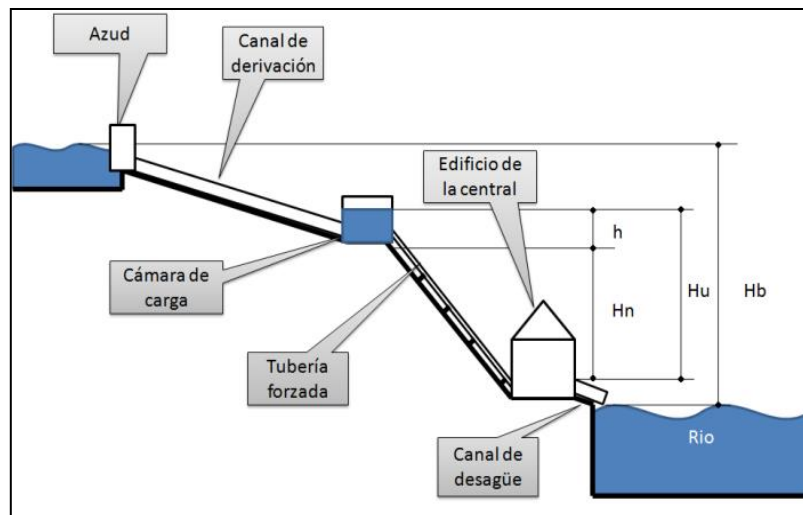


Figura 27. Esquema de un salto de agua (Fuente: (Ogayar, 2012))

Para poder determinar la potencia a instalar y la energía producible a lo largo del año en una minicentral hidroeléctrica, es imprescindible conocer el caudal circulante por el río en la zona próxima a la toma de agua. Para caracterizar hidrológicamente los años para los que se dispone de registro de caudales, se debe recopilar la información de lluvias de las estaciones meteorológicas del entorno, realizando un cálculo correlativo de lluvias y caudales para comprobar si existe relación entre la aportación de lluvias y los caudales registrados.

Cada tipo de turbina tiene un rango de funcionamiento con un caudal máximo y otro mínimo por debajo del cual la turbina no funcionaría con rendimiento aceptable. Por lo tanto, una vez calculado el salto neto y el caudal de diseño, se seleccionará la turbina con ayuda de unos ábacos correspondientes, y se estimarán las producciones de potencia y energía que se obtendrían para el caudal de equipamiento considerado.

5.FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

5.1 Circulación de agua en tuberías

La energía contenida en un fluido incompresible que circula por el interior de un conducto cerrado viene dada por la ecuación de Bernoulli:

$$H_1 = h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g}$$

Siendo:

H= Energía total

h= Elevación de la línea de corriente sobre un plano de referencia

P= La presión

γ =El peso específico del fluido

V= Velocidad de la línea de corriente

g= Aceleración de la gravedad

Osborne Reynolds observó que, cuando se hace circular agua en un tubo a una velocidad suficientemente baja, el flujo exhibe un comportamiento laminar: el agua fluye en forma de tubos múltiples concéntricos, de pared muy delgada.

El tubo virtual exterior se adhiere a la pared del tubo real, mientras que cada uno de los siguientes se desplaza a una velocidad ligeramente mayor que el anterior, hasta alcanzar un máximo en el centro del tubo. La distribución de la velocidad toma la forma de un paraboloides de revolución cuya velocidad media es el cincuenta por ciento del valor máximo en el eje del tubo.

Si se aumenta la velocidad el flujo pasa a ser turbulento, y la distribución de velocidad es más plana. Reynolds encontró que el punto de transición de flujo

$$R_e = \frac{D \cdot V}{\nu}$$

Se ha encontrado experimentalmente que, en un fluido que circula por un tubo de sección circular y paredes lisas, la transición de flujo laminar a flujo turbulento ocurre aproximadamente cuando R_e alcanza el valor 2000. En realidad, esta transición no siempre ocurre exactamente para $R_e = 2000$, sino que varía con las condiciones en

que se realiza el experimento, de forma que más que un punto de transición lo que realmente existe es una zona de transición.

5.2 Pérdida de carga

5.2.1 Pérdida de carga en tuberías

Utilizando la metodología de los volúmenes de control, Darcy y Weisbach derivaron la ecuación que define las pérdidas de carga en tuberías válida tanto para flujos laminares como turbulentos, circulando en conductos de sección transversal arbitraria:

$$h_f = f \left(\frac{L}{D} \right) \cdot \frac{V_1^2}{2g}$$

En donde:

hf: pérdida de carga o de energía (m)

v: velocidad media (m/s)

f: coeficiente de fricción (adimensional)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

L: longitud de la tubería (m)

Q: caudal (m³/s)

D: diámetro interno de la tubería (m)

El coeficiente de fricción f es función del número de Reynolds, y la expresión para su cálculo será válida para tubos lisos, en los que ϵ_r no afecte al flujo al tapar la subcapa laminar las irregularidades y válida hasta $Re < 100000$

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

$$f = 0,3164 \cdot Re^{-0,25}$$

Donde:

ρ : densidad del agua (kg/m³).

μ : viscosidad del agua (Ns/m²).

ϵ_r : rugosidad absoluta de la tubería (m)

5.2.2 Pérdida de carga por singularidades

Existen unas ecuaciones empíricas que permiten calcular de una forma rápida las pérdidas de carga en singularidades, tales como los codos con diferentes radios o

ángulos de curvatura, contracción de los filetes líquidos a la entrada de la tubería, cambios bruscos de sección, disposición de las válvulas.

Todas estas pérdidas de carga se tomarán como despreciables, a excepción de las calculadas por los ángulos de giro que se calcularán en los siguientes apartados.

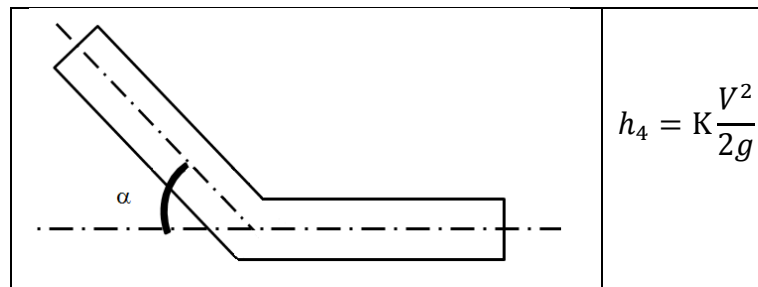


Figura 28. Representación del ángulo vivo del codo de una tubería (Fuente: (Ogayar, 2012))

El valor de K depende del ángulo α y tendrá los siguientes valores:

$\alpha =$	20°	40°	60°	80°	90°	100°
K =	0,046	0,139	0,364	0,740	0,984	1,260

Tabla 16. Valores de K en función del ángulo de los codos

6. VELOCIDAD DEL CAUDAL

En esta sección, se analizan las pérdidas de carga de las dos tuberías forzadas de las que se dispone en la instalación.

Sin embargo, para el cálculo de la potencia total de la instalación se considerará únicamente las pérdidas de carga debidas a la tubería forzada de fundición de 300 mm de diámetro, ya que su salto bruto es el más significativo de ambas y por tanto el más restrictivo.

Se distinguen dos tipos de pérdidas; las primarias o de fricción provocadas por el rozamiento en el tramo de tubería longitudinal y las pérdidas secundarias debidas a las singularidades que se presentan en todo tipo de cambios de sección, dirección o tipo de accesorio.

1º TUBERÍA FORZADA:

Tubería de fundición con una longitud aproximada de 100 metros y un diámetro de 300 mm.

El caudal máximo que circula por ella será 0,02 m³/s, con una velocidad máxima de:

$$V = \frac{Q}{\pi \cdot R^2} = \frac{0,02 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot (0,15\text{m})^2} = 0,282 \cong 0,29 \text{ m/s}$$

2º TUBERÍA FORZADA:

Tubería de fundición con una longitud aproximada de 975 metros y un diámetro de 140 mm.

El caudal máximo que circulará por ella será 0,015 m³/s, con una velocidad máxima de:

$$V = \frac{Q}{\pi \cdot R^2} = \frac{0,015 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot (0,07\text{m})^2} = 0,97 \text{ m/s}$$

Ambas velocidades nos ayudarán a calcular los datos necesarios de la instalación hidráulica.

7. PÉRDIDAS EN LAS TUBERÍAS**7.1 Pérdidas de carga por fricción****1º TUBERÍA FORZADA:**

El valor de Re será:

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu} = \frac{0,3 \cdot 0,29 \cdot 1000}{1,518 \cdot 10^{-3}} = 57312 < 100000$$

Por tanto, se aplica:

$$f = 0,3164 \cdot Re^{-0,25} = 0,02$$

Finalmente, las pérdidas de carga por fricción en la tubería forzada de 300 mm de diámetro serán:

$$h_1 = 0,02 \cdot \frac{100}{0,3} \cdot \frac{0,29^2}{2 \cdot 9,81} = 0,029 \text{ m}$$

2º TUBERÍA FORZADA:

Considerando los mismos cálculos para la tubería forzada de 140 mm de diámetro, se obtiene:

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu} = \frac{0,14 \cdot 0,97 \cdot 1000}{1,518 \cdot 10^{-3}} = 89459 < 100000$$

Por tanto, se aplica:

$$f = 0,3164 \cdot Re^{-0,25} = 0,0183$$

Finalmente, las pérdidas de carga por fricción en la tubería forzada de 140 mm de diámetro serán,

$$h_1 = 0,0183 \cdot \frac{975}{0,14} \cdot \frac{0,97^2}{2 \cdot 9,81} = 6,11 \text{ m}$$

7.2 Pérdidas de carga por singularidades

Se habla de pérdidas que se originan en puntos singulares de las tuberías (cambios de dirección, codos, juntas...) y que se deben a fenómenos de turbulencia.

Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental, puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias.

En este caso, se considerará la metodología de cálculo explicada anteriormente.

1º TUBERÍA FORZADA:

Las pérdidas por singularidades en dicha tubería forzada son mínimas y próximas a cero, pues no existe ningún cambio de sentido o codo especialmente significativo.

$$h_2 = 0$$

2º TUBERÍA FORZADA: I

Las pérdidas por singularidades en dicha tubería forzada serán significativas ya que su trazado es irregular sobre el terreno, diferenciándose múltiples codos, tales como:

	COTA(m)	ÁNGULO DEL CODO	COEFICIENTE K	PÉRDIDAS(m)
CODO 1	883,61	38°	0,139	0,0066
CODO 2	887,24	69°	0,552	0,026
CODO 3	984,1096	80°	0,74	0,036
CODO 4	978,43	60°	0,364	0,017
CODO 5	997,54	40°	0,139	0,006672
CAMBIO DE DIRECCION	883,61	90°	1	0,048
CAMBIO DE DIRECCIÓN	899,13	90°	1	0,048
TOTAL				0,188 metros

Tabla 17 .Pérdidas por singularidades de la tubería forzada a instalar (Fuente: Elaboración propia)

La suma de estas pérdidas de cargas accidentales o localizadas más las pérdidas por rozamiento se conocen como las pérdidas de carga totales.

$$\Delta H = h_1 + h_2 = \sum_1^i \Delta h_i$$

1º TUBERÍA FORZADA

$$\Delta H = h_1 + h_2 = \sum_1^i \Delta h_i = 0,029\text{m} + 0\text{m} = 0,029\text{ m}$$

2º TUBERÍA FORZADA

$$\Delta H = h_1 + h_2 = \sum_1^i \Delta h_i = 6,11\text{m} + 0,188\text{ m} = 6,3\text{ m}$$

El cálculo de las pérdidas de la tubería de fundición de 140 mm de diámetro es informativo, ya que para calcular la potencia de la instalación se han utilizado las pérdidas de la tubería forzada de 300 mm de diámetro, al ser el salto neto mayor.

En la siguiente tabla se ilustra un resumen de los cálculos realizados:

	VELOCIDAD DEL CAUDAL (m/s)	PÉRDIDAS POR FRICCIÓN (m)	PÉRDIDAS POR SINGULARIDADES (m)	PÉRDIDAS TOTALES (m)
TUBERIA FUNDICIÓN Φ300mm	0,29	0,029	0	0,029
TUBERIA FUNDICIÓN Φ140mm	0,97	6,11	0,188	6,3

Tabla 18. Resumen pérdidas totales en cada tubería (Fuente: Elaboración propia)

8. CÁLCULO DEL SALTO NETO

8.1 Determinación del salto neto

Al tratarse de una puesta en funcionamiento de un aprovechamiento existente, se considera únicamente las pérdidas en la conducción forzada.

Se analizan las pérdidas de carga de las dos tuberías forzadas (la tubería ya existente y la que se desea incorporar) aunque se limita el cálculo de la potencia de la central a las pérdidas de carga de la tubería forzada de fundición de 300 mm de diámetro y 100 m de longitud; pues será el salto bruto más significativo.

Por tanto, el salto neto, una vez calculadas las pérdidas debidas a la fricción y las singularidades en la tubería forzada 1, será de 92,771 m.

	TUBERÍA FORZADA 1 (d=300 mm)	TUBERÍA FORZADA 2 (d=140 mm)
Pérdidas por Fricción	0,029m	6,11m
Pérdidas por Singularidades	0m	0,188m
Pérdidas Totales	0,029m	6,3m

Tabla 19. Resumen de pérdidas en las tuberías forzadas (Fuente: elaboración propia)

Se han despreciado otro tipo de pérdidas pues su valor era insignificante a la hora de calcular la potencia.

Para el cálculo del salto neto se consideran las pérdidas de la tubería forzada de diámetro 300 mm aunque se han realizado de igual forma los cálculos para la tubería a incorporar.

Salto Bruto	92,8 m
Salto Neto	92,771 m

9. SELECCIÓN DE TURBINA

Existen tres métodos para la selección de la turbina. Se centrarán los cálculos en el criterio: "*Selección de la turbina según la velocidad específica*".

1 Método: Elección de la turbina según el salto neto

Se parte de un salto neto de 92,771m

Tipo de turbina	Horquilla de salto en metros
Kaplan y hélice	2 < H < 20
Francis	10 < H < 350
Pelton	50 < H < 1300
Flujo cruzado	3 < H < 200
Turgo	50 < H < 250

Tabla 20. Horquillas de altura de salto (Fuente: (Ogayar, 2012))

Este método no es muy preciso pues si se tiene en cuenta solo el salto neto la elección de la turbina queda abierta a un abanico de posibilidades, ya que varias turbinas abarcan el mismo número de metros. Según este método la elección de la turbina estará entre 4 tipo de turbinas diferentes las cuales aceptan el salto neto calculado. Se seleccionará la turbina Pelton en una primera instancia.

2) Método: Elección de la turbina según ábaco

Para este método pasamos a tener en cuenta el caudal máximo a parte del salto neto.

Salto neto	92,771 m
Caudal equipamiento	0,024 m ³ /s

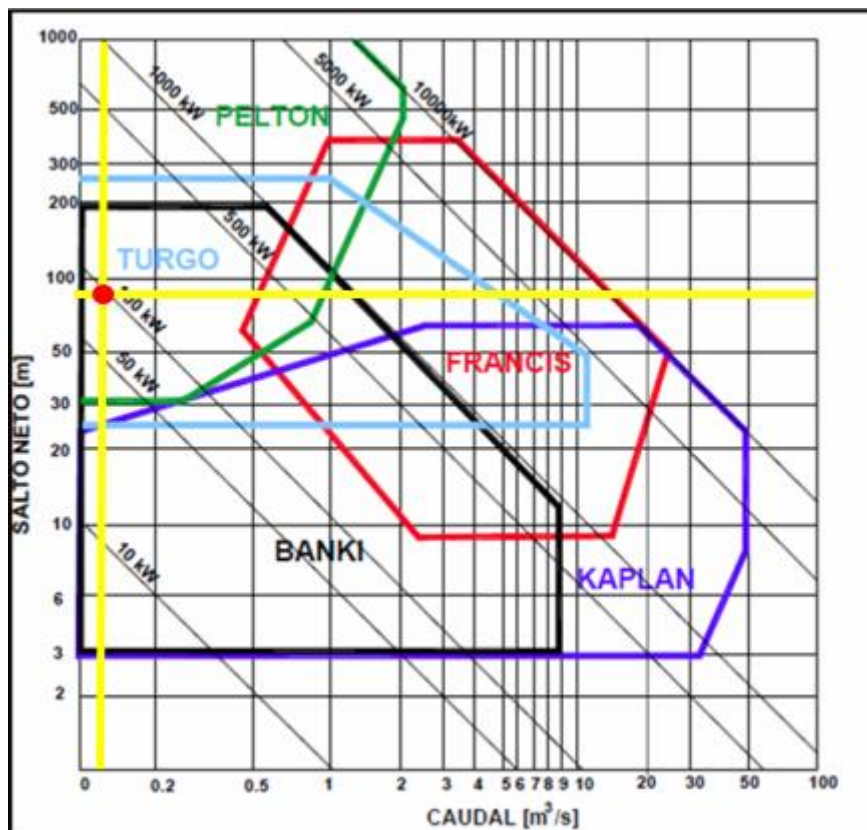


Gráfico 3. Gráfico para selección del tipo de turbina en función del caudal y del salto (Fuente: (ESHA, 2004))

Se cuenta con el siguiente ábaco donde el eje Y representa el salto bruto y el eje X el caudal, con la combinación de ambos se podrá escoger de forma más precisa la turbina a seleccionar.

La intersección altura-caudal deja ver cómo el tipo de turbina a escoger se encuentra dentro del área de la turbina seleccionada: Pelton.

3) Método: Elección de la turbina según la velocidad específica

Este método se rige por el cálculo de la velocidad instantánea, la cual se determina en la tabla para cada tipo de turbina.

Salto neto	92,771 m
Caudal equipamiento	0,024 m ³ /s

Se procede al cálculo de la velocidad instantánea de la siguiente forma:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500$$

Siendo:

n: Velocidad del rotor (rpm)

f: frecuencia (Hz)

p: pares de polos

Se procede al cálculo de la velocidad instantánea de la siguiente forma:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500$$

Siendo:

n: Velocidad del rotor (rpm)

f: frecuencia (Hz)

p: pares de polos

Con los parámetros ya calculados se procede al cálculo de la velocidad específica

$$n_q = \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}} = \frac{1500 \cdot \sqrt{0,024}}{92,771^{\frac{3}{4}}} = 9,3878 \text{ rpm}$$

Siendo:

n: Velocidad del rotor (rpm)

Q: Caudal máximo (m³/s)

H: Salto neto (m)

$$n_s = \frac{n \cdot \sqrt{P \cdot 1,36}}{H^{\frac{5}{4}}} = \frac{1500 \cdot \sqrt{18 \cdot 1,36}}{92,771^{\frac{5}{4}}} = 25,77$$

Siendo:

n: Velocidad del rotor (rpm)

P: Potencia nominal (kW)

H: Salto neto (m)

Coefficiente de velocidad específica:

$$cv = \frac{\omega \cdot \sqrt{Q}}{(gH)^{\frac{3}{4}}} = \frac{2\pi \cdot 50 \cdot \sqrt{0,024}}{(9,81 \cdot 92,771)^{\frac{3}{4}}} = 0,2937$$

Siendo:

n: Velocidad del rotor (rpm)

ω : Velocidad angular (rad/s)

H: Salto neto (m)

g: gravedad

Cifra de velocidad específica:

$$n_o = \frac{\omega \cdot \sqrt{\frac{Q}{\pi}}}{(2gH)^{\frac{3}{4}}} = \frac{2\pi \cdot 50 \cdot \sqrt{\frac{0,024}{\pi}}}{(2 \cdot 9,81 \cdot 92,771)^{\frac{3}{4}}} = 0,0985$$

Siendo:

n : Velocidad del rotor (rpm)

ω : Velocidad angular (rad/s)

H : Salto neto (m)

g : Gravedad

Tipo de turbina	Características	n_o	C_v	n_s	n_q
Pelton	1 rodete y 1 chorro 1 rodete y 2 chorros	0,01 a 0,05	0,05 a 0,15	10 a 30	3 a 10
	1 rodete y 1 chorro 1 rodete y 4 chorros	0,05 a 0,11	0,15 a 0,35	30 a 50	10 a 17
	2 rodete y 2 chorros			40 a 65	13 a 21
Francis	Lenta	0,10 a 0,70	0,35 a 2,70	65 a 125	21 a 41
	Normal			125 a 175	41 a 58
	Normal			175 a 225	58 a 75
	Rápida			225 a 350	75 a 116
	Rápida			350 a 500	116 a 140
Hélice y Kaplan	Lenta	0,40 a 2	1,6 a 5,50	350 a 600	116 a 200
	Rápida			600 a 800	200 a 266
	Ultra rápida			800 a 1000	266 a 333
Flujo cruzado	Normal	0,06 a 0,45	0,18 a 1,32	30 a 210	10 a 70

Tabla 21. Selección de la turbina en función de la velocidad específica (Fuente: (Ogayar, 2012))

Con los parámetros calculados se obtiene que la elección de la turbina será finalmente un modelo Pelton.

Tipo de turbina	Pelton
Potencia nominal	18kW
Caudal de diseño	0,024m ³ /s
Salto neto	92,771
Tensión de generación	Baja tensión
Funcionamiento	Autoconsumo convertido a red

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

II: ANEXO DE CÁLCULOS. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	81
2.	OBJETO	81
3.	CÁLCULO DE POTENCIA	81
4.	CÁLCULO DE CONDUCTORES.....	84
4.1	Características Técnicas de los conductores	84
4.2	Cálculo de conductores aplicado al proyecto	86
5.	CÁLCULO DE PROTECCIONES	108
5.1	Cálculo de protecciones. Conceptos generales	108
5.2	Protección de sobrecargas	109
5.2.1	Interruptor automático y magnetotérmico.....	110
5.2.2	Fusibles tipo gG.....	112
5.3	Protección contra sobretensiones	113
5.4	Protección contra contactos directos.....	113
5.5	Protección contra contactos indirectos	114
5.6	Cálculo de protecciones en el proyecto.....	115
6.	SISTEMA DE CONEXIÓN A LOS CENTROS DE CONSUMO	139
6.1	Relé conmutador	139
6.2	Aplicación en el proyecto	140
7.	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA.....	140
7.1	Generalidades	140
7.2	Resistencia de las tomas de tierra	141
7.3	Cálculo de las redes de tierra.....	142
7.3.1	Método UNESA	142
7.3.2	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	142
8.	ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION	146

1. INTRODUCCIÓN

Este Anexo trata del cálculo necesario que justifican la elección de los diferentes dispositivos y elementos integrantes en las instalaciones eléctricas proyectadas en la minicentral hidroeléctrica Ayuntamiento de Cazorla.

La conexión en los tramos de potencias se generará y se conectará a la red en Baja Tensión. Por lo que será necesario instalar tan solo un cuadro de potencia para la interconexión a los centros de consumo y la conexión a dichos centros de consumo.

2. OBJETO

El objeto de este Documento es establecer los cálculos necesarios para las siguientes consideraciones en estudio:

- Cálculo de la potencia generada
- Línea de BT desde el edificio de la minicentral hasta un punto de interconexión formado por un conmutador y un reloj astronómico donde se derivará la energía a cada uno de los puntos de consumo:
 - Derivación 1: Ayuntamiento
 - Derivación 2: Alumbrado (CT "El Solarillo")
- Sistema de interconexión al sistema de Baja Tensión.
- Protecciones necesarias para la instalación eléctrica de la línea BT
- Puesta a tierra de la instalación

3. CÁLCULO DE POTENCIA

La potencia generada de la central se calculará a partir de la siguiente expresión:

$$P(\text{kW}) = 9,81 \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) \cdot H_n(\text{m}) \cdot Q_{\text{diseño}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \cdot \eta_{\text{turbina}} \cdot \eta_{\text{multip}} \cdot \eta_{\text{gener}} \cdot \eta_{\text{transf}}$$

Aplicando las fórmulas correspondientes a las pérdidas de carga, se obtienen las pérdidas de carga totales de las dos tuberías, y descontando esta suma de pérdidas al salto bruto se dispone del salto neto:

$$\text{Salto neto} = \text{Salto bruto} - \Delta H = 92,8\text{m} - 0,029\text{m} = 92,771 \text{ m.}$$

El cálculo de la potencia se ha realizado a partir del caudal promedio mensual obtenido en el anexo de cálculos hidráulicos, pues sabiendo este valor y aplicando la ecuación anterior se puede obtener el valor de la potencia promedio mensual.

Como se puede comprobar en la (Tabla 22) se ha realizado un reparto proporcional mensual al igual que con el caudal, de donde se ha obtenido que la potencia promedio anual es de 18 kW.

POTENCIA MENSUAL		
MESES	CAUDAL (m ³ /s)	POTENCIA (kW)
ENERO	0,025	18,48
FEBRERO	0,025	18,48
MARZO	0,021	15,86
ABRIL	0,021	15,86
MAYO	0,022	16,73
JUNIO	0,022	16,73
JULIO	0,027	19,76
AGOSTO	0,027	19,76
SEPTIEMBRE	0,027	19,87
OCTUBRE	0,027	19,87
NOVIEMBRE	0,024	17,92
DICIEMBRE	0,024	17,92
PROMEDIO	0,024	18,11

Tabla 22. Reparto mensual del caudal y potencia generada. (Fuente: Elaboración propia)

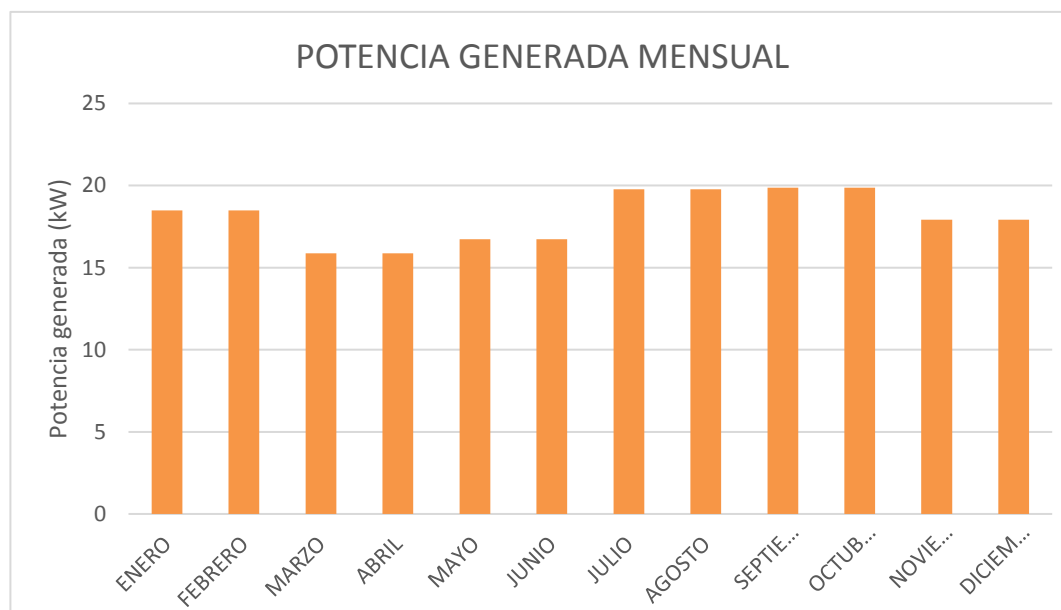


Gráfico 4. Reparto mensual del caudal y potencia generada. (Fuente: Elaboración propia)

Por tanto, la potencia generada de la minicentral hidroeléctrica Ayuntamiento de Cazorla será:

$$P(\text{kW}) = 9,81 \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) \cdot 92,771(\text{m}) \cdot 0,024 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \cdot 0,8 = 18,05 \text{ kW}$$

Siendo:

$$H_n = H_B - \Delta H (\text{m})$$

$$Q_{\text{diseño}} = 0,024 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\eta_{\text{turbina}} * \eta_{\text{multip}} * \eta_{\text{gener}} = 0,8$$

Para el cálculo del tiempo de funcionamiento de la central u horas de trabajo de la minicentral se tendrá en cuenta las horas de parada por el mantenimiento anual. Para este caso, se considera una pérdida del 5%; por lo que el tiempo de funcionamiento final será:

$$t(h) = 24 \frac{h}{\text{dia}} \cdot 365 \frac{\text{dias}}{\text{año}} \cdot 0,95 = 8322 \frac{h}{\text{año}}$$

La energía anual generada o producida será:

$$E(\text{kWh}) = P(\text{kW}) \cdot t(h) = 18 \text{ kW} \cdot 8322 \frac{h}{\text{año}} = 149796 \text{ kWh} \cong 150 \text{ MWh}$$

4. CÁLCULO DE CONDUCTORES

Se debe tener en cuenta que, parte de la instalación eléctrica consiste en una línea subterránea con cables directamente enterrados y la otra, de distribución aérea formada por cables de conductores aislados con polietileno reticular (XLPE), en haz a espiral visible posados sobre fachada.

4.1 Características Técnicas de los conductores

Tramo subterráneo³

Por una parte, la instalación subterránea cuenta con cable de cobre o aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica para los esfuerzos a los que sean sometidos.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior de 6 mm² para conductores de cobre y 16 mm² para conductores de aluminio.

Al tratarse de cables directamente enterrados, se tiene que tener en cuenta una serie de condiciones a cumplir, la profundidad hasta la parte inferior del cable no será menor de 0,60 m en acera ni 0,80 m en calzada.

Para ello:

-El lecho de zanja será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá de una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo de 0,05m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05m entre los cables y las paredes laterales.

³ ITC-BT-07

-Por encima de la arena todos los cables deberán tener protección mecánica, como por ejemplo losetas de hormigón, placas protectores de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones equivalentes. Se colocará también una vinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10m y a la parte superior del cable de 0,25m

Tramo aéreo⁴

Por otro lado, los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio u otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas y serán preferentemente aislados.

Los conductores aislados serán tensión asignada no inferior a 0,6/1kV tendrán un recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias especificadas en la norma UNE 21.030.

La sección mínima permitida en los conductores de aluminio será de 16 mm², y en los de cobre de 10mm². La sección mínima correspondiente a otros materiales será la que garantice una resistencia mecánica y conductividad eléctrica no inferiores a las que corresponden a los de cobre anteriormente indicados.

Cálculo de conductores en el proyecto

Para tener una ligera idea de la sección a calcular, se realiza el cálculo de la sección para la longitud total de la instalación:

$$S = \frac{P(w) \cdot L(m)}{\gamma \cdot V(v) \cdot \Delta V(v)} = \frac{18000W \cdot 760m}{28 \cdot 400V \cdot 20V} = 61,07mm^2$$

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 23. Conductividades γ , (en m/Ωmm²) para el cobre y aluminio a distintas temperaturas. (Fuente: (REBT, 2002))

⁴ ITC-BT-06

γ = conductividad del aluminio 28 a 90°

V = tensión en voltios

ΔV = caída de tensión máxima admisible según el REBT. Al tratarse de un circuito interior, es decir, circuito de fuerza que no es vivienda la caída de tensión máxima es el 5% de la tensión, es decir 20 V.

La sección inmediatamente superior normalizada para este tipo de instalaciones sería 95 mm^2 .

4.2 Cálculo de conductores aplicado al proyecto

Comprobación general por caída de tensión (teniendo en cuenta las características de la línea subterránea)⁵

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S}$$

En este caso se calcula la conductividad real para la temperatura máxima prevista en servicio.

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para el aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2 = 25^\circ\text{C} + (90 - 25) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2$$

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 \text{ A}$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 \text{ A}$$

⁵ Método obtenido de GUÍA-BT-ANEXO 2

Y la intensidad máxima admisible para la sección de 95 mm²



Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	67	65	55	64	63	51
25	93	90	75	85	82	68
35	115	110	90	105	100	82
50	140	135	115	130	125	100
70	180	175	145	165	155	130
95	220	215	180	205	195	160
120	260	255	215	235	225	185
150	300	290	245	275	260	215
185	350	345	285	315	300	245
240	420	400	340	370	360	290
300	480	465	390	425	405	335
400	560	545	455	505	475	385
500	645	625	520	-	-	-
630	740	715	600	-	-	-

Tabla 24. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (Servicio permanente). (Fuente: (REBT, 2002))

Se escoge la intensidad máxima admisible más restrictiva para comprobar a término general si cumple o no con el criterio de caída de tensión, por eso usamos como $I_{\text{máxadm}}=220\text{A}$

$$Tr = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{\text{max}}} \right)^2 = 25^\circ\text{C} + (90 - 25) \cdot \left(\frac{36,075}{220} \right)^2 = 26,74^\circ\text{C}$$

Finalmente calculamos el valor de la conductividad para esta temperatura.

Material	$\rho_{20} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{70} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{90} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\alpha (^\circ\text{C}^{-1})$
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

Tabla 25. Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados (Fuente: (REBT, 2002))

$$\gamma = \frac{\gamma_{20^\circ\text{C}}}{1 + \alpha \cdot (Tr - T_0)} = \frac{35}{1 + 0,00403 \cdot (26,74 - 20)} = 34,07$$

Una vez se ha calculado la conductividad para la temperatura máxima de servicio se pasa a comprobar finalmente si cumple o no por caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S} = \frac{18000W \cdot 760m}{400V \cdot 34,07 \cdot 95} = 10,56 V < 20V$$

CUMPLE por criterio de caída de tensión

Comprobación general por caída de tensión (Comprobación teniendo en cuenta características de la línea aérea)

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S}$$

En este caso se calcula la conductividad real para la temperatura máxima prevista en servicio.

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para el aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2 = 25^\circ C + (90 - 25) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2$$

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

Y la intensidad máxima admisible para la sección de 95 mm²

Número de conductores por sección mm ²	Intensidad máxima en A	
	Posada sobre fachadas	Tendida con fiador de acero
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301

Tabla 26. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C (Fuente: (REBT, 2002))

Se escoge la intensidad máxima admisible más restrictiva para comprobar a término general si cumple o no con el criterio de caída de tensión, por eso usamos como

$$I_{\text{máxadm}} = 207 \text{ A}$$

$$Tr = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{\text{max}}} \right)^2 = 40^\circ\text{C} + (90 - 40) \cdot \left(\frac{36,075}{230} \right)^2 = 41,51^\circ\text{C}$$

Finalmente calculamos el valor de la conductividad para esta temperatura.

Material	$\rho_{20} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{70} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{90} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\alpha (^\circ\text{C}^{-1})$
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

Tabla 27. Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados (Fuente: (REBT, 2002))

$$\gamma = \frac{\gamma_{20^\circ\text{C}}}{1 + \alpha \cdot (Tr - T_0)} = \frac{35}{1 + 0,00403 \cdot (41,51 - 20)} = 32,20$$

Una vez se ha calculado la conductividad para la temperatura máxima de servicio se pasa a comprobar finalmente si cumple o no por caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S} = \frac{18000 \text{ W} \cdot 760 \text{ m}}{400 \text{ V} \cdot 32,20 \cdot 95 \text{ mm}^2} = 11,18 \text{ V} < 20 \text{ V}$$

CUMPLE por criterio de caída de tensión

Comprobación general por intensidad máxima admisible (teniendo en cuenta las características de la línea subterránea)

P=18kW
L=350m
Tamb=25°C
Tmáx=90°C
Recubrimiento: XLPE
Conductor: Terna de cables unipolares de aluminio directamente enterrados
Factores de corrección:
T ^a =25 °C
Resistividad térmica del terreno=1,20 K.m/W
Profundidad=0,90 m

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 \text{ A}$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{\text{servicio}} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 \text{ A}$$



Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	67	65	55	64	63	51
25	93	90	75	85	82	68
35	115	110	90	105	100	82
50	140	135	115	130	125	100
70	180	175	145	165	155	130
95	220	215	180	205	195	160
120	260	255	215	235	225	185
150	300	290	245	275	260	215
185	350	345	285	315	300	245
240	420	400	340	370	360	290
300	480	465	390	425	405	335
400	560	545	455	505	475	385
500	645	625	520	-	-	-
630	740	715	600	-	-	-

Tabla 28. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (Servicio permanente). (Fuente: **(REBT, 2002)**)

$$I_{\text{máxadm}}=220 \text{ A}$$

Como la instalación subterránea no tiene los todos los valores ideales en sus parámetros (Temperatura, resistividad del terreno etc), pasamos a calcular los distintos factores de corrección que, multiplicándolos a la intensidad nominal, nos dará el valor real de ésta.

Aplicando los factores de corrección (FC):

$$I_{\text{máxadmreal}}=I_{\text{máxadm}} \cdot FC$$

Temperatura de servicio Θ_s (°C)	Temperatura del terreno, Θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 29. Factor de corrección F, para temperatura del terreno distinto de 25°C (Fuente: (REBT, 2002))

Como nuestra temperatura máxima de servicio permanente es 90°C y la temperatura del terreno 25°C, nuestro factor de corrección será 1.

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K.m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

Tabla 30. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1K m/W (Fuente: (REBT, 2002))

Se supone una resistividad, de 1,10 K.m/W, por lo tanto, el factor de corrección a emplear es 0,96

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

Tabla 31. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares (Fuente: (REBT, 2002))

Al ser una instalación formada por cables enterrados directamente este factor de corrección no se tendrá en cuenta y se supondrá 1.

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 32. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación (Fuente: (REBT, 2002))

Se supone una profundidad de 0,90m, y para esta el factor de corrección será 0,98

$$I_{\max} = I_{\max adm} \cdot FC = 220A \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,98 = 200,5 A$$

$$I_{\max adm} > I_{\text{servicio}}$$

CUMPLE por criterio de intensidad máxima admisible

Comprobación general por intensidad máxima admisible (teniendo en cuenta las características de la línea aérea)

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{\text{servicio}} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 \text{ A}$$

Número de conductores por sección mm ²	Intensidad máxima en A	
	Posada sobre fachadas	Tendida con fiador de acero
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301

Tabla 33. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C (Fuente: (REBT, 2002))

$$I_{\text{máx admisible}} = 207 \text{ A}$$

$$I_{\text{máx admisible}} > I_{\text{servicio}}$$

CUMPLE por criterio de intensidad máxima admisible

Por lo tanto, se puede confirmar que la sección del cable será de 95mm²

Para tener en cuenta el efecto acumulativo de la caída de tensión de todos los tramos desde el punto de generación hasta el punto de consumo se realiza de nuevo la comprobación por criterio de caída de tensión, pero tramo por tramo:

Cálculo de los conductores

Tramo 1 - Central generadora-Fachada C/ Llera

Datos para tramo 1

P=18 kW

L=350 m

T_{amb}= 25°C

T_{máx}= 90°C

Recubrimiento: XLPE

Conductor: Terna de cables unipolares de aluminio directamente enterrados



Figura 29. Situación geográfica línea BT tramo 1 (Fuente: Elaboración propia)

Para el caso de conductor de Aluminio directamente enterrado:

$$S = \frac{P(w) \cdot L(m)}{\gamma \cdot V(v) \cdot \Delta V(v)}$$

Donde,

γ = conductividad del aluminio 28 a 90°

V = tensión en voltios

ΔV = caída de tensión máxima admisible según el REBT. Al tratarse de un circuito interior, es decir, circuito de fuerza que no es vivienda la caída de tensión máxima es el 5% de la tensión, es decir 20 v.

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 34. Conductividades γ , (en $m/\Omega mm^2$) para el cobre y aluminio a distintas temperaturas. (Fuente: (REBT, 2002))

Se comprueba si la sección prefijada 95 mm² es la correcta:

Por criterio de caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S}$$

En este caso se calcula la conductividad real para la temperatura máxima prevista en servicio.

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T₀(25°C para cables enterrados y 40°C para el aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2 = 25^\circ C + (90 - 25) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2$$

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

Y la intensidad máxima admisible para la sección de 95 mm²



Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifasico		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	67	65	55	64	63	51
25	93	90	75	85	82	68
35	115	110	90	105	100	82
50	140	135	115	130	125	100
70	180	175	145	165	155	130
95	220	215	180	205	195	160
120	260	255	215	235	225	185
150	300	290	245	275	260	215
185	350	345	285	315	300	245
240	420	400	340	370	360	290
300	480	465	390	425	405	335
400	560	545	455	505	475	385
500	645	625	520	-	-	-
630	740	715	600	-	-	-

Tabla 35. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (Servicio permanente). (Fuente: (REBT, 2002))

$$I_{\max adm} = 220 \text{ A}$$

$$Tr = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{\max}} \right)^2 = 25^\circ\text{C} + (90 - 25) \cdot \left(\frac{36,075}{220} \right)^2 = 26,74^\circ\text{C}$$

Finalmente calculamos el valor de la conductividad para esta temperatura:

Material	$\rho_{20} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{70} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{90} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\alpha (^\circ\text{C}^{-1})$
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

Tabla 36. Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados (Fuente: (REBT, 2002))

$$\gamma = \frac{\gamma_{20^\circ\text{C}}}{1 + \alpha \cdot (Tr - T_0)} = \frac{35}{1 + 0,00403 \cdot (26,74 - 20)} = 34,07$$

Una vez se ha calculado la conductividad para la temperatura máxima de servicio se pasa a comprobar finalmente si cumple o no por caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S} = \frac{18000W \cdot 350m}{400V \cdot 34,07 \cdot 95} = 4,866 V < 20V$$

CUMPLE por criterio de caída de tensión

Tramo 2 – Fachada C/Llera-Punto de interconexión

Datos para tramo 2

P=18kW
$\Delta V= 5\% (20V)$
L=310m
Tamb=40°C
Tmáx=90°C
Recubrimiento: XLPE
Conductor: cables sin neutro fiador posados sobre fachada

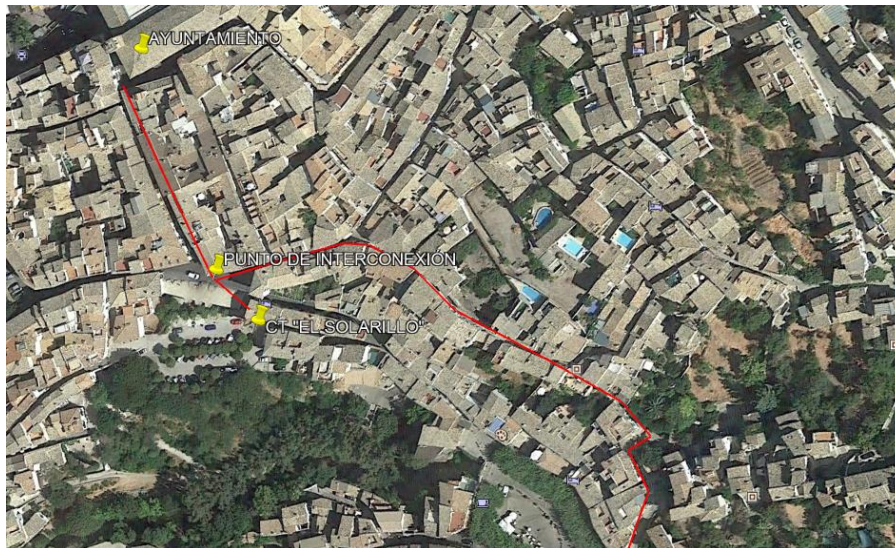


Figura 30. Situación geográfica línea BT tramo 2 (Fuente: Elaboración propia)

Se repite el mismo procedimiento que el realizado anteriormente

Se comprueba si esa sección es la correcta:

Por criterio de caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S}$$

En este caso se calcula la conductividad real para la temperatura máxima prevista en servicio.

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para el aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2 = 40^\circ C + (90 - 40) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2$$

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

Y la intensidad máxima admisible para la sección de 25 mm²

Número de conductores por sección mm ²	Intensidad máxima en A	
	Posada sobre fachadas	Tendida con fiador de acero
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301

Tabla 37. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C (Fuente: (REBT, 2002))

$$Tr = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2 = 40^\circ C + (90 - 40) \cdot \left(\frac{36,075}{207} \right)^2 = 41,51^\circ C$$

Material	$\rho_{20} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{70} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{90} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\alpha (^\circ\text{C}^{-1})$
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

Tabla 38. Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados (Fuente: (REBT, 2002))

$$\gamma = \frac{\rho}{1 + \alpha \cdot (Tr - T_0)} = \frac{35}{1 + 0,00403 \cdot (41,51 - 20)} = 32,20$$

Una vez se ha calculado la conductividad para la temperatura máxima de servicio se pasa a comprobar finalmente si cumple o no por caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S} = \frac{18000W \cdot 310m}{400V \cdot 32,20 \cdot 95} = 4,56 V < 20V$$

$$\sum \Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\sum \Delta V < 20V$$

$$\sum \Delta V = 4,866 + 4,56 = 9,42V$$

$$9,42V < 20V$$

CUMPLE por criterio de caída de tensión

TRAMO 3- Punto de interconexión-Ayuntamiento (Derivación 1)

P=18kW
 $\Delta V= 5\%$ (20V)
 L=100m
 $T_{amb}=40^{\circ}C$
 $T_{m\acute{a}x}=90^{\circ}C$
 Recubrimiento: XLPE
 Conductor: cables sin neutro fiador posados sobre fachada



Figura 31. Situación geográfica línea BT tramo 3 (Derivación 1) (Fuente: Elaboración propia)

Se repite el mismo procedimiento que en los dos tramos anteriores. Y se comprueba si esa sección es la correcta:

Por criterio de caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S}$$

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2 = 40^{\circ}C + (90^{\circ}C - 40^{\circ}C) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2$$

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

Y la intensidad máxima admisible para la sección de 95 mm²

Número de conductores por sección mm ²	Intensidad máxima en A	
	Posada sobre fachadas	Tendida con fiador de acero
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301

Tabla 39. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C (Fuente: (REBT, 2002))

$$Tr = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2 = 40^\circ C + (90^\circ C - 40^\circ C) \cdot \left(\frac{36,075}{207}\right)^2 = 41,51^\circ C$$

$$\gamma = \frac{\rho}{1 + \alpha \cdot (Tr - T_0)} = \frac{35}{1 + 0,00403 \cdot (41,51 - 20)} = 32,20$$

Una vez se ha calculado la conductividad para la temperatura máxima de servicio se pasa a comprobar finalmente si cumple o no por caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S} = \frac{18000W \cdot 100m}{400V \cdot 32,20 \cdot 95} = 1,47V < 20V$$

$$\Sigma \Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\Sigma \Delta V < 20V$$

$$\Sigma \Delta V = 4,86 + 4,56 + 1,47 = 10,89V$$

$$10,89V < 20V$$

CUMPLE por criterio de caída de tensión

TRAMO 4- Punto interconexión -CT "El Solarillo" (Derivación 2)

P=18kW
$\Delta V = 5\%$ (20V)
L=30m
Tamb=40°C
Tmáx=90°C
Recubrimiento: XLPE
Conductor: cables sin neutro fiador posados sobre fachada



Figura 32. Situación geográfica línea BT tramo 4 (Derivación 2) (Fuente: Elaboración propia)

Se comprueba si esa sección es la correcta:

Por criterio de caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S}$$

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2 = 40^{\circ}\text{C} + (90^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2$$

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000\text{W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 \text{ A}$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 \text{ A}$$

Y la intensidad máx admisible para la sección de 25 mm²

Número de conductores por sección mm ²	Intensidad máxima en A	
	Posada sobre fachadas	Tendida con fiador de acero
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301

Tabla 40. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C (Fuente: (REBT, 2002))

$$Tr = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2 = 40^{\circ}\text{C} + (90 - 40) \cdot \left(\frac{36,075}{207}\right)^2 = 41,51^{\circ}\text{C}$$

$$\gamma = \frac{\rho}{1 + \alpha \cdot (Tr - T_0)} = \frac{35}{1 + 0,00403 \cdot (41,51 - 20)} = 32,20$$

Una vez se ha calculado la conductividad para la temperatura máxima de servicio se pasa a comprobar finalmente si cumple o no por caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S} = \frac{18000\text{W} \cdot 30\text{m}}{400\text{V} \cdot 32,20 \cdot 95} = 0,44\text{V} < 20\text{V}$$

$$\sum \Delta V = \Delta V1 + \Delta V2$$

$$\sum \Delta V < 20V$$

$$\sum \Delta V = 4,86 + 4,56 + 0,44 = 9,86V$$

$$11,33V < 20V$$

CUMPLE por criterio de caída de tensión

Tramo generador-cuadro general de mando y protección

Este tramo tendrá una longitud de 5m aproximadamente, y se tratará como instalación interior (ITC-BT-19).

Partirá desde el generador asíncrono hasta el cuadro de mando y protección, donde se encontrará la derivación a los servicios auxiliares.

Para calcular este tramo, se comienza calculando la sección por el criterio de intensidad máxima admisible, pues será el criterio más restrictivo, ya que, al suponer una longitud tan pequeña como 5m, la caída de tensión será prácticamente 0.

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,9} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

La disposición de los conductores será la de conductores aislados en tubos o montaje superficial o empotrados en obra.

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR			3x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ²⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾					3x PVC			2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾						3x PVC				3x XLPE o EPR ¹⁾	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁶⁾									3x PVC ¹⁾	3x XLPE o EPR	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	154	206
		50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	188	250
		70			149	160	171	188	202	224	244	244	321
		95			180	194	207	230	245	271	296	296	391
		120			208	225	240	267	284	314	348	348	455
		150			236	260	278	310	338	363	404	404	525
	185			268	297	317	354	386	415	464	464	601	
	240			315	350	374	419	455	490	552	552	711	
	300			360	404	423	484	524	565	640	640	821	

Tabla 41. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento (Fuente: (REBT, 2002))

A partir de una sección de 10mm² nos cumpliría por criterio de intensidad máxima admisible, pero se sobredimensiona a 16mm².

Cálculo de caída de tensión

$$\Delta V = \frac{P(w) \cdot L(m)}{V \cdot \gamma \cdot S} = \frac{18000W \cdot 5m}{400V \cdot 44 \cdot 16mm^2} = 0,32V$$

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 42. Conductividades γ , (en m/Ωmm²) para el cobre y aluminio a distintas temperaturas. (Fuente: (REBT, 2002))

Como bien se ha mencionado con anterioridad, la caída de tensión es prácticamente despreciable.

Finalmente, la sección seleccionada para este tramo será de 3x16mm²

Servicios auxiliares en la minicentral

La sección del conductor será de Cu bajo tubo empotrado en obra y abastecerá principalmente a la iluminación y tomas extras del edificio de la central.

Para calcular la sección de los conductores que alimentan los servicios auxiliares de la minicentral como la toma de corriente o la iluminación, se suponen también longitudes pequeñas como 2m y unas potencias de 3000W para la toma de corriente y 50W para la iluminación.

Toma de corriente:

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos(\alpha)} = \frac{3000W}{230 \cdot 1} = 13,04 A$$

La disposición de los conductores será la de conductores aislados en tubos o montaje superficial o empotrados en obra.

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR			2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0.3D					3x PVC			2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D						3x PVC				3x XLPE o EPR	
G		Cables unipolares separados mínimo D									3x PVC		3x XLPE o EPR
		mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1.5	11	11.5	13	13.5	15	16	-	18	21	23	-
		2.5	15	16	17.5	18.5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35	77	86	96	96	104	110	119	131	144	154	206
		50	94	103	117	117	125	133	145	159	175	188	250
		70			149	160	171	188	202	224	244	321	
		95			180	194	207	230	245	271	296	391	
		120			208	225	240	267	284	314	348	455	
		150			236	260	278	310	338	363	404	525	
		185			268	297	317	354	386	415	464	601	
		240			315	350	374	419	455	490	552	711	
		300			360	404	423	484	524	565	640	821	

Tabla 43. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento (Fuente: (REBT, 2002))

Valdría una sección a partir de 2,5 mm².

Se desprecia la caída de tensión al ser una longitud tan pequeña. Por lo tanto, la sección será de 2x2,5mm² para las tomas de corriente.

Iluminación:

La intensidad de servicio es:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos(\alpha)} = \frac{50W}{230 \cdot 1} = 0,217 A$$

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR			2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0.3D					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D					3x PVC				3x XLPE o EPR		
G		Cables unipolares separados mínimo D								3x PVC		3x XLPE o EPR	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821

Tabla 44. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento (Fuente: (REBT, 2002))

Valdría una sección a partir de 1,5 mm².

Se desprecia la caída de tensión al ser una longitud tan pequeña. Por lo tanto, la sección será de 2x1,5mm² para los servicios auxiliares.

Se puede observar como la caída de tensión máxima al final de la instalación (o bien en un punto de consumo o bien en otro, ya que se sabe que ambos no funcionan simultáneamente) es menor que la caída de tensión establecida como mínima 20V.

CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN					CRITERIO INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE		
SECCIÓN 95 mm ²							
Tr (°C)	γ Tr(m/ Ω mm ²)	Imáxadm (A)	ΔV	Condición: $\Delta V < 20V$	Imáx adm (A)	Iservicio (A)	Condición: Imáxadm > Iserv
26,7 4	34,0733	220	4,865670 58	4,86567058	220	36,08439 18	220
41,5 1	32,2069	207	9,425005 2	9,425005196	207	36,08439 18	207
41,5 1	32,2069	207	10,89575 83	10,8957583	207	36,08439 18	207
41,5 1	32,2069	207	9,866231 13	9,866231126	207	36,08439 18	207

Tabla 45. Tabla resumen comprobación criterio de caída de tensión en cada tramo. (Fuente: Elaboración propia)

SECCIÓN				
TRAMOS	LIMITES	TIPO DE CONDUCTOR	SECCIÓN	RECUBRIMIENTO
TRAMO 1	Central generadora-Calle	Cables de aluminio directamente enterrados	3x95/50 mm ² Aluminio	XLPE
TRAMO 2	Calle-P.Interconexión	Cables sin neutro fiador posados sobre fachada	3x95/50 mm ² Aluminio	XLPE
	Derivación 1			
	Derivación 2			

Tabla 46. Tabla resumen cálculo de sección. (Fuente: Elaboración propia)

5. CÁLCULO DE PROTECCIONES

5.1 Cálculo de protecciones. Conceptos generales

La protección de las líneas de interconexión tiene como objetivo regular y controlar, mediante equipos de protección, que las líneas no superen sus valores umbrales máximos permitidos para velar tanto por la seguridad de la instalación, equipos, como de las personas. Deberán incorporar protecciones generales contra sobrecargas, sobretensiones, contactos directos e indirectos, tal y como indica la ITC-BT-40.

5.2 Protección de sobreintensidades⁶

Como bien se expone en ITC-BT 22, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que pueden presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas
- Cortocircuitos
- Descargas atmosféricas

A) Protección contra sobrecargas

Ocurren si el receptor, durante su funcionamiento, consume una potencia superior a la nominal. Son debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia: el límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

B) Protección contra cortocircuitos

Se dan cuando dos conductores que se encuentran a distinto potencial se ponen en contacto directamente o a través de un elemento metálico con baja impedancia. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de la conexión.

⁶ ITC-BT-22

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que solo un dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Estos dispositivos van alojados en los Cuadros de Distribución o Mando y Protección. Las protecciones para circuitos basan su funcionamiento en interrumpir la alimentación cuando se detecte una intensidad superior a la que debería circular durante el funcionamiento normal de los receptores.

5.2.1 Interruptor automático y magnetotérmico

Los Magnetotérmicos son interruptores automáticos que protegen a los circuitos (conductores y receptores) ya que interrumpen automáticamente la alimentación si detectan una sobreintensidad.

Según la causa que provoque esta sobreintensidad, la interrupción del circuito se producirá de manera diferente:

- SOBRECARGAS: interrumpirán el circuito, por efecto TÉRMICO. Su funcionamiento depende, además, de la duración de la sobrecarga.

- CORTOCIRCUITOS: abrirán el circuito por efecto ELECTROMAGNÉTICO. Su funcionamiento no depende del tiempo.

El calibre del magnetotérmico debe ser menor o igual que la máxima intensidad admisible por el conductor instalado (que puede determinarse en el R.E.B.T.) con objeto de que al superarse esa intensidad, se interrumpa el circuito en un tiempo tal que no se dañe el conductor. Además, el calibre se escogerá de un valor superior a la corriente de empleo, que es la corriente que se consume en el circuito a proteger durante su funcionamiento normal, para que no se interrumpa el circuito durante dicho funcionamiento.

Para su correcto dimensionamiento se deben cumplir varias condiciones:

1. El calibre (intensidad nominal del fusible, I_n) debe ser igual (o mayor) que la intensidad nominal de la máquina o circuito a proteger. Además, debe ser menor que la intensidad de intervención o disparo del interruptor.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

I_b es la corriente de empelo del circuito

I_n es la intensidad nominal del interruptor (calibre)

I_z es la intensidad admisible (intensidad máxima que soporta el cable, según norma

1. Los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse, de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los interruptores han de actuar. (siempre se cumple esta condición)

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Siendo I_2 la corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según la norma)

$I_2 = 1,45 \cdot I_n$ (Para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009)

$I_2 = 1,30 \cdot I_n$ (Para interruptores según UNE EN 60947-2)

2. El poder de corte del interruptor debe ser lo más alto posible.

$$PdC \geq I_{CCm\acute{a}xima}$$

3. La intensidad de fusión del fusible en 5 segundos debe ser menor a la intensidad máxima de circuito que se produce en 5 segundos.

$$I_{f5} \leq I_{cc5}$$

Esta condición debe verificarse tanto para la I_{CC} máxima (trifásico), como para la

$I_{cc \text{ mínima}}$ (fase-neutro de la línea). También se puede poner en la forma:

$$(I^2t)_{línea} \leq (I^2t)_{cable} = K^2 S^2$$

Siendo,

t es la duración en segundos

S es la sección en mm²

I es la corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz

K= CTE para cada tipo de cable (conductor y aislamiento)

5.2.2 Fusibles tipo gG

Los fusibles gG, son también de uso general. Protegen tanto a sobrecargas como a cortocircuitos.

Están formados por un conductor diseñado y calculado para que cuando circule por él una corriente de valor superior a la intensidad nominal del mismo calibre (I_n), se funda, interrumpiéndose el circuito.

Presentan el inconveniente de que para restablecer el funcionamiento del circuito hay que reponerlos por otros nuevos.

Para su correcto dimensionamiento se deben cumplir varias condiciones:

1. El calibre (intensidad nominal del fusible, I_n) debe ser igual (o mayor) que la intensidad nominal de la máquina o circuito a proteger. Además, debe ser menor que la capacidad de carga del conductor (máxima corriente admisible por el conductor).

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

2. Los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse, de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando durante el tiempo convencional se mantiene la corriente convencional de fusión.

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Siendo I_f la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos, para los fusibles tipo gG toma los siguientes valores:

$$\begin{aligned}
 I_f &= 1,60 \cdot I_n & \text{si} & \quad I_n > 16A \\
 I_f &= 1,90 \cdot I_n & \text{si} & \quad 4A < I_n < 16A \\
 I_f &= 2,10 \cdot I_n & \text{si} & \quad I_n < 4A
 \end{aligned}$$

3. El poder de corte del fusible debe ser lo más alto posible.

$$PdC \geq I_{CCm\acute{a}xima}$$

4. La intensidad de fusión del fusible en 5 segundos debe ser menor a la intensidad máxima de circuito que se produce en 5 segundos.

$$I_{f5} \leq I_{cc5}$$

5.3 Protección contra sobretensiones⁷

Según ITC-BT-23 es preciso distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo. Esta instrucción no trata este caso Esta instrucción no contempla las características
- Las debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

5.4 Protección contra contactos directos⁸

⁷ ITC-BT-23

⁸ ITC-BT-24

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.460-4-41 que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección por medio de barreras o envolventes
- Protección por medio de obstáculos
- Protección por puesta fuera del alcance por alejamiento
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual

5.5 Protección contra contactos indirectos

Un contacto indirecto es la unión entre un conductor activo y una persona a través de un elemento metálico que se encuentre accidentalmente en tensión. Éste puede producirse si, por accidente, el aislamiento de uno de los conductores que alimentan al receptor se deteriora y el conductor desnudo se pone en contacto con la carcasa.

Como puede comprobarse circulará cierto valor de intensidad (denominada intensidad de defecto) a través del cuerpo de la persona que hace contacto, puesto que está sometida a la tensión del generador. La tierra actúa como "conductor de retorno" para esa intensidad de defecto. Si no existiera la conexión a tierra del generador no podría circular esa intensidad, puesto que el conductor de retorno estará abierto.

Para seleccionar las medidas de protección contra contactos indirectos debe tenerse en cuenta, entre otros factores, los siguientes:

- La naturaleza de los locales o emplazamientos.
- Las masas existentes (carcasas metálicas) y los elementos conductores.
- La extensión e importancia de la instalación.
- Los criterios para conocer en qué condiciones debe utilizarse alguna de las medidas de protección de las indicadas al comienzo del capítulo, aparecen en la instrucción MIEBT 021 del R.E.B.T.

5.5.1 Interruptor diferencial

Se utilizarán interruptores diferenciales empleados como dispositivo de protección contra los contactos indirectos, y asociado a la puesta en tierra de las masas. En determinadas ocasiones, éstos también proporcionan una protección contra contactos directos.

Son interruptores automáticos que evitan el paso de corriente de intensidad peligrosa por el cuerpo humano. Su base de funcionamiento consiste en hacer 0 la suma de las intensidades cuando no exista fuga. Si, por algún motivo, esta suma no fuera 0, en la bobina auxiliar aparece una tensión que, aplicada a una pequeña bobina, acciona un pivote que a su vez, acciona un dispositivo mecánico que abre los contactos principales del circuito. Según sea el valor de la intensidad de desequilibrio que acciona el diferencial, así se definirá su sensibilidad.

5.6 Cálculo de protecciones en el proyecto

Para el cálculo del interruptor automático con relé térmico y diferencial, se deben aplicar las condiciones mínimas para protección de sobrecargas.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO GENERAL

Condición 1

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo I_b la corriente de diseño del circuito correspondiente, que en este caso tiene el valor:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 \text{ A}$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{\text{servicio}} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 \text{ A}$$

I_n deberá ser superior a la intensidad de servicio, por lo que se escoge una intensidad nominal estándar, en este caso 40 A.

$$36,075A \leq 40A$$

A continuación, se escoge una intensidad máxima admisible superior al valor nominal del interruptor automático.

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes										
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ²⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾					3x PVC				3x XLPE o EPR ¹⁾	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁶⁾								3x PVC ⁵⁾		3x XLPE o EPR
Cobre	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	
	50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	
	70			149	160	171	188	202	224	244	321	
	95			180	194	207	230	245	271	296	391	
120			208	225	240	267	284	314	348	455		
150			236	260	278	310	338	363	404	525		
185			268	297	317	354	386	415	464	601		
240			315	350	374	419	455	490	552	711		
300			360	404	423	484	524	565	640	821		

Tabla 47. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento (Fuente: (REBT, 2002))

I2 es la corriente máxima admisible del conductor protegido y se obtiene de la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460-5-523:2004) con un valor de 53 A.

Cumplimos primer criterio

$$I_b < I_n < I_z \quad \longrightarrow \quad 36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 44 \text{ A}$$

Por lo tanto, se escoge un Interruptor Automático general de 4 polos, y PdC de 50kA

$$I_N = 40 \text{ A}$$

$$P_{dC} = 10 \text{ kA}$$

Se cumple la primera condición:

$$36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 44 \text{ A}$$

2. Condición

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

En este caso para $I_2=1,30I_n$ para interruptores industriales como es el caso. (Según ITC-BT 22)

$$1,30 \cdot 40A = 52 A < 1,45 \cdot 44A = 63,8 A$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse, de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces el interruptor ha de actuar.

Para el cálculo de protección a cortocircuitos, se deben aplicar dos condiciones mínimas.

1. Condición

Su poder de corte (PdC) debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito máxima (I_{ccMAX}), supuesta en el punto donde está instalado. Se admite un dispositivo que posea un poder de corte inferior, con la condición de que otro aparato protector que tenga el necesario poder de corte sea instalado aguas arriba. En este caso, las características de los dispositivos deben estar coordinadas de tal forma que la energía que dejen pasar los dispositivos no sea superior a la que pueden soportar sin perjuicio, el dispositivo situado aguas abajo y las canalizaciones protegidas por estos dispositivos.

$$PdC > I_{CCmáxima}$$

El valor de $I_{cc\ max}$ vendrá dado por la impedancia de cortocircuito, y esta, a su vez, se calcula mediante la potencia máxima de cortocircuito. Este valor se ha supuesto 1 MVA, por falta de información:

$$Z_{ccmax} = \frac{U^2}{S_{cc}} = \frac{400^2V}{1 \cdot 10^6VA} = 0,16\Omega$$

$$I_{ccmax} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{400V}{\sqrt{3} \cdot 0,16\Omega} = 1,44kA$$

¿PdC>I_{ccmax}?

10kA>1,44kA

2. Condición

Para determinar la curva que define el interruptor automático, se deberá calcular la I_{ccmin} y compararla con el gráfico 5. Como estará instalado a una distancia muy pequeña del generador, no tenemos en cuenta la impedancia que puede suponer la línea.

$$I_{ccmin} = \frac{U}{Z_{ccTOTAL}} = \frac{230V}{(0,16\Omega)} = 1,437kA$$

La Z_{cc} total pasará a ser la misma impedancia que la impedancia de cortocircuito y por tanto, la intensidad mínima será prácticamente igual a la intensidad máxima. Como la intensidad de cortocircuito mínima es más de $20I_n$, la curva podrá ser tanto B, C o D.

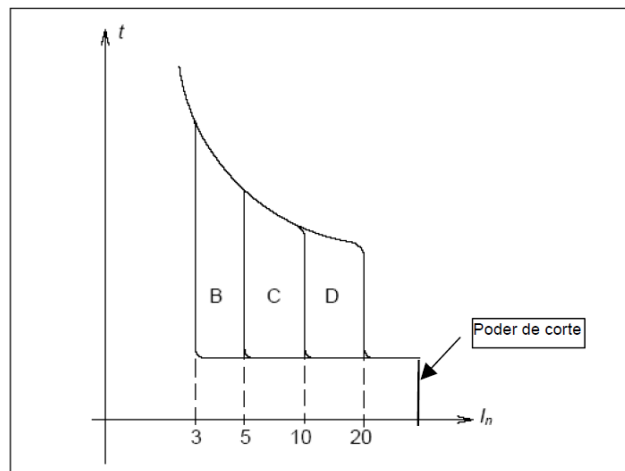


Gráfico 5. Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares. (Fuente: (REBT, 2002))

INTERRUPTOR SALIDA DE CUADRO GENERAL DEL EDIFICIO DE LA MINICENTRAL

Condición 1

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo I_b la corriente de diseño del circuito correspondiente, que en este caso tiene el valor:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

En deberá ser superior a la intensidad de servicio, por lo que se escoge una intensidad nominal estándar, en este caso 40A

$$36,075A \leq 40A$$

A continuación, se escoge una intensidad máxima admisible superior al valor nominal del interruptor automático.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x	2x	3x	2x	3x	2x	3x	2x	3x	2x				
			PVC	PVC		XLPE o EPR		XLPE o EPR		XLPE o EPR		XLPE o EPR				
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x	2x	3x	2x	3x	2x	3x	2x	3x	2x				
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x	2x			3x	2x						
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x	2x		3x	2x		3x	2x					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared			3x	2x		3x	2x		3x	2x				
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0.3D					3x	2x		3x	2x					
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D					3x					3x				
G		Cables unipolares separados mínimo D								3x		3x				
			mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	-	
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-	-
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-	-
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-	-
			70				149	160	171	188	202	224	244	321	-	-
			95				180	194	207	230	245	271	296	391	-	-
			120				208	225	240	267	284	314	348	455	-	-
150				236	260	278	310	338	363	404	525	-	-			
185				268	297	317	354	386	415	464	601	-	-			
240				315	350	374	419	455	490	552	711	-	-			
300				360	404	423	484	524	565	640	821	-	-			

Tabla 48. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento
 (Fuente: (REBT, 2002))

I_2 es la corriente máxima admisible del conductor protegido y se obtiene de la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460-5-523:2004) con un valor de 53 A.

Cumplimos primer criterio

$$I_b < I_n < I_z \longrightarrow 36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 44 \text{ A}$$

Por lo tanto, se escoge un Interruptor Automático general de 4 polos, y PdC de 10kA

$$I_N = 40 \text{ A}$$

$$PdC = 10 \text{ kA}$$

Se cumple la primera condición:

$$36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 44 \text{ A}$$

2. Condición

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

En este caso para $I_2 = 1,30 I_n$ para interruptores industriales como es el caso. (Según ITC-BT 22)

$$1,30 \cdot 40 \text{ A} = 52 \text{ A} < 1,45 \cdot 44 \text{ A} = 63,8 \text{ A}$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse, de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces el interruptor ha de actuar.

Para el cálculo de protección a cortocircuitos, se deben aplicar dos condiciones mínimas.

1. Condición

Su poder de corte (PdC) debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito máxima (I_{ccMAX}), supuesta en el punto donde está instalado. Se admite un dispositivo que posea un poder de corte inferior, con la condición de que otro aparato

protector que tenga el necesario poder de corte sea instalado aguas arriba. En este caso, las características de los dispositivos deben estar coordinadas de tal forma que la energía que dejen pasar los dispositivos no sea superior a la que pueden soportar sin perjuicio, el dispositivo situado aguas abajo y las canalizaciones protegidas por estos dispositivos.

$$PdC > I_{CCm\acute{a}xima}$$

El valor de $I_{cc\ max}$ vendrá dado por la impedancia de cortocircuito, y esta, a su vez, se calcula mediante la potencia máxima de cortocircuito. Este valor se ha supuesto 1 MVA, por falta de información:

$$Z_{ccmax} = \frac{U^2}{S_{cc}} = \frac{400^2 V}{1 \cdot 10^6 VA} = 0,16 \Omega$$

Al encontrarse a una distancia de 5 m del generador, habrá que tener en cuenta la impedancia que supone la línea.

$$X_{línea} = \left(0,1 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,005 km \right) = 0,0005 \Omega$$

$$R_{total} = \left(0,022 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \frac{5m}{16mm^2} \right) = 0,0068 \Omega$$

$$Z_{línea} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,0005^2 + 0,0068^2} = 0,0068 \Omega$$

$$Z_{ccm\acute{a}xtotal} = Z_{ccmax} + Z_{línea} = 0,16 \Omega + 0,0068 \Omega = 0,166 \Omega$$

$$I_{ccmax} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{400V}{\sqrt{3} \cdot 0,166 \Omega} = 1,39 kA$$

¿PdC > I_{ccmax} ?

$$10 kA > 1,39 kA$$

2. Condición

Para determinar la curva que define el interruptor automático, se deberá calcular la $I_{cc\min}$ y compararla con el gráfico 6. Habrá que tener en cuenta el valor de impedancia que supone la línea para calcular dicha $I_{cc\min}$.

$$X_{línea} = \left(0,1 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,660km\right) \cdot 2 = 0,132 \Omega$$

$$X_{total} = X_{línea} + X_{generador} = 0,132 \Omega + 0,166 \Omega = 0,298 \Omega$$

$$R_{fase} = \left(0,035 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \frac{660m}{95mm^2}\right) = 0,243 \Omega$$

$$R_{neutro} = \left(0,035 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \frac{660m}{50mm^2}\right) = 0,462 \Omega$$

$$R_{total} = R_{fase} + R_{neutro} = 0,243\Omega + 0,462 \Omega = 0,705\Omega$$

$$Z_{total} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,298^2 + 0,705^2} = 0,765\Omega$$

$$I_{cc\min} = \frac{U}{Z_{ccTOTAL}} = \frac{230V}{(0,765\Omega)} = 0,300 kA$$

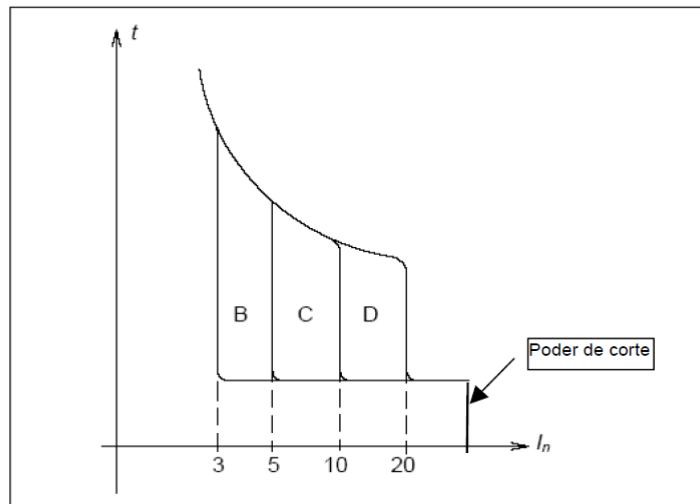


Gráfico 6. Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares. (Fuente: (REBT, 2002))

La $I_{ccmín}$ se encuentra entre $5 I_n$ y $10 I_n$ esto indica que la curva a seleccionar será la curva B

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO PARA SERVICIOS AUXILIARES

Condición 1

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo I_b la corriente de diseño del circuito correspondiente, que en este caso tiene el valor:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

I_n deberá ser superior a la intensidad de servicio, por lo que se escoge una intensidad nominal estándar, en este caso 40 A.

$$36,075 A \leq 40 A$$

A continuación, se escoge una intensidad máxima admisible superior al valor nominal del interruptor automático.

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR			2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ² . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³					3x PVC			2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵						3x PVC				3x XLPE o EPR ¹¹	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁶								3x PVC ⁹		3x XLPE o EPR	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821

Tabla 49. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento (Fuente: (REBT, 2002))

I₂ es la corriente máxima admisible del conductor protegido y se obtiene de la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460-5-523:2004) con un valor de 53 A.

Cumplimos primer criterio

$$I_b < I_n < I_z \longrightarrow 36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 44 \text{ A}$$

Por lo tanto, se escoge un Interruptor Automático general de 4 polos, y PdC de 10kA

$$I_n = 40 \text{ A}$$

$$PdC = 10 \text{ kA}$$

Se cumple la primera condición:

$$36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 44 \text{ A}$$

2. Condición

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

En este caso para $I_2=1,30I_n$ para interruptores industriales como es el caso. (Según ITC-BT 22)

$$1,30 \cdot 40A = 52 A < 1,45 \cdot 44A = 63,8 A$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse, de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces el interruptor ha de actuar.

Para el cálculo de protección a cortocircuitos, se deben aplicar dos condiciones mínimas.

1. Condición

Su poder de corte (PdC) debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito máxima (I_{ccMAX}), supuesta en el punto donde está instalado. Se admite un dispositivo que posea un poder de corte inferior, con la condición de que otro aparato protector que tenga el necesario poder de corte sea instalado aguas arriba. En este caso, las características de los dispositivos deben estar coordinadas de tal forma que la energía que dejen pasar los dispositivos no sea superior a la que pueden soportar sin perjuicio, el dispositivo situado aguas abajo y las canalizaciones protegidas por estos dispositivos.

$$PdC > I_{CCmáxima}$$

El valor de I_{cc} max vendrá dado por la impedancia de cortocircuito, y esta, a su vez, se calcula mediante la potencia máxima de cortocircuito. Este valor se ha supuesto 1 MVA, por falta de información:

$$Z_{ccmáx} = \frac{U^2}{S_{cc}} = \frac{400^2 V}{1 \cdot 10^6 VA} = 0,16 \Omega$$

Como la distancia desde el generador al cuadro de servicios auxiliares es de 5m, se considera también la reactancia que proviene de la línea que hay desde el generador.

$$X_{línea} = \left(0,1 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,005 km \right) = 0,0005 \Omega$$

$$R_{total} = \left(0,022 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{5\text{m}}{2,5\text{mm}^2} \right) = 0,044 \Omega$$

$$Z_{línea} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,0005^2 + 0,044^2} = 0,044 \Omega$$

$$Z_{ccmáxtotal} = Z_{ccmax} + Z_{línea} = 0,16 + 0,044 = 0,2 \Omega$$

$$I_{ccmax} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{400\text{V}}{\sqrt{3} \cdot 0,2\Omega} = 1,15 \text{ kA}$$

¿PdC > I_{ccmax}?

10kA > 1,15kA

2. Condición

Para determinar la curva que define el interruptor automático, se deberá calcular la I_{ccmín} y compararla con el gráfico 7, aquí si habrá que tener en cuenta la impedancia de la línea de instalaciones auxiliares que se supone aproximadamente 7m.

Según el apartado 2 del anexo 2 de la guía técnica de aplicación, en ausencia de datos el valor de la reactancia inductiva se considera 0,1 Ω/km

$$X_{línea} = \left(0,1 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,005\text{km} \right) \cdot 2 = 0,001 \Omega$$

$$X_{total} = X_{línea} + X_{generador} = 0,001 \Omega + 0,2 \Omega = 0,201 \Omega$$

Para la toma de corriente:

$$R_{total} = \left(0,022 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{5\text{m}}{2,5\text{mm}^2} \right) \cdot 2 = 0,088 \Omega$$

$$Z_{total} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,201^2 + 0,088^2} = 0,219\Omega$$

$$I_{cc\min} = \frac{U}{Z_{ccTOTAL}} = \frac{230V}{(0,219\Omega)} = 1,050 \text{ kA}$$

Para la Iluminación:

$$R_{total} = \left(0,022 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{5\text{m}}{1,5\text{mm}^2} \right) \cdot 2 = 0,146 \Omega$$

$$Z_{total} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,201^2 + 0,146^2} = 0,248 \Omega$$

$$I_{cc\min} = \frac{U}{Z_{ccTOTAL}} = \frac{230V}{(0,248\Omega)} = 0,925 \text{ kA}$$

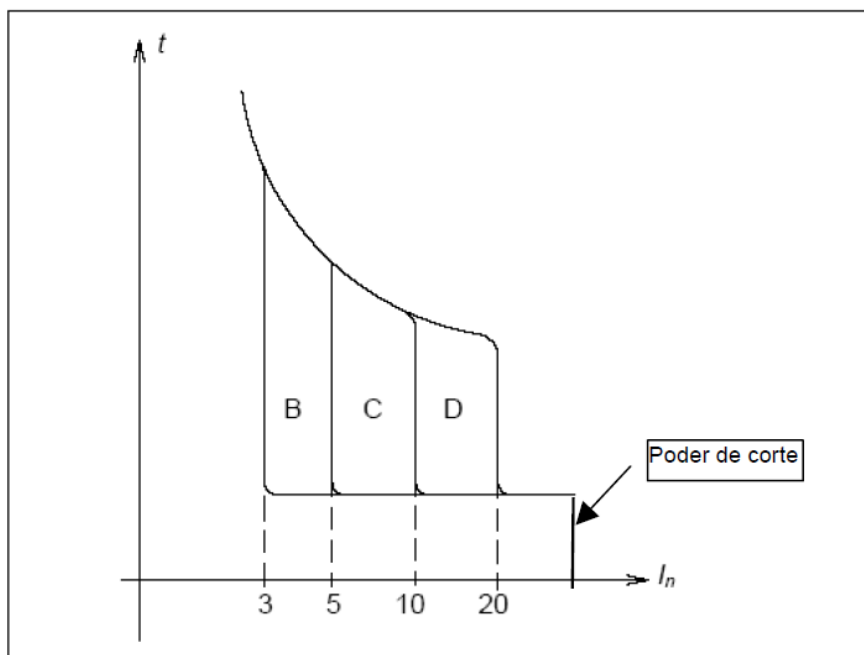


Gráfico 7. Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares. (Fuente: **(REBT, 2002)**)

Como la intensidad de cortocircuito mínima es más de $20I_n$, la curva podrá ser tanto B, C o D.

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO EN EL PUNTO DE CONMUTACIÓN**Condición 1**

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo I_b la corriente de diseño del circuito correspondiente, que en este caso tiene el valor:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$








Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

I_n deberá ser superior a la intensidad de servicio, por lo que se escoge una intensidad nominal estándar, en este caso 40^a.

$$36,075A \leq 40A$$

A continuación, se escoge una intensidad máxima admisible superior al valor nominal del interruptor automático.

Método de instalación de la Tabla 52-B1		Número de conductores cargados y tipo de aislamiento														
	CONDUCTORES AISLADOS EN TUBOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A1		PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2							
	CONDUCTORES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A2	PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2								
	CONDUCTORES AISLADOS EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
	CONDUCTORES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B2			PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2						
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared	C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm ² , Aluminio (Al)																
	2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-			
	4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-			
	6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-			
	10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-			
	16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-			
	25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105			
	35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130			
	50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160			
	70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206			
	95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251			
	120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293			
	150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338			
	185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388			
	240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461			

Es necesario consultar las Tablas 52-C1 a 52-C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Tabla 50. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento (Fuente: (REBT, 2002))

I2 es la corriente máxima admisible del conductor protegido y se obtiene de la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460-5-523:2004) con un valor de 53 A.

Cumplimos primer criterio

$$I_b < I_n < I_z \longrightarrow 36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 53 \text{ A}$$

Por lo tanto, se escoge un Interruptor Automático general de 4 polos, y PdC de 10kA

IN=40A**PdC=10kA**

Se cumple la primera condición:

$$36,07A < 40 A < 53^a$$

2. Condición

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

En este caso para $I_2=1,30I_n$ para interruptores industriales como es el caso.
(Según ITC-BT 22)

$$1,30 \cdot 40A = 52 A < 1,45 \cdot 53A = 76,85 A$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse, de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces el interruptor ha de actuar.

Para el cálculo de protección a cortocircuitos, se deben aplicar dos condiciones mínimas.

1. Condición

Su poder de corte (PdC) debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito máxima (I_{ccMAX}), supuesta en el punto donde está instalado. Se admite un dispositivo que posea un poder de corte inferior, con la condición de que otro aparato protector que tenga el necesario poder de corte sea instalado aguas arriba. En este caso, las características de los dispositivos deben estar coordinadas de tal forma que la energía que dejen pasar los dispositivos no sea superior a la que pueden soportar sin perjuicio, el dispositivo situado aguas abajo y las canalizaciones protegidas por estos dispositivos.

$$PdC > I_{CCmáxima}$$

El valor de $I_{cc\ max}$ vendrá dado por la impedancia de cortocircuito, y esta, a su vez, se calcula mediante la potencia máxima de cortocircuito. Este valor se ha supuesto 1 MVA, por falta de información:

$$Z_{ccmax} = \frac{U^2}{S_{cc}} = \frac{400^2 V}{1 \cdot 10^6 VA} = 0,16 \Omega$$

Como también se tiene en cuenta la impedancia de la línea:

$$X_{línea} = \left(0,1 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,660 km \right) = 0,066 \Omega$$

$$R_{línea} = \left(0,035 \frac{\Omega\ mm^2}{m} \cdot \frac{660m}{95mm^2} \right) = 0,243 \Omega$$

$$Z_{total} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,243^2 + 0,066^2} = 0,25 \Omega$$

$$Z_{ccmáxtotal} = Z_{ccmax} + Z_{línea} = 0,16 \Omega + 0,25 = 0,41 \Omega$$

$$I_{ccmax} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{400V}{\sqrt{3} \cdot 0,41\Omega} = 0,563\ kA$$

¿PdC > I_{ccmax} ?

$$10kA > 0,563\ kA$$

2. Condición

Para determinar la curva que define el interruptor automático, se deberá calcular la I_{ccmin} y compararla con el gráfico 8, teniendo en cuenta, que se habla de un cortocircuito monofásico aguas debajo de la instalación, teniendo en cuenta la impedancia de la línea.

Según el apartado 2 del anexo 2 de la guía técnica de aplicación, en ausencia de datos el valor de la reactancia inductiva se considera $0,1 \Omega/\text{km}$

$$X_{\text{línea}} = \left(0,1 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,760 \text{km}\right) \cdot 2 = 0,152 \Omega$$

$$X_{\text{total}} = X_{\text{línea}} + X_{\text{generador}} = 0,152 \Omega + 0,25 \Omega = 0,402 \Omega$$

$$R_{\text{fase}} = \left(0,035 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{760 \text{m}}{95 \text{mm}^2}\right) = 0,28 \Omega$$

$$R_{\text{neutro}} = \left(0,035 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{760 \text{m}}{50 \text{mm}^2}\right) = 0,532 \Omega$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{fase}} + R_{\text{neutro}} = 0,28 \Omega + 0,532 \Omega = 0,812 \Omega$$

$$Z_{\text{total}} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,402^2 + 0,812^2} = 0,906 \Omega$$

$$I_{\text{ccmin}} = \frac{U}{Z_{\text{ccTOTAL}}} = \frac{230 \text{V}}{(0,906 \Omega)} = 0,253 \text{kA}$$

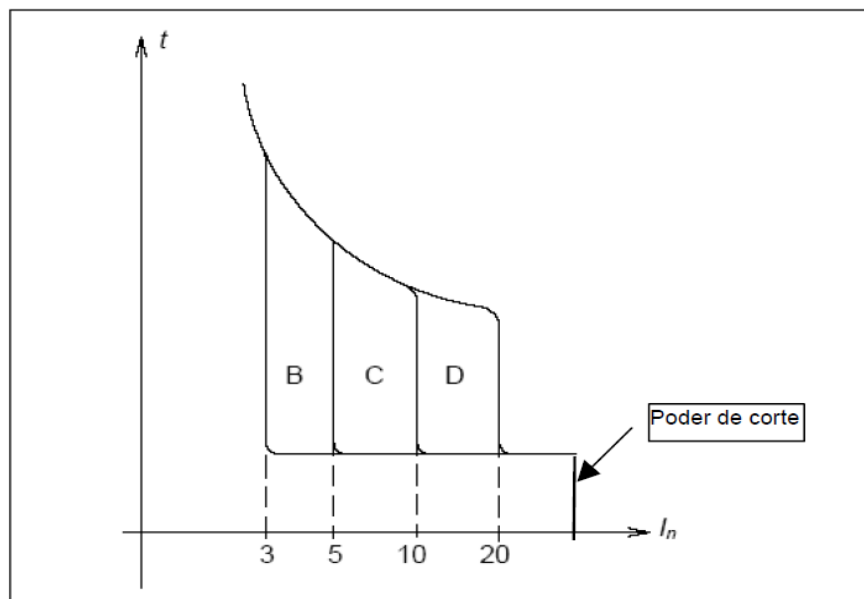


Gráfico 8. Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares. (Fuente: **(REBT, 2002)**)

La $I_{ccmín}$ se encuentra entre 5 In y 10 In esto indica que la curva a seleccionar será la curva B

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO EN LOS PUNTOS DE CONSUMO

Condición 1

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo I_b la corriente de diseño del circuito correspondiente, que en este caso tiene el valor:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot 0,85} = \frac{18000W}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 28,86 A$$

Sobredimensionamos en 25% la intensidad de servicio:

$$I_{servicio} = 1,25 \cdot 28,86 = 36,075 A$$

En deberá ser superior a la intensidad de servicio, por lo que se escoge una intensidad nominal estándar, en este caso 40 A

$$36,075A \leq 40A$$

A continuación, se escoge una intensidad máxima admisible superior al valor nominal del interruptor automático.

Método de instalación de la Tabla 52-B1		Número de conductores cargados y tipo de aislamiento														
	CONDUCTORES AISLADOS EN TUBOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A1		PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2							
	CONDUCTORES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A2	PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2								
	CONDUCTORES AISLADOS EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B1				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
	CONDUCTORES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared	C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2				
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Sección mm ² , Aluminio (Al)																
		2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-		
		4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-		
		6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-		
		10	27	28	32	34	38	42	42	44	50	52	61	-		
		16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-		
		25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105		
		35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130		
		50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160		
		70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206		
		95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251		
		120	-	-	-	162	171	193	195	213	228	239	269	293		
		150	-	-	-	197	197	223	227	246	264	277	312	338		
		185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388		
		240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	426	461		

Es necesario consultar las Tablas 52-C1 a 52-C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Tabla 51. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento (Fuente: (REBT, 2002))

I2 es la corriente máxima admisible del conductor protegido y se obtiene de la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460-5-523:2004) con un valor de 53 A.

Cumplimos primer criterio

$$I_b < I_n < I_z \quad \longrightarrow \quad 36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 53 \text{ A}$$

Por lo tanto, se escoge un Interruptor Automático general de 4 polos, y PdC de 10kA

$$I_N = 40 \text{ A}$$

$$PdC = 10 \text{ kA}$$

Se cumple la primera condición:

$$36,07 \text{ A} < 40 \text{ A} < 53 \text{ A}$$

2. Condición

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

En este caso para I2=1,30In para interruptores industriales como es el caso. (Según ITC-BT 22)

$$1,30 \cdot 40A = 52 A < 1,45 \cdot 53A = 76,85 A$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse, de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces el interruptor ha de actuar.

Para el cálculo de protección a cortocircuitos, se deben aplicar dos condiciones mínimas.

1. Condición

Su poder de corte (PdC) debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito máxima (I_{ccMAX}), supuesta en el punto donde está instalado. Se admite un dispositivo que posea un poder de corte inferior, con la condición de que otro aparato protector que tenga el necesario poder de corte sea instalado aguas arriba. En este caso, las características de los dispositivos deben estar coordinadas de tal forma que la energía que dejen pasar los dispositivos no sea superior a la que pueden soportar sin perjuicio, el dispositivo situado aguas abajo y las canalizaciones protegidas por estos dispositivos.

$$PdC > I_{CCmáxima}$$

El valor de $I_{cc\ max}$ vendrá dado por la impedancia de cortocircuito, y esta, a su vez, se calcula mediante la potencia máxima de cortocircuito. Este valor se ha supuesto 1 MVA, por falta de información:

$$Z_{ccmax} = \frac{U^2}{S_{cc}} = \frac{400^2 V}{1 \cdot 10^6 VA} = 0,16 \Omega$$

Como también se tiene en cuenta el valor de la impedancia de la línea:

$$X_{línea} = \left(0,1 \frac{\Omega}{km} \cdot 0,760 km \right) = 0,0760 \Omega$$

$$R_{fase} = \left(0,035 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{760\text{m}}{95\text{mm}^2} \right) = 0,28 \Omega$$

$$Z_{total} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,243^2 + 0,066^2} = 0,29 \Omega$$

$$Z_{ccmáxtotal} = Z_{ccmax} + Z_{línea} = 0,16 \Omega + 0,29 \Omega = 0,45 \Omega$$

$$I_{ccmax} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{400V}{\sqrt{3} \cdot 0,45\Omega} = 0,513 \text{ kA}$$

¿PdC > I_{ccmax}?

$$10\text{kA} > 0,513\text{kA}$$

2. Condición

Para determinar la curva que define el interruptor automático, se deberá calcular la I_{ccmín} y compararla con el gráfico 8, teniendo en cuenta, que se habla de un cortocircuito monofásico aguas debajo de la instalación, teniendo en cuenta la impedancia de la línea.

Según el apartado 2 del anexo 2 de la guía técnica de aplicación, en ausencia de datos el valor de la reactancia inductiva se considera 0,1 Ω/km

→Para el ayuntamiento

$$X_{línea} = \left(0,1 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,760\text{km} \right) \cdot 2 = 0,152 \Omega$$

$$X_{total} = X_{línea} + X_{generador} = 0,152 \Omega + 0,45 \Omega = 0,602 \Omega$$

$$R_{fase} = \left(0,035 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{760\text{m}}{95\text{mm}^2} \right) = 0,28 \Omega$$

$$R_{neutro} = \left(0,035 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{760\text{m}}{50\text{mm}^2} \right) = 0,532 \Omega$$

$$R_{total} = R_{fase} + R_{neutro} = 0,28\Omega + 0,532 \Omega = 0,812\Omega$$

$$Z_{total} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,602^2 + 0,812^2} = 1,01 \Omega$$

$$I_{cc\text{mín}} = \frac{U}{Z_{ccTOTAL}} = \frac{230V}{(1,01\Omega)} = 0,227 \text{ kA}$$

→Para el Alumbrado

$$X_{línea} = \left(0,1 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,690\text{km} \right) \cdot 2 = 0,138 \Omega$$

$$X_{total} = X_{línea} + X_{generador} = 0,138 \Omega + 0,45 \Omega = 0,588 \Omega$$

$$R_{fase} = \left(0,035 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{690\text{m}}{95\text{mm}^2} \right) = 0,25 \Omega$$

$$R_{neutro} = \left(0,035 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{690\text{m}}{50\text{mm}^2} \right) = 0,483 \Omega$$

$$R_{total} = R_{fase} + R_{neutro} = 0,25\Omega + 0,483 \Omega = 0,737\Omega$$

$$Z_{total} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,588^2 + 0,737^2} = 0,942\Omega$$

$$I_{cc\text{mín}} = \frac{U}{Z_{ccTOTAL}} = \frac{230V}{(0,942\Omega)} = 0,243 \text{ kA}$$

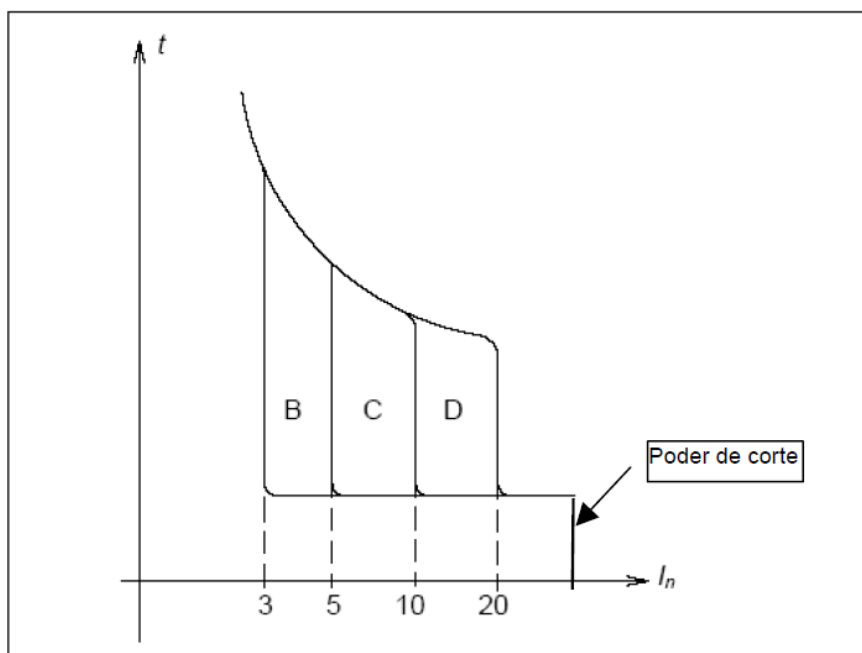


Gráfico 9. Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares. (Fuente: (REBT, 2002))

La $I_{ccmín}$ se encuentra entre $5 I_n$ y $10 I_n$ esto indica que la curva a seleccionar será la curva B.

RESUMEN PROTECCIONES

La instalación de la línea eléctrica de Baja tensión a 400V está formada por un tramo de longitud 660m y sección 3x95/50 hasta el punto de interconexión donde, mediante un relé y un reloj astronómico se derivará la energía al punto de consumo correspondiente. Es por ello que las protecciones a emplear son;

- A) **Para protección contra sobrecargas** tanto sobrecargas como cortocircuito, se instala un Interruptor general automático de 40A con relé térmico y diferencial de PdC=10kA que protegerá todo el circuito tanto aguas arriba como aguas debajo de este.
- B) **Para protección de sobretensiones** se usará un limitador de sobretensiones, como la red es de 230/400V, la tensión máxima permanente se considerará un 10% superior al valor nominal 230V

-1,1=253V. Por tanto, la tensión máxima del servicio permanente del protector deberá ser superior a 253V.

C) **Para la división hacia los servicios auxiliares ($S=10\text{mm}^2$), se disponen de las siguientes protecciones:**

- Un interruptor diferencial de 40A y sensibilidad 30mA
- Un interruptor magnetotérmico para cada una de las derivaciones de los servicios auxiliares

RESUMEN DE PROTECCIONES	
PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	Interruptor automático general, $I_n=40\text{A}$ y $PdC=10\text{kA}$
	Interruptor magnetotérmico 40A y $PdC=10\text{kA}$
PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	Limitador de sobretensiones ($1,1V_n$) $V_c=253\text{V}$
PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	Interruptor diferencial, $I_n=40\text{A}$ y sensibilidad 30mA

Tabla 52. Resumen de las protecciones necesarias (Fuente: Elaboración propia)

6. SISTEMA DE CONEXIÓN A LOS CENTROS DE CONSUMO

6.1 Relé conmutador

El relé es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que por medio de una bobina y un electroimán se acciona un contacto que permite abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control

6.2 Aplicación en el proyecto

En el cuadro de protección general, se situarán el relé de conmutación junto a un reloj astronómico cuya función será la de discernir según unos parámetros de entrada (hora/tensión), hacia donde se dirigirá la energía eléctrica producida por la minicentral hidroeléctrica.

La energía eléctrica se derivará a las instalaciones municipales del Ayuntamiento durante el horario de funcionamiento del mismo. El resto de las horas se derivará al centro de consumo del alumbrado público.

7. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

7.1 Generalidades

Según la ITC-BT-18, la puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de la ITC-BT 18 y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la tabla 1. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 53. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra (Fuente: (UNESA, 1989))

Los conductores de protección deben estar debidamente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

7.2 Resistencia de las tomas de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio. La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece.

Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varia también con la profundidad. La tabla 3 muestra, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con objeto de obtener una primera aproximación de la resistencia a tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la tabla 4.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 54. Valores aproximados de la resistividad en función del terreno (Fuente: (REBT, 2002))

7.3 Cálculo de las redes de tierra

En este proyecto se utilizará el método UNESA para llevar a cabo el cálculo de las redes de tierra:

7.3.1 Método UNESA

El método UNESA proporciona un sistema de cálculo para proyectar la instalación de puesta a tierra (basándose en unos electrodos tipo) y también proporciona un método para calcular las tensiones de paso y contacto y la resistencia de puesta a tierra que se obtendrá con el electrodo tipo seleccionado.

Se utilizan tres configuraciones de electrodo:

- Bucle rectangular de conductor de cobre desnudo de sección 50 mm^2 , sin picas.
- Bucle rectangular con 4 u 8 picas de diámetro 14 mm y longitudes de 2, 4, 6 u 8 m.
- Electrodo longitudinal con 2, 3, 4, 6 u 8 picas alineadas.

7.3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO⁹

El procedimiento a seguir para el cálculo de las puestas a tierras será el siguiente:

1. Investigación de las características del terreno.

El terreno en estudio donde se sitúa el edificio de la central tiene naturaleza de material calizo con proporción elevada de cal, por lo tanto, y gracias a la tabla 3 del ITC-BT-18, se obtiene una resistividad media en función del terreno aproximada de $1320 \Omega \cdot m$.

⁹ Procedimiento según (Colmenar & Hernandez, 2012)

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 55. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno (Fuente: (REBT, 2002))

2.Procedimiento de cálculo

En primer lugar y con los datos de la resistividad del terreno obtenida, se establece la máxima resistencia de puesta a tierra, R_t , que permita circular una intensidad de defecto tal que actúen las protecciones y por otro lado que la tensión de defecto correspondiente establecida por la ITC-BT-18.

Como la intensidad máxima permitida a soportar por el cuerpo humano es de 30 mA (según ITC-BT-25), y la tensión más restrictiva será de 24 V, se obtiene:

$$I_d * R_t < V_d \quad 30mA * R_t < 24$$

$$R_t < 800\Omega$$

Para cada electrodo, el método UNESA proporciona una relación de parámetros, expresados en valores unitarios.

Resistencia de puesta a tierra	Kr	$\Omega/(\Omega \text{ m})$
Tensión de paso máxima	Kp	$V/(\Omega \text{ m})(A)$
Tensión de contacto exterior máxima	Kc	$V/(\Omega \text{ m})(A)$

Tabla 56. Valores de los coeficientes de resistencia de puesta a tierra, tensión de paso y de contacto máxima(Fuente: (UNESA, 1989))

De esta manera, se calcula su coeficiente k_r para tener un valor orientativo del parámetro K_r

$$k_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{800\Omega}{1320\Omega \cdot m} \leq 0,606$$

Observando la tabla de electrodos, se elige la disposición de picas unidas por un conductor horizontal, compuesto por electrodos longitudinales, de conductor de cobre desnudo de sección 50 mm^2 , enterrado a una profundidad de $0,5 \text{ m}$, con dos picas de diámetro 14 mm y longitud 2 m , separadas una distancia de 3 m .

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
Separación entre picas : 3 m
Longitud pica = 2 m .

Sección conductor = 50 mm^2 .
Diámetro picas = 14 mm .

PROFUNDIDAD = $0'5 \text{ m}$.

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA K_r	TENSION DE PASO K_p	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,201	0,0392	5/22
3	0,135	0,0252	5/32
4	0,104	0,0184	5/42
6	0,073	0,0120	5/62
8	0,0572	0,00345	5/82

Tabla 57. Ejemplo de disposición de instalación de puesta a tierra (Fuente: (UNESA, 1989))

Por lo tanto, se elige el electrodo de código 5/22. Se pasa a comprobar si con el valor correspondiente de K_r y la resistividad, se obtiene el valor de la resistencia puesta a tierra real obtenida en el terreno.

Se deberá cumplir esta condición previamente calculada:

$$R_t < 800\Omega$$

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0,201 \frac{\Omega}{(\Omega \cdot m)} \cdot 1320\Omega \cdot m = 265,32\Omega$$

3.Comprobación de las tensiones

Con la resistencia de puesta a tierra real y la intensidad máxima permitida a soportar por el cuerpo humano, comprobamos si la tensión de paso es menor 24V.

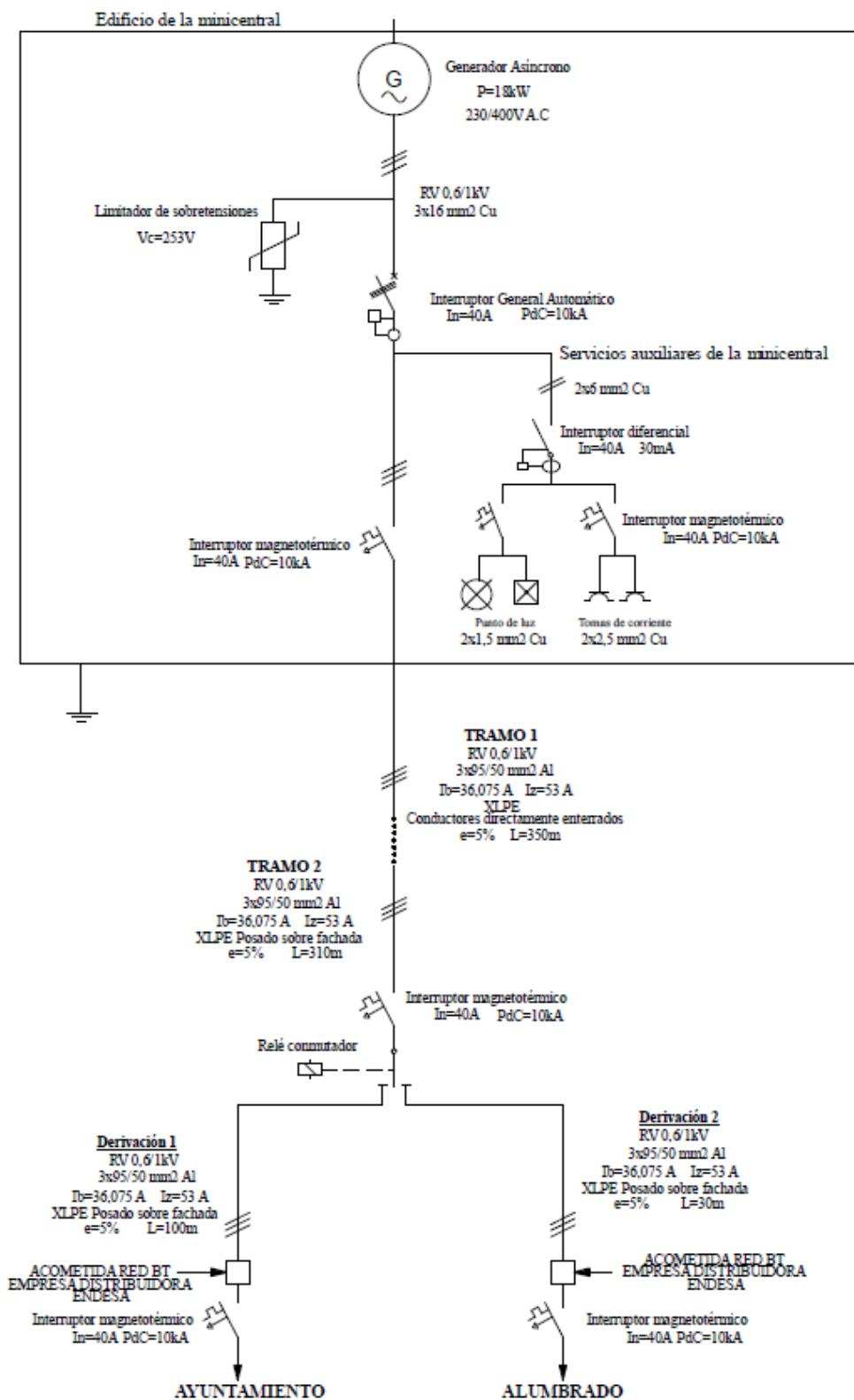
$$I_d * R_t < V_d \quad 30mA * R_t < 24V$$

$$30mA * 265,32 = 7,95V < 24V$$

4.Diseño final

La red de tierras constará de una configuración de 2 picas de 2m de longitud, separadas unos 3m entre sí y enterradas a una profundidad de 0,5 m. Sus diámetros son de 14mm y están unidas por un conductor horizontal de cobre 0,6/1 kV. de 50 mm². La instalación tiene los niveles de tensión de 400v con el neutro puesto a tierra.

8. ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION



PLANOS

III: PLANOS

PLANO 1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ELEMENTOS DEL PROYECTO	149
PLANO 2. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN	150
PLANO 3. DISPOSICIÓN DE LAS TUBERÍAS	151
PLANO 4. DISPOSICIÓN LÍNEA BT	152
PLANO 5. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN FUTURA.....	153
PLANO 6. ESQUEMA UNIFILAR	154
PLANO 7. PLANTA EDIFICIO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA	155
PLANO 8. SECCIÓN A-A' EDIFICIO MINICENTRAL	156
PLANO 9. SECCIÓN B-B' EDIFICIO MINICENTRAL	157
PLANO 10. PERFIL DEL EDIFICIO DE LA MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA	158
PLANO 11. TURBINA PELTON	159
PLANO 12. DETALLE TURBINA-TUBERÍAS.....	160
PLANO 13. DETALLE CONEXIÓN-TUBERIA.....	161



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Plano:

Escala:

SITUACION

Fecha:

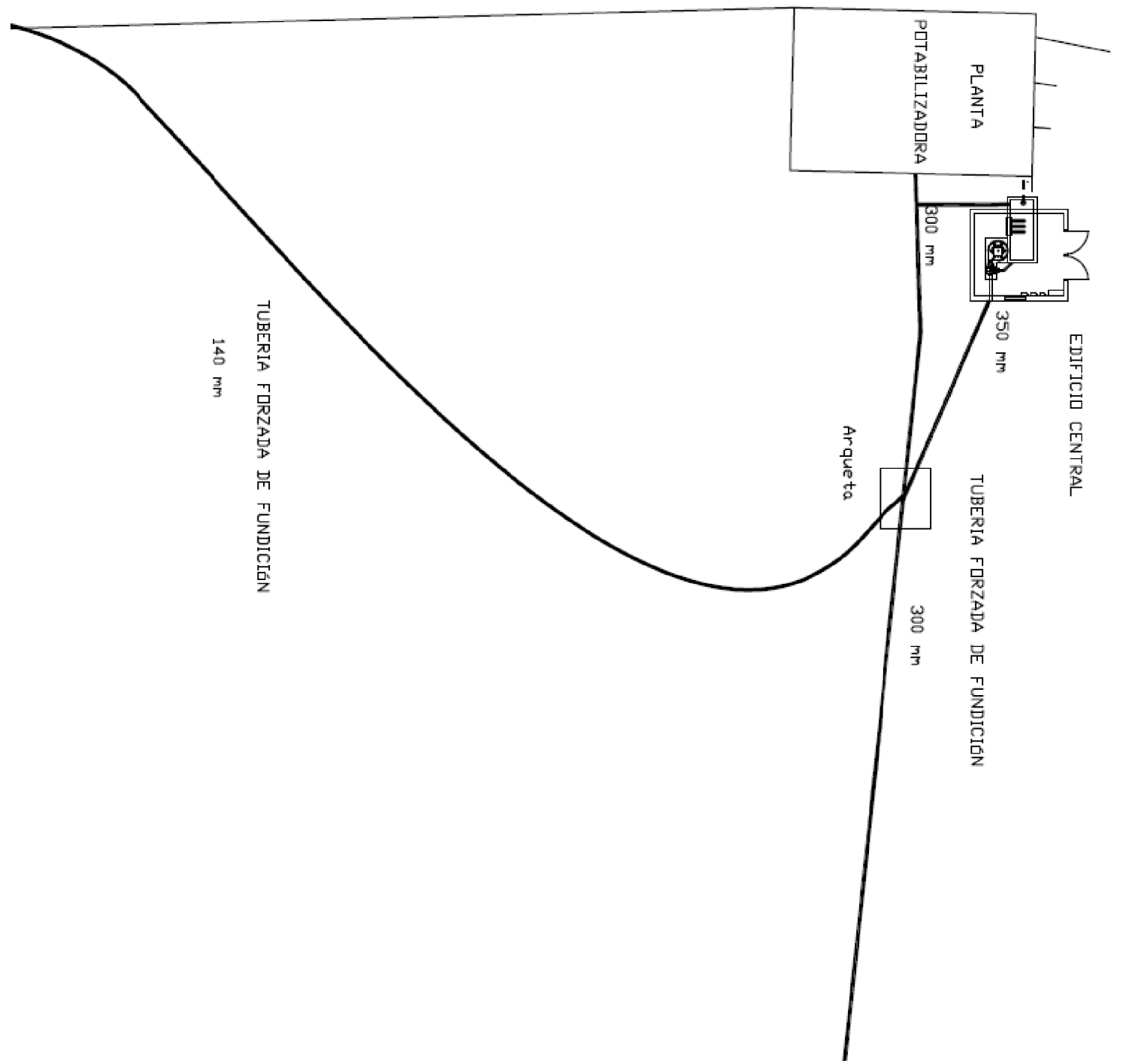
Junio 2020

Plano:

1

Lucía Galán Cano

SITUACIÓN GEOGRÁFICA



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor: Lucía Galán Cano	Plano: SITUACION	Escala:
	ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN	Fecha: Junio 2020
		Plano: 2



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

SITUACION

DISPOSICIÓN TUBERÍAS

Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

3



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

SITUACION

DISPOSICIÓN LÍNEA BT

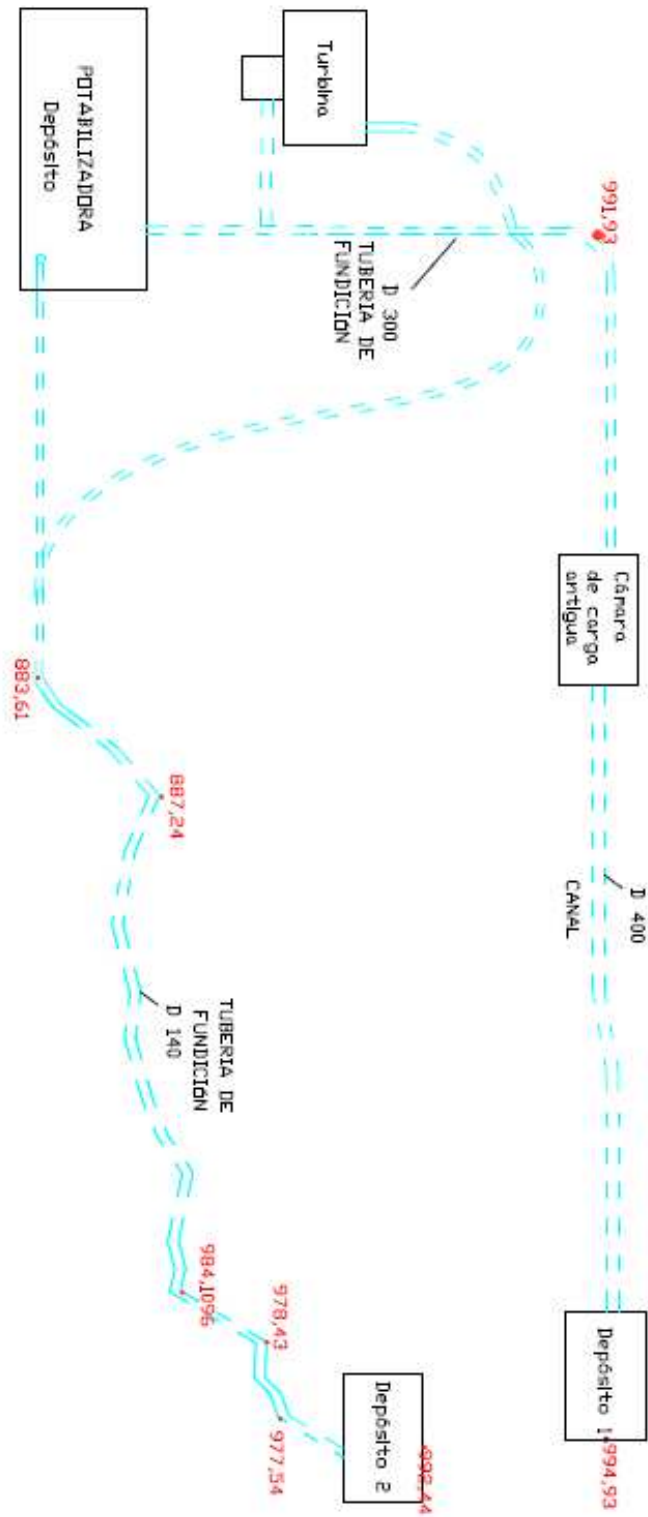
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

4



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

Situación

Esquema instalación

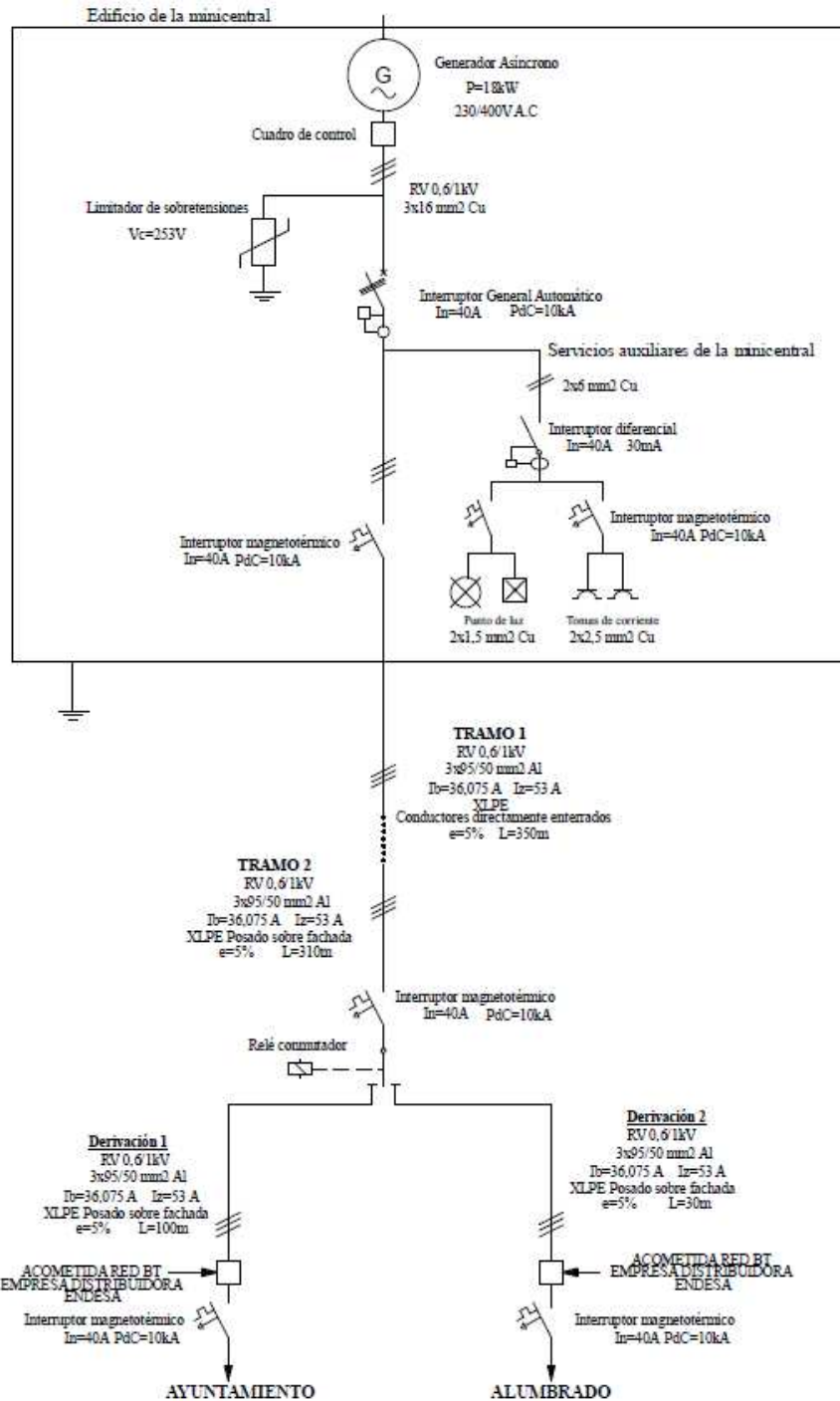
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

5



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA "AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

Esquema unifilar

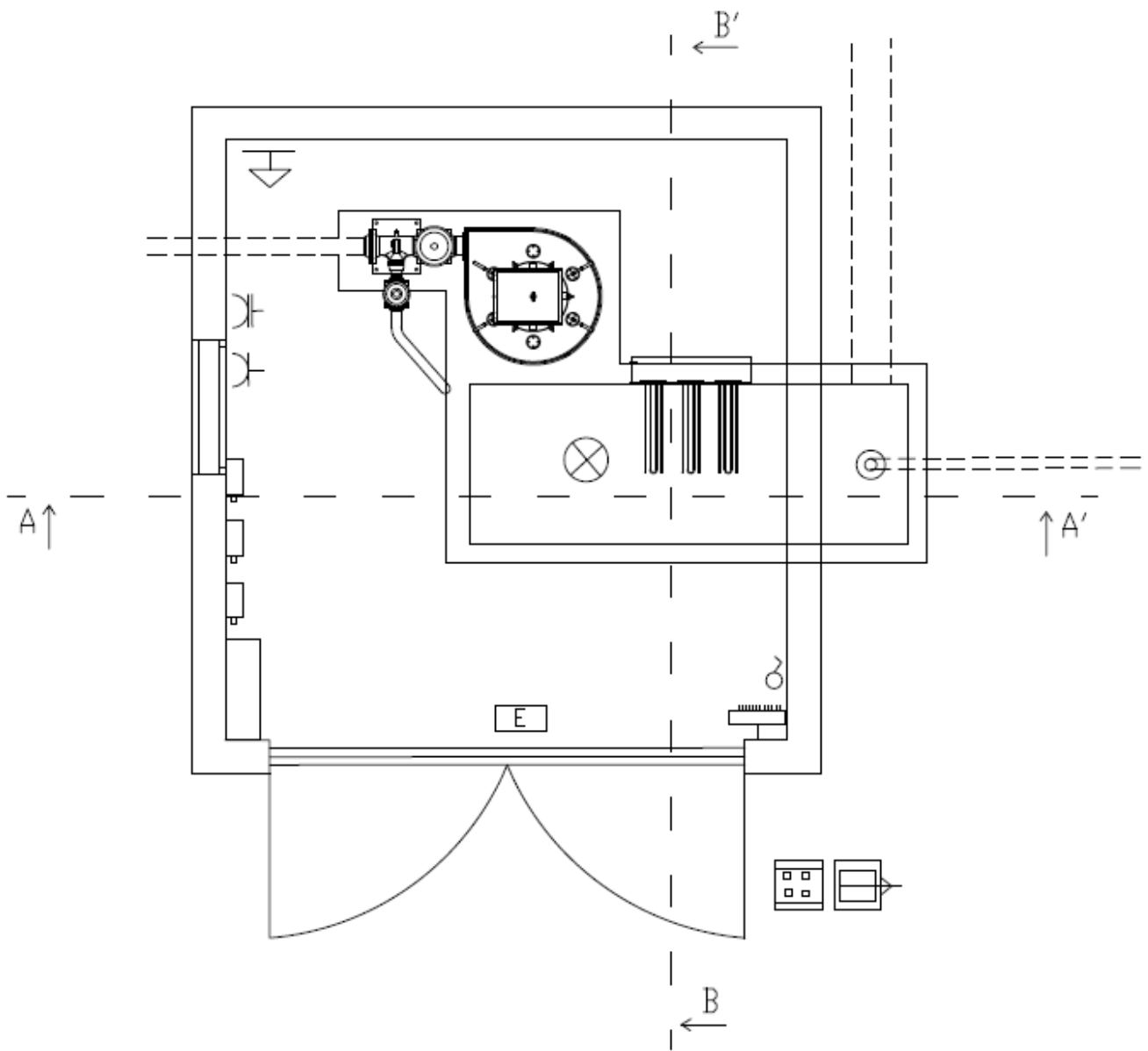
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

6



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
 "AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

EDIFICIO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA

PLANTA

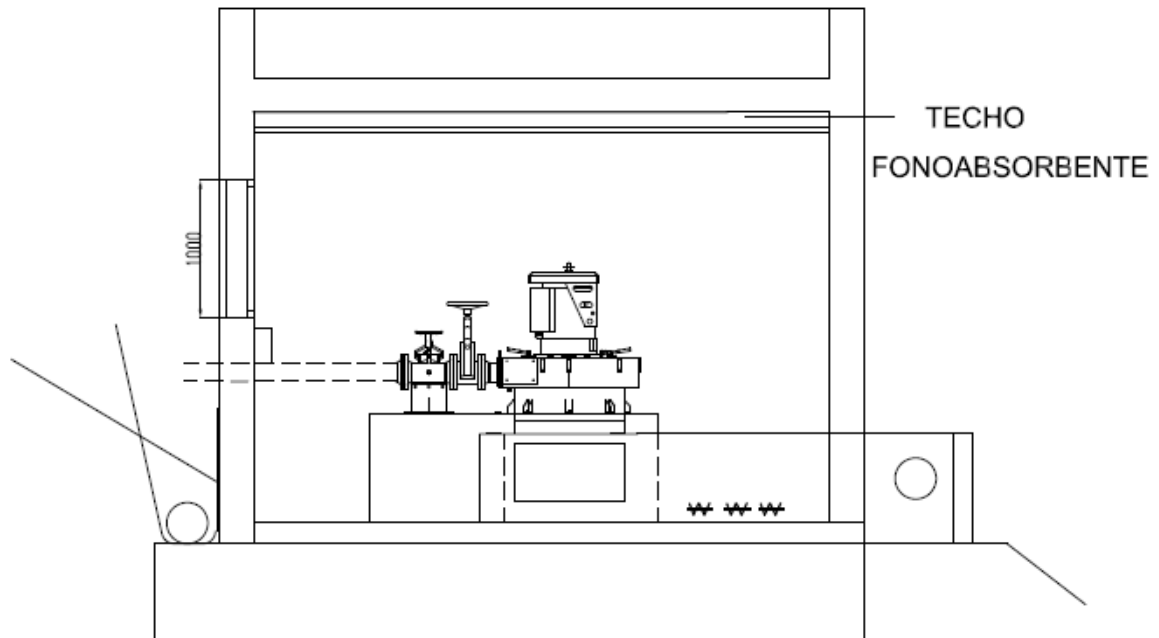
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

7



SECCIÓN A-A'

PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

EDIFICIO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA

SECCIÓN A-A'

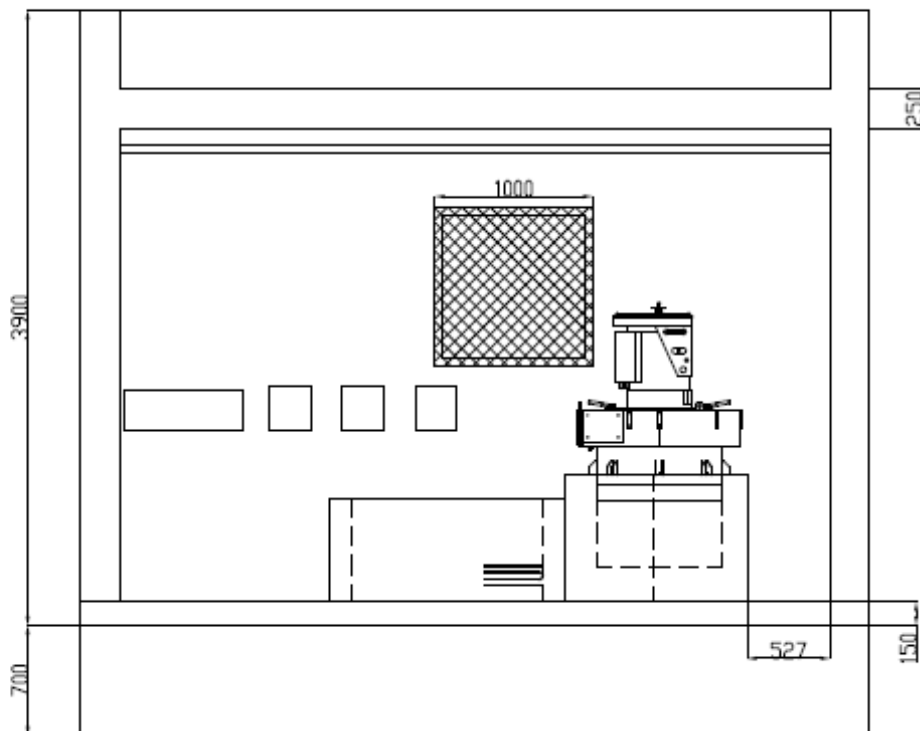
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

8



SECCIÓN B-B'

PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

EDIFICIO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA

SECCIÓN B-B'

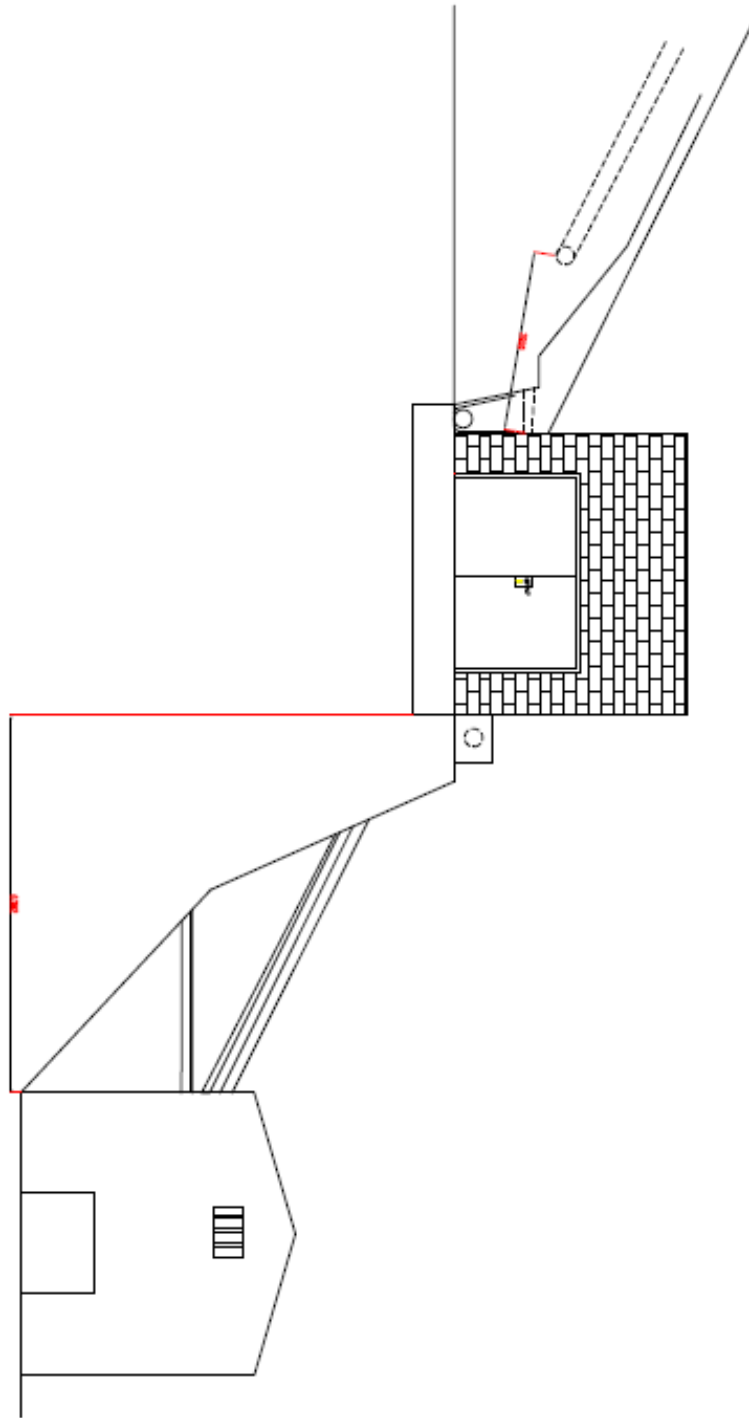
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

9



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

EDIFICIO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA

PERFIL DE LA INSTALACIÓN

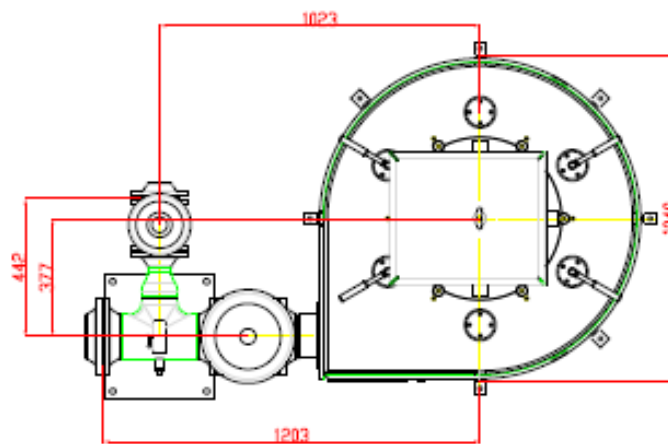
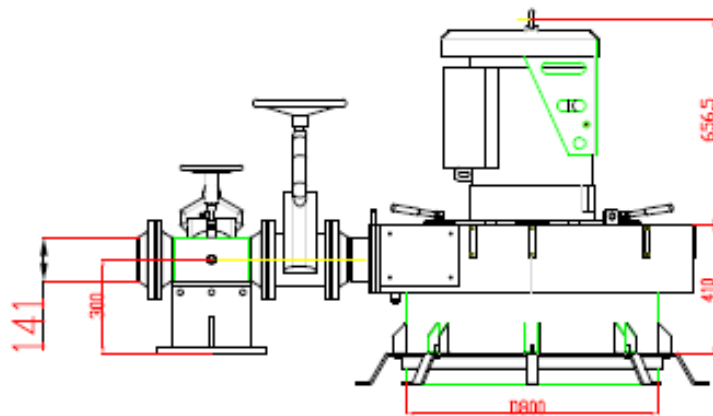
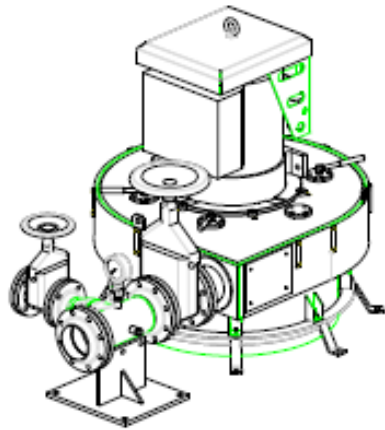
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

10



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

TURBINA

TURBINA PELTON

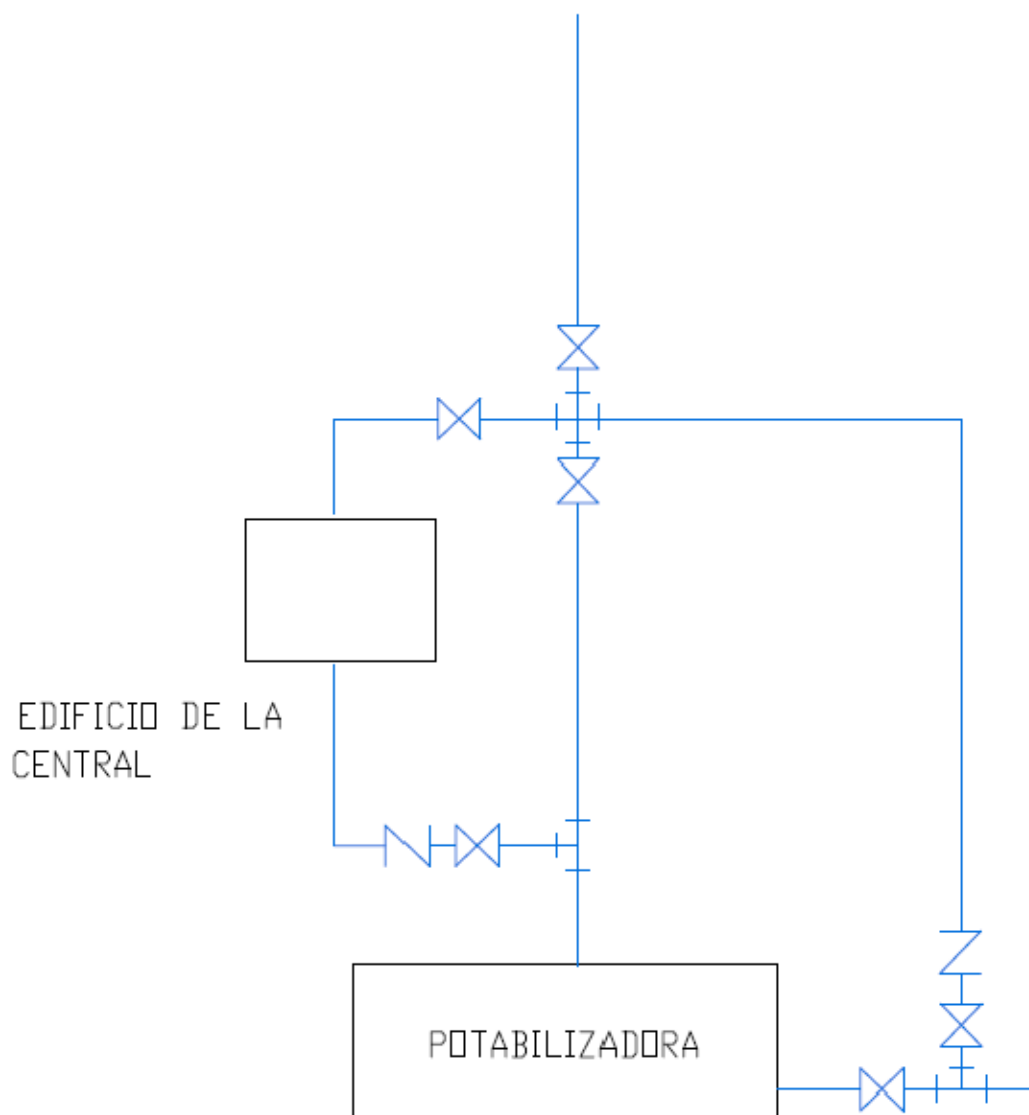
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

11



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

TURBINA

DETALLE TURBINA-TUBERÍAS

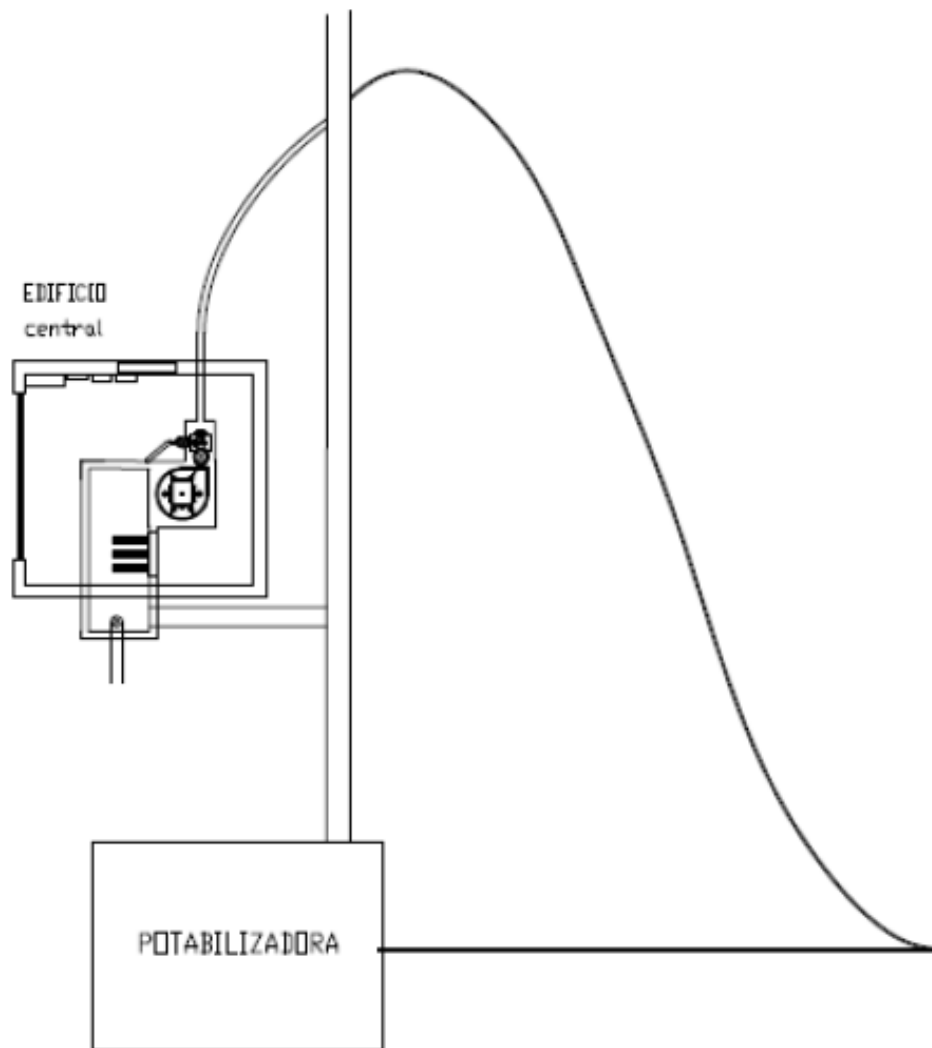
Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

12



PROYECTO MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA
"AGUAS DE CAZORLA"

Autor:

Lucía Galán Cano

Plano:

TURBINA

DETALLE CONEXIÓN-TUBERÍAS

Escala:

Fecha:

Junio 2020

Plano:

13

PLIEGO DE CONDICIONES

IV: PLIEGO DE CONDICIONES

1.	REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA.....	167
2.	PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	167
3.	SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN	167
4.	MANTENIMIENTO DE SERVIDUMBRE Y SERVICIOS	168
5.	ACOPIOS	168
6.	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	169
7.	TRABAJOS A CARGO DEL CONTRATISTA.....	169
8.	SUBCONTRATOS.....	170
9.	OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES.....	170
10.	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA	171
11.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CASOS NO PREVISTOS EN ESTE PLIEGO.....	172
12.	SEGURIDAD Y SALUD.....	172
13.	MEDICIÓN Y ABONO	172
14.	OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS	173
15.	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS, RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA	173
16.	RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS	174
17.	OBLIGACIONES SOCIALES.....	174
18.	REVISIÓN DE PRECIOS	174
19.	COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO E INICIO DE LAS OBRAS.....	174
20.	GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN	175
21.	ENSAYOS, CONTROL Y VIGILANCIA	175
22.	MODIFICACIÓN DEL CONTRATO	176
22.1	Modificaciones de proyecto durante la ejecución del contrato de obras ...	176
22.2	Resolución del contrato	176
23.	CONCLUSIÓN DEL CONTRATO.....	177
23.1	Recepción provisional	177
23.2	Recepción definitiva	177
23.3	Valoración general y liquidación.....	178
23.4	Abono de la liquidación y devolución de la fianza	178

PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

1.	DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO	178
1.1	Objeto del pliego	178
1.2	Documentos que definen las obras	179
1.3	Compatibilidad y prelación entre documentos	179
1.4	Normas de aplicación	180
2.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	181
2.1	Descripción general.....	181
2.2	Equipamiento hidráulico	182
2.2.1	Tubería forzada.....	182
2.2.2	Turbina Pelton.....	182
2.3	Equipamiento electromecánico	185
2.3.1	Generador asíncrono	185
	Datos del generador asíncrono.....	185
2.3.2	Sistema de mando de control y medida	185
2.3.3	El cuadro eléctrico	186
2.3.4	Reguladores Electrónicos	186
2.3.5	Servicios Auxiliares	187
2.3.6	Puestas a Tierra.....	187
2.4	Equipo contra incendios de la central.....	187
2.5	Medidas preventivas.....	188
3.	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL	188
3.1	Condiciones generales de ejecución	188
3.2	Replanteo general	189
3.3	Replanteos parciales	190
3.4	Desvío de servicios	190
3.5	Control de calidad y ensayos durante las obras	191
3.6	Acopios de materiales	192
3.7	Aportación de equipo y maquinaria	193
3.8	Conservación y limpieza de las obras	193
3.9	Terminación de las obras	194
4.	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	194
4.1	Condiciones generales.....	194

4.2	Mediciones	194
4.3	Precios	195
4.4	Partidas alzadas.....	195
4.5	Relaciones valoradas	195
4.6	Certificaciones.....	196
4.7	Obras que queden ocultas	196
4.8	Reposición de servicios y obras	196
4.9	Medios auxiliares.....	197
4.10	Obra defectuosa o mal ejecutada.....	197
4.11	. Acopios.....	198
4.12	Precios contradictorios	198
4.13	Elementos metálicos	199
4.13.1	Ejecución.....	199
4.13.2	Medición y abono.....	200
4.14	Protección de superficies con pintura.....	200
4.14.1	Elementos metálicos	200
4.14.2	Preparación de la superficie.	200
4.14.3	Imprimación.....	201
4.14.4	Obras de fábrica	202
4.14.5	Medición y abono.....	202
5.	CONDICIONES TÉCNICAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES	203
5.1	Procedencia de los materiales	203
5.2	Unidades de obras básicas	203
5.2.1	Obras en la Vía Pública.....	203
5.2.2	Obras de hormigón en masa o armado	204
5.2.3	Morteros	206
5.2.4	Demoliciones.....	208
5.2.5	Agotamientos	209
5.3	Materiales siderúrgicos.....	210
5.3.1	Barras de acero para armaduras	211
5.3.2	Laminados de acero para elementos metálicos.....	213
5.3.3	Acero para tuberías metálicas.....	216
6.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	217

6.1	Despeje y desbroce del terreno.....	217
6.1.1	Ámbito de aplicación.....	217
6.1.2	Ejecución de las obras.....	217
6.1.3	Excavación de zanjas y pozos.....	218
6.1.4	Transporte de productos a vertedero o lugar de empleo.....	220
6.1.6	Ejecución de las obras.....	221
7.	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS.....	222
7.1	Condiciones generales.....	222
7.1.1	Generalidades.....	222
7.1.2	Documentación exigible.....	223
7.1.3	Garantías.....	225
7.1.4	Manual de instrucciones.....	226
7.1.5	Pruebas y ensayos de equipos.....	227
7.2	Condiciones generales del suministro, montaje y transporte.....	228
7.2.1	Protección de las superficies.....	228
7.2.2	Sistemas de aguas limpias y refrigeración.....	228
7.2.3	Embalajes.....	228
7.2.4	Aceites.....	228
7.2.5	Subcontratistas.....	228
7.2.6	Transporte.....	228
7.2.7	Montaje.....	229
7.2.8	Cajas de bornas.....	229
7.3	Instrumentación requerida.....	229
7.3.1	Turbina Pelton.....	229
7.3.2	Reguladores electrónicos.....	229
7.3.3	Cuadro Eléctrico.....	229
7.4	Instalaciones y equipos.....	230
7.4.1	Órganos de cierre y regulación de caudal.....	230
7.4.2	Tuberías y accesorios.....	231

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA

La Propiedad exigirá que, por parte de la Contrata, dirija la obra, en su aspecto técnico, un Ingeniero Industrial, con título oficial español.

La Propiedad designará un Ingeniero Industrial como Ingeniero Encargado de las Obras. Tanto éste como las personas por él autorizadas, se designan en este Pliego como Dirección de las Obras.

2. PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista adoptará bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que diere, a este respecto, la Dirección de las Obras.

Especialmente, el Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación del agua por efecto de los combustibles, aceites, ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial.

3. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN

El Contratista adjudicatario de las obras, está obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad las señalizaciones necesarias, balizamiento, iluminación y protecciones adecuadas para las obras, tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

El tipo de vallas, iluminación, pintura y señales circulatorias, direccionales, de precaución y peligro, se ajustará a los modelos reglamentarios, debiendo en las obras, que por su importancia lo requieran, mantener permanentemente un vigilante con la responsabilidad de la colocación y conservación de dichas señales.

4. MANTENIMIENTO DE SERVIDUMBRE Y SERVICIOS

Para el mantenimiento de servidumbres y servicios preestablecidos, el Contratista dispondrá de todas las instalaciones que sean necesarias, sometiéndose en caso preciso a lo que ordene la Dirección de las Obras, cuyas resoluciones discrecionales a este respecto serán inapelables, siendo el Contratista responsable de los daños y perjuicios que por incumplimiento de esta prescripción puedan resultar exigibles. El abono de los gastos que este mantenimiento ocasione se encuentra comprendido en los precios de las distintas unidades de obra.

La determinación, en la zona de las obras, de la situación exacta de las servidumbres y servicios públicos para su mantenimiento en su estado actual, es obligación del Contratista y serán de su cuenta todos los daños y perjuicios que el incumplimiento de esta prescripción ocasione.

El tráfico, tanto de peatones como rodado, será restituido en cada parte de obra tan pronto como sea posible, debiendo siempre permitir el acceso a las fincas y lugares de uso público.

El Contratista está obligado a permitir a las Compañías de Servicios Públicos (Gas, Teléfonos, Electricidad, etc.) la inspección de sus tuberías y la instalación de nuevas conducciones en la zona de la obra, de acuerdo con las instrucciones que señale la Dirección de la Obra, con objeto de evitar futuras afecciones a la obra terminada.

El Contratista queda obligado a dejar libres las vías públicas debiendo realizar los trabajos necesarios para dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras, así como las operaciones requeridas para desviar alcantarillas, tuberías, cables eléctricos y, en general, cualquier instalación que sea necesario modificar.

5. ACOPIOS

Queda terminantemente prohibido efectuar acopios de materiales, cualquiera que sea su naturaleza, sin haber solicitado previamente autorización al Ingeniero Director de las Obras, sobre el lugar a efectuar dichos acopios.

Los materiales se acopiarán en forma tal, que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en obra, y de la forma en que el Ingeniero Director prescriba.

Los daños que pudieran derivarse de la ocupación de terrenos, así como de los cánones que pudieran solicitarse por los propietarios de los mismos, al ser utilizados como lugares de acopio, serán de absoluta carga para el Contratista, no responsabilizándose la Propiedad ni del abono de dichos cánones ni de los daños que pudieran derivarse de su uso.

6. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará a la Dirección de las Obras y a sus delegados o subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, así como para la inspección de la obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos o pruebas para las obras.

7. TRABAJOS A CARGO DEL CONTRATISTA

El Contratista construirá las obras y suministrará y montará cada una de las obras y/o equipos definidos en este Pliego y en los Planos del Proyecto, junto con todos los accesorios necesarios para su buen funcionamiento.

Aquellos equipos cuyo diseño y proyecto definitivo sean de cuenta del Contratista, serán proyectados de acuerdo con las normas vigentes en cada caso, dando debida justificación toda vez que sus bases de cálculo se aparten de las normas vigentes o de las prescripciones contenidas en este Pliego.

El Contratista notificará a la Dirección de las Obras la fecha y el lugar en que se realizarán las pruebas con suficiente anticipación en cada caso.

El Contratista suministrará los servicios de un equipo técnico de montaje, experimentado y competente, necesario para la realización de los ajustes que pudieran ser requeridos en obra, e inspección de la instalación terminada, así como también los servicios del personal técnico competente, necesario para la instrucción del personal que estará a cargo de las instalaciones.

Asimismo, suministrará los planos de conjunto y detalle necesarios para la correcta interpretación de la ejecución y funcionamiento de los equipos, así como, también, los planos de detalle de todos los elementos.

8. SUBCONTRATOS

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo, solicitado por escrito, de la Dirección de las Obras. Dicha solicitud incluirá los datos precisos para garantizar que el Subcontratista posee la capacidad suficiente para hacerse cargo de los trabajos en cuestión.

La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual. La Dirección de las Obras estará facultada para decidir la exclusión de aquellos subcontratistas que, previamente aceptados, no demuestren, durante los trabajos, poseer las condiciones requeridas para la ejecución de los mismos. El Contratista adoptará las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de dichos subcontratos.

9. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

El Contratista obtendrá a su costa todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas de ubicación de las mismas, servidumbres de acueducto, o a permisos de ocupación temporal o permanente de las obras.

Será responsable, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, omisiones o negligencia del personal a su cargo, o de una deficiente organización de las obras.

Serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones por interrupción de servicios públicos o privados, daños causados por apertura de zanjas o desvío de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de préstamos y canteras o establecimiento de instalaciones necesarias para la ejecución de las obras.

El Contratista dará cuenta de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de los trabajos a la Dirección de las Obras y los colocará bajo su custodia.

También queda obligado al cumplimiento de lo establecido en las Reglamentaciones de Trabajo y disposiciones reguladoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

10. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine la comprobación del replanteo general de las obras y los de replanteos parciales de las mismas; los de construcción, remoción o retirada de toda clase de instalaciones y construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación, durante el plazo de su utilización, de desvíos provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados cuya construcción responda a conveniencia del Contratista; los de conservación durante el plazo de toda clase de desvíos prescritos en el Proyecto y ordenados por la Dirección de las Obras que no se efectúen aprovechando carreteras existentes; los de conservación de desagües, los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de remoción de las instalaciones, herramientas; materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras, así como la adquisición de dichas aguas y energía; los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas; los de instalación y conservación del laboratorio de pié de obra; los de construcción de caminos necesarios para la ejecución de las obras, no incluidos en el presupuesto. Igualmente serán de cuenta del Contratista las diversas cargas fiscales derivadas de las disposiciones legales vigentes y las que determine el correspondiente Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, así como todos los gastos originados por los ensayos de materiales y de control y pruebas de ejecución de las obras y equipos que se especifican en este Pliego.

En los casos de resolución de Contrato, cualquiera que sea la causa que los motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los

de la retirada de los medios auxiliares o de los elementos no utilizados en la ejecución de las obras.

11. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CASOS NO PREVISTOS EN ESTE PLIEGO

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones, y lo que, sin apartarse de su recta interpretación, disponga por escrito la Dirección de las Obras.

Caso de surgir unidades de obra no previstas en el Proyecto, cuya ejecución se considere conveniente o necesaria, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente, con anterioridad a la ejecución de los trabajos a que dicho precio se refiere. Estos precios se redactarán en lo posible, tomando como base los que figuran en los Cuadros de Precios del Proyecto.

12. SEGURIDAD Y SALUD

El Contratista será responsable del cumplimiento de toda la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como de las especificaciones particulares expuestas en el presente Pliego o en el correspondiente Anexo a la Memoria.

13. MEDICIÓN Y ABONO

Para la medición y abono de las distintas unidades se seguirá lo especificado para cada una de ellas en los correspondientes apartados de este Pliego.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

14. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Si alguna unidad de obra no cumpliera las prescripciones que para la misma se establecen en el presente Pliego, deberá ser demolida y reconstruida a costa del Contratista, sin embargo, si aún con menor calidad que la exigida resultase aceptable, a juicio de la Dirección de las Obras, se fijará por ésta el precio a abonar por la misma en función del grado de deficiencia. El Contratista podrá optar por aceptar la decisión de aquella o atenerse a lo especificado al principio de este artículo.

Cuando se sospeche la existencia de vicios ocultos de construcción o de materiales de calidad deficiente, la Dirección de las Obras podrá ordenar la apertura de calas correspondientes, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos de apertura, ensayos, etc., que se originen de esta comprobación, en caso de confirmarse la existencia de dichos defectos.

15. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS, RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA

El Contratista queda comprometido a conservar por su cuenta, hasta que sean recibidas, todas las obras que integran el Contrato.

Transcurrido el plazo de ejecución y si las obras resultasen construidas con arreglo a las condiciones estipuladas y a satisfacción de la Propiedad, ésta lo constatará en un acto formal y positivo de Recepción o Conformidad dentro del mes siguiente de haberse producido la entrega o realización del objeto del contrato.

El plazo de garantía será de doce meses y empezará a contar a partir de la fecha de la citada Recepción, durante el cual será de cuenta del Contratista la conservación de las obras e instalaciones y cuantas reparaciones se motiven y ordenen por defectos de ejecución de las mismas.

Terminado el plazo de garantía, y si no ha habido objeciones por parte de la Propiedad, quedará extinguida la responsabilidad del Contratista.

Una vez terminadas las obras, se procederá a realizar su limpieza final. Asimismo, todas las instalaciones, caminos provisionales, depósitos o edificios con carácter temporal, serán removidos, salvo prescripción en contra de la Dirección de las Obras.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con la zona circundante. La limpieza final

y retirada de instalaciones se considerarán incluidas en el Contrato, y por tanto su realización no será objeto de ninguna clase de abono.

16. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS

Para la Recepción y para la liquidación de las obras, se seguirá lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y en la Legislación vigente.

Sólo podrán ser objeto de recepción parcial aquellas partes de la obra susceptibles de ser ejecutadas por fases que puedan ser entregadas al uso público y que específicamente hayan sido autorizadas por la Dirección de Obra.

17. OBLIGACIONES SOCIALES

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros y la buena marcha de las obras. Dicho cumplimiento no excusará en ningún caso la responsabilidad del Contratista, aún en el caso de que subcontrate total o parcialmente su trabajo.

El Contratista tiene asimismo la obligación de cumplir cuanto prescribe la Reglamentación Nacional del Trabajo de las Industrias de la Construcción y Obras Públicas, y todas las disposiciones vigentes o que en lo sucesivo se dicten de carácter laboral y social.

18. REVISIÓN DE PRECIOS

En el presente Proyecto no se contempla la revisión de precios.

19. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO E INICIO DE LAS OBRAS

Antes de dar comienzo a las obras, la Dirección de las Obras, en presencia del Contratista, procederá a efectuar la comprobación del replanteo.

Del resultado de esta comprobación general se levantará Acta que suscribirán la Dirección de las Obras y el Contratista. Este Acta se elevará a la Superioridad para su aprobación y en ella constará la conformidad entre el proyecto y el terreno o las variaciones existentes en su caso.

El Contratista será responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones, y si en el transcurso de las obras sufrieran deterioro o destrucción serán a su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Las obras objeto del presente Proyecto, se iniciarán al día siguiente de la fecha del Acta de Replanteo, empezando a contar el plazo a partir de dicha fecha.

En el período comprendido entre la adjudicación definitiva y la de replanteo de las obras, el Contratista podrá, bajo su responsabilidad, proceder a la organización general de las mismas, gestión de suministros de materiales y medios auxiliares necesarios y, en general, a todos los trámites previos necesarios para que una vez comenzada la obra, no se vea interrumpida por obstáculos derivados de una deficiente programación.

20. GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN

Serán de cuenta del adjudicatario de las obras, el abono de los gastos de replanteo y liquidación de las mismas, cuyos importes no excederán del uno y medio por ciento (1,5%), los de replanteo y del uno por ciento (1%) los de liquidación, todo ello referido al presupuesto de las obras y con sujeción a las disposiciones vigentes.

21. ENSAYOS, CONTROL Y VIGILANCIA

Los ensayos y pruebas, tanto de materiales como de unidades de obra, se realizan por laboratorios especializados en la materia y reconocidos oficialmente, que en su caso podrían ser propuestos por el Contratista para su aceptación por la Dirección de las Obras, debiendo aportarse tarifa de precios de dichos laboratorios.

De los gastos de ensayo y control de materiales será a cargo del Contratista hasta un uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución Material, el resto de los gastos por este capítulo será a cargo de la Propiedad.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales, piezas o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables parcial o totalmente en el acta del reconocimiento final, pruebas de recepción o plazo de garantía.

22. MODIFICACIÓN DEL CONTRATO

22.1 Modificaciones de proyecto durante la ejecución del contrato de obras

Si durante la ejecución del contrato, resolviese introducir en el Proyecto modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las unidades de obra marcadas en el mismo, o sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que ésta sea de las comprendidas en la contrata, serán obligatorias para el Contratista estas disposiciones, sin que tenga derecho alguno, en caso de una supresión o reducción de obras, a reclamar ninguna indemnización.

Cuando las modificaciones del Proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en la contrata, o cuyas características difieran sustancialmente de ellas, los precios de aplicación a las mismas serán fijados por la Administración, a la vista de la propuesta del director de las obras y de las observaciones del Contratista, a esta propuesta en trámite de audiencia. Si éste no aceptase los precios aprobados, quedará exonerado de ejecutar las nuevas unidades de obra y la Administración o empresa contratante podrá contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado o ejecutarlas directamente.

22.2 Resolución del contrato

Si por incumplimiento de los plazos, o cualquier otra causa imputable al Contratista, debiera rescindirse el Contrato, se hará con iguales requisitos que los que se indican, el reconocimiento, medición y valoración general de las obras, no teniendo en este caso más derecho que se le incluyan en la valoración, las unidades de obra totalmente

terminadas con arreglo al Proyecto, a los precios contratados o a los contradictorios aprobados.

23. CONCLUSIÓN DEL CONTRATO

23.1 Recepción provisional

Terminado el plazo de ejecución de las obras se procederá, por la Dirección de obra, al reconocimiento de las mismas, levantando acta del resultado de dicho reconocimiento, que firmarán el director de la obra, un representante de la Propiedad y el Contratista.

Si de dicho examen se deduce que la obra está terminada con arreglo a condiciones, así se hará constar en el acta, dándose por recibida provisionalmente y empezando a contar el plazo de garantía.

Si no estuviesen terminadas, se detallará en el acta lo que falte y se fijará un nuevo plazo para terminarlas, aplicándose las sanciones que se hayan previsto en el Contrato en función del retraso producido.

Transcurrido el nuevo plazo se procederá de igual forma, y si tampoco esta vez estuviesen terminadas las obras, la Propiedad podrá optar por conceder un nuevo plazo o declarar rescindido el Contrato, con pérdida de la fianza por parte del Contratista, sin más derecho que el cobro de la parte ejecutada que sea de recibo con arreglo a condiciones.

23.2 Recepción definitiva

Transcurrido el plazo de garantía se procederá al reconocimiento de las obras, en forma análoga a la de la recepción provisional, levantando las actas que sean necesarias y recibiendo las obras definitivamente cuando, del reconocimiento práctico se deduzca que se encuentran en perfecto estado de conservación.

23.3 Valoración general y liquidación

Durante el plazo de garantía se hará la valoración general de la obra ejecutada, de tal forma que quede ultimada para el momento de la recepción definitiva.

Servirán para su valoración las mediciones obtenidas a este objeto directamente de las partes accesibles de las obras y los croquis, con la conformidad del Contratista, que se deben hacer obteniendo las de las partes ocultas como cimientos, etc., antes de que lo estén.

Las cubicaciones así obtenidas, se valorarán a los precios contratados o contradictorios aprobados, haciendo las deducciones a que, por obra defectuosa pero aceptable, hubiese lugar. Por ningún concepto se incluirán en la valoración general precios no aprobados. Tampoco, salvo acuerdo previo en lo acordado, figurarán acopios.

El importe se obtendrá restando del importe de la valoración general, el de la suma de las certificaciones expedidas, así como cualquier otro cargo que tenga la administración contra el Contratista. La liquidación se someterá al Contratista para que éste consigne en ella su conformidad.

23.4 Abono de la liquidación y devolución de la fianza

Una vez recibida definitivamente la obra y redactada y conformada la liquidación con saldo a favor del Contratante, se pagará y se devolverá la fianza en la forma y plazo que se determine en el Contrato.

En el caso de que el saldo de la liquidación resultase en contra del Contratista, responderá la fianza por esta causa, y si con ello no bastase, el Contratista se comprometerá a saldar la diferencia.

PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

1.1 Objeto del pliego

El presente Pliego fija las condiciones que han de cumplir los materiales y la ejecución de los trabajos de la puesta en funcionamiento de la minicentral hidroeléctrica

Ayuntamiento de Cazorla. Asimismo, determina el Pliego, todas las Normas Generales y Particulares que son de aplicación en dicha ejecución.

1.2 Documentos que definen las obras

Las obras se definen en todos los documentos incluidos en el presente Proyecto, articulado según los siguientes documentos:

- Memoria y Anexos
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y Particulares
- Presupuesto
- Planos
- Estudios de Entidad Propia

1.3 Compatibilidad y prelación entre documentos

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones y omitido en los Planos del Proyecto, o viceversa, será ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y el Pliego de Prescripciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Prescripciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los documentos del presente Proyecto o que, por uso y costumbre, deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, serán ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos del Proyecto y Pliego de Prescripciones.

El Contratista informará por escrito a la Dirección de la Obra, tan pronto como sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrase.

Cualquier corrección o modificación en los Planos del Proyecto o en las especificaciones del Pliego de Prescripciones, sólo podrá ser realizada por la Dirección de la Obra, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

1.4 Normas de aplicación

El Contratista se atenderá, en todo aquello que no esté en contradicción con lo establecido en este Pliego, a las siguientes Normas:

- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08). (BOE. núm. 148, de 19 de junio de 2008).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, aprobado por Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1976.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-4/88, (Orden Ministerial de 21 de Enero de 1988). Modificación del PG-4/88 (O.M. de 8 de Mayo de 1989 y 28 de Septiembre de 1989).
- Norma Sismo-Resistente NCSR-02.
- Código Técnico de la Edificación CTE (2006)
- Normas Tecnológicas NTE-EGG y NTE-ECV.
- Ley de Ordenación de la Edificación - LOE
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, O.M. de 28 de Julio de 1.974.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de Poblaciones, aprobado por Orden de 15 de Septiembre de 1986, del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982 e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto (Ref. BOE-A-2002-18099).

- Requisitos técnicos definidos en la O.M. de 5 de septiembre de 1985 para plantas de este tipo.
- Las disposiciones referentes a la Seguridad y Salud en el Trabajo.

A veces se presentará el caso de discrepancia entre algunas condiciones impuestas en las normas señaladas. Salvo manifestación expresa de este Pliego se sobreentenderá que la condición válida es la más restrictiva.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

A continuación, se describen las obras que se reflejan en el proyecto.

2.1 Descripción general

La descripción general de las obras se recoge en el correspondiente apartado de la Memoria, al que se remite para su conocimiento. En él, se describen las obras de puesta en funcionamiento que se han de llevar a cabo en la cámara de carga, edificios y accesos.

En la descripción de las obras que sigue en los apartados siguientes, se incluye una descripción detallada de los elementos más singulares que se incluyen en el Proyecto.

Las distintas actuaciones a realizar serán:

- Aprovechamiento de un segundo depósito
- Incorporación de una segunda tubería forzada
- Interconexión de las dos tuberías para unificar los caudales y turbinar la máxima cantidad de agua disponible.
- Instalación del tramo de tubería que conectará ambas tuberías forzadas con la central del edificio y su correspondiente tramo de evacuación hacia la tubería forzada-potabilizadora. Incluso, excavación de la zanja en la que irá este nuevo tramo y colocación de ésta.
- Instalación las válvulas accesorias para el funcionamiento de bypass
- Incorporación de un generador asíncrono a la turbina
- Instalación de una línea de Baja Tensión que conecte el edificio con los centros de consumo.

2.2 Equipamiento hidráulico

2.2.1 Tubería forzada

Existen una tubería forzada ya construida, con las siguientes características:

Une la cámara de carga con el edificio de la central donde se sitúan el conjunto de la turbina - alternador. Tiene una longitud de 100 m, y un diámetro de 300 mm. Por ella circulan 20 l/s aproximadamente y está construida de material de fundición.

Esta tubería discurre desde la cota 991,93 m, donde está situada la cámara de carga nueva, a la cota 899,13 m donde estará ubicado el edificio de la central.

La segunda tubería forzada a instalar tendrá las siguientes características: de diámetro 140 mm, será de fundición y tendrá una longitud de 975 m con pendiente 1%. Por ella circularán 15 l/s que se unirán con el caudal proveniente del depósito segundo a la otra tubería forzada para turbinarse ambos caudales en el edificio de la central.

Esta tubería discurrirá desde la cota 992,44 m, donde está situado el segundo depósito de agua, a la cota 899,13 m correspondiente al edificio de la central.

2.2.2 Turbina Pelton

2.2.2.1 Componentes de la turbina

A) Rodete Pelton

Las palas del rodete serán de acero inoxidable de elevada resistencia mecánica y obtenidas por microfundición, lo que permite una gran precisión y un buen grado de acabado.

Las palas están fijadas al disco mediante soldadura TIG sin aporte de material. El disco y el anclaje serán de acero inoxidable. Todos los rodamientos estarán equilibrados dinámicamente.

B) Bloque turbina

El bloque estará constituido por un conjunto de láminas de acero soldado. La parte superior del cilindro interior, las dos bridas y el cilindro exterior forman el distribuidor, es decir la cámara de aducción del agua a presión a los inyectores. El cilindro interior tiene también la función de recibir y canalizar el agua hacia el pozo de desagüe. Además, mediante soportes soldados sobre la parte exterior del cilindro, este fija y sostiene el grupo turbina-generador. Se utiliza un anillo de acoplamiento para fijar el bloque –turbina a una base estable. Los inyectores son moldeados en una materia plástica de larga duración con un número máximo de 6.

C) Grupo de alimentación

Su función es conectar la tubería forzada al bloque turbina. Estará compuesto por el tubo de entrada sobre el cual está instalada la válvula manual para el mando de la microcentral, la toma para el manómetro y la toma lateral para el by-pass.

2.2.2.2 Características de la instalación

Caudal nominal	0,024 m ³ /s
Salto bruto	92,8 m
Salto neto	92,77 m
Potencia nominal	18 kW

Tabla 58. Características de la instalación (Fuente: Elaboración propia)

2.2.2.3 Datos suministrados por el fabricante

Se exigirá al fabricante suministrador de las turbinas que proporcione los siguientes datos como mínimo de la turbina:

- Planos generales de la turbina y de detalle de todos sus elementos.

- Listado de materiales empleados para la construcción de todos sus elementos.
- Listado de pruebas efectuadas en fábrica y los resultados de las mismas, con detalle de las condiciones específicas en las que se hayan llevado a cabo las pruebas.
- Curva de rendimiento de la turbina, con potencias obtenibles en eje en función del caudal, y relación de posiciones de los alabes del regulador para la obtención de los caudales parciales previstos.
- Características constructivas de funcionamiento de todos los elementos accesorios y reguladores de la turbina, incluyendo los resultados de las pruebas de funcionamiento que se hubieren efectuado en fábrica sobre dichos elementos.

2.2.2.4 Montaje

La turbina se montará en el pozo previsto para ello en el edificio de la central. El montaje de la turbina será con el eje horizontal, según consta en los planos, y siguiendo en todo momento las recomendaciones del fabricante al respecto.

La fijación será tal que se reduzcan en lo posible las vibraciones de la máquina. Para evitar la transmisión de las posibles vibraciones a la cimentación, se incluirán los elementos de amortiguación que se estime oportuno.

Antes de la puesta en marcha de la instalación deberá comprobarse el correcto funcionamiento de los distintos órganos de las turbinas, en particular del regulador y de la válvula de cierre, así como de la válvula de compensación de presiones y de todos los sensores y medidores de nivel equipados.

2.2.2.5 Mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento se realizarán de acuerdo con las indicaciones del fabricante de la turbina, y con los períodos que en el acuerdo se establezcan.

2.3 Equipamiento electromecánico

2.3.1 Generador asíncrono

Como generador se utilizará un generador asíncrono oportunamente dimensionado. El generador estará fijado una base móvil que nos facilita el posicionamiento y nos permite dar el valor de tensión necesaria a la correa dentada de transmisión.

Estará previsto un tratamiento para ambientes húmedos, para las envolventes y para el barniz exterior. Los cojinetes estarán holgadamente dimensionados y pueden por ello soportar fácilmente las cargas radiales y axiales, el engrase se llevará a cabo mediante un dispositivo para la lubricación periódica.

Datos del generador asíncrono

Tipo	Asíncrono
Potencia máxima en funcionamiento continuo	30kW
Tensión nominal	400V
Conexión-generador	Δ
Frecuencia	50Hz

Tabla 59. Características del generador asíncrono (Fuente: Elaboración propia)

2.3.2 Sistema de mando de control y medida

El sistema de mando de control y medida está formado por unos armarios de medida, control y protección, que acoge a los diferentes equipos de protección, y a los elementos de control y medida necesarios para el correcto funcionamiento y operación de la central.

- Cuadro de control CT30000.
- 3 reguladores Electrónicos RMP 10000/B de disipación en aire
- Válvula de entrada manual.
- Manómetro.
- Conjunto de inyectores recambio.

- Aro de fijación a obra civil

2.3.3 El cuadro eléctrico

El cuadro eléctrico está constituido por un armario de acero laminado que contiene los siguientes elementos:

Los instrumentos del cuadro monofásico están formados por:

- Un voltímetro.
- Un frecuencímetro digital.
- Un amperímetro indicador de la intensidad total suministrada por el generador.
- Un segundo amperímetro indicador de la corriente absorbida por la carga.

El cuadro trifásico está provisto de 6 amperímetros: 3 indican la intensidad distribuida en cada fase y 3 la intensidad absorbida por las cargas.

Las protecciones del cuadro monofásico son; un interruptor magnetotérmico tetrapolar, que protege el generador contra los eventuales cortocircuitos sobre la línea de carga. Dentro del cuadro trifásico, hay un interruptor magnetotérmico trifásico.

2.3.4 Reguladores Electrónicos

Los reguladores electrónicos se componen de la unidad de control y de resistencias de disipación. Los reguladores velan por mantener la tensión y la frecuencia constantes, dado que la absorción de la energía producida por el grupo turbina-generador es siempre constante. Este grupo trabaja siempre a plena carga y los reguladores velan por disipar, mediante resistencias, la energía producida por la microcentral y no consumida por las cargas.

La disipación de la energía excedente tiene lugar en agua o aire, mediante elementos disipadores largamente dimensionados, que automáticamente se conectan o desconectan controlados por la unidad electrónica de control del regulador.

2.3.5 Servicios Auxiliares

Resulta necesario tener en cuenta los servicios auxiliares de la central.

Los servicios auxiliares serán la alimentación desde el embarrado de corriente alterna de 230/400 V. y a través de interruptores magneto-térmicos adecuados, a los siguientes circuitos:

- Alumbrado interior.
- Tomas de corriente.

2.3.6 Puestas a Tierra

Puesta a tierra de protección

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de alta tensión, se provoca una elevación del potencial del electrodo a través del cual circula la corriente de defecto. Así mismo, al disiparse dicha corriente por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. La instalación de puesta a tierra de protección, tiene la misión de conseguir que no existan diferencias de potencial peligrosas entre diferentes elementos de la instalación.

Puesta a tierra de servicio

Según prescripciones reglamentarias, las puestas a tierra de servicio y de protección de una instalación deberán interconectarse formando una tierra general, siempre que no puedan presentarse en la instalación tensiones peligrosas para personas, bienes o instalaciones eléctricas.

Utilizando la malla de tierras de protección calculada anteriormente como tierra general de la central, garantizamos la seguridad de las personas, ya que se cumplen las prescripciones reglamentarias respecto a los valores máximos de tensiones de paso y contacto que pueden aparecer en la instalación de puesta a tierra.

2.4 Equipo contra incendios de la central

Dado que no se prevé la presencia permanente de personal en la central, se instaló un sistema de detección de incendios automático, compuesto por una serie de detectores instalados en los lugares apropiados, y conectados a una centralita de

vigilancia, la cual conectará con el centro de control remoto, comunicando cualquier situación de incendio detectada.

Como medio de extinción se dispone de dos extintores normalizados de CO₂ fácilmente accesibles y distribuidos por el recinto de la central, en las proximidades de los sistemas con mayor peligro de incendio, tal y como el alternador, servicios auxiliares, etc.

2.5 Medidas preventivas

Para el personal de operación, mantenimiento y control de la central, se proporcionará el material de prevención y seguridad específico para este tipo de instalaciones, como pueden ser los siguientes:

- Banqueta, guantes y pértiga aislante para maniobra del aparellaje de alta tensión.
- Comprobador de tensión.
- Disco de señalización para cada una de las celdas.
- Carteles demostrativos de prestación de primeros auxilios.

3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL

3.1 Condiciones generales de ejecución

Antes de iniciar cualquier trabajo, deberá el Contratista ponerlo en conocimiento del Ingeniero Director y recabar su autorización. Todas las dosificaciones y fórmulas de trabajo a emplear en obra deberán ser aprobadas antes de su empleo, por el Director, quien podrá modificarlos a la vista de los ensayos y pruebas que se realicen y de la experiencia obtenida durante la ejecución de los trabajos. El Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Director el procedimiento ejecución y la maquinaria que considere más adecuada, siempre que con ellos se garantice una ejecución de calidad igual o superior a la prevista en el Proyecto.

Independientemente de las condiciones particulares o especiales que se exijan en este Pliego a los equipos necesarios para ejecutar las obras, deberán cumplir en todo caso, las condiciones siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente antelación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y aprobados por el Ingeniero Director en todos los aspectos, incluso en el de su potencia y capacidad, que deberá ser adecuada al volumen de obra a efectuar en el plazo programado.
- Después de aprobado un equipo por el Ingeniero Director, deberá mantenerse en todo momento en condiciones satisfactorias, haciéndose las sustituciones o reparaciones necesarias para ello.
- Si durante la ejecución de la obra se observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, el equipo o equipos aprobados no son idóneos para lograr el fin propuesto, deberán ser sustituidos por otros que así los sean.
- El Ingeniero Director juzgará sobre la idoneidad y la capacidad técnica del equipo humano dispuesto por el Contratista para la ejecución de las obras. En cualquier caso, podrá exigir una determinada titulación a las personas que se encuentren al frente de los trabajos.

3.2 Replanteo general

El replanteo y comprobación general del Proyecto, se efectuará dejando sobre el terreno señales o referencias que tengan suficientes garantías de permanencia para que, durante la ejecución, pueda fijarse con relación a ellas la situación en planta y altura de cualquier elemento o parte de las obras.

El replanteo general de cualquier elemento se comprobará por el Director de las obras o por la persona en quien él delegue, y deberá ser presenciado por el Contratista o persona que lo represente fehacientemente. De su resultado se levantará el acta con la firma de las dos partes, no dándose comienzo a las obras hasta haber cumplido con este trámite

Los hitos o señales quedarán bajo la custodia del Contratista, quien cuidará de su permanencia e invariabilidad, teniendo la obligación de reponerlos a su costa tantas veces como desapareciesen o se moviesen.

3.3 Replanteos parciales

El director de obra o la persona en quien él delegue, podrá realizar cuantos replanteos parciales o comprobaciones estime necesarios durante el periodo de constitución y en sus diferentes fases, para que las obras se hagan con arreglo al Proyecto.

Esto no exime al Contratista de la responsabilidad de tener al frente de las obras una persona capacitada para ejecutar, por sí misma, estos replanteos parciales, que le permita fijar la posición correcta de cualquier parte de las obras, partiendo de los datos consignados en el Acta de Replanteo General, y de las señales sobre el terreno a que se alude en el apartado anterior.

3.4 Desvío de servicios

Antes de comenzar las obras, el Contratista, basándose en los planos y datos de que disponga o en los reconocimientos efectuados, deberá estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones afectados, considerando la mejor forma de ejecutar los trabajos para no dañarlos y señalando los que en último término considere necesario modificar.

Si el director de la obra se muestra conforme, solicitará de las empresas y organismos correspondientes la modificación de estas instalaciones, abonándose mediante factura los trabajos que sea preciso realizar. No obstante, si con el fin de acelerar las obras, las entidades interesadas precisan la colaboración del Contratista, éste deberá prestar la ayuda necesaria.

3.5 Control de calidad y ensayos durante las obras

Se realizarán cuantos ensayos y pruebas estime oportuno el Ingeniero Director de las obras de acuerdo con los pliegos de prescripciones técnicas existentes para algunos de los materiales. Realizándose la elección y el número de los elementos a ensayar por consideraciones estadísticas suficientemente justificadas.

Bien entendido que la aprobación por parte del Director de obra de las diferentes partidas, no exime al Contratista de su absoluta responsabilidad sobre la calidad de los materiales que adquiere, bien por error del Ingeniero Director, bien por omisión de los ensayos.

Además, está obligado, aparte de los ensayos que por cuenta propia y a cargo del Contratista estime necesarios realizar el Ingeniero Director, a realizar ensayos que demuestren el cumplimiento de la normativa vigente, por mediación de una empresa que se encuentre capacitada legalmente para la realización de los mismos en cada uno de los apartados susceptibles de ser ensayados.

Debe quedar suficientemente clara la imparcialidad de la empresa de control de calidad contratada por la empresa adjudicataria de las obras, debiéndose informar al organismo correspondiente previamente a su contrato y sólo podrá llevarse a cabo con la autorización pertinente.

Deberá de informarse periódicamente de los resultados de los ensayos que se entregarán en sobre cerrado, conteniendo copias idénticas para cada una de las partes. Cualquier negligencia, desinformación al Ingeniero Director, demostrada parcialidad, mala fe o intento de fraude de la empresa de control de calidad para con la Administración será considerada como falta muy grave, con las responsabilidades directas y subsidiarias que ello devengaría sobre la empresa consultora y el Contratista respectivamente fijadas en el Contrato.

En caso de no existir Pliegos de Condiciones específicos donde se recojan los ensayos a realizar, se seguirán los ensayos prescritos en la normativa existente; si

tampoco existieran, se seguirán en cualquier caso las indicaciones, que tendrán carácter de ejecutivas, del Ingeniero Director.

En cualquier caso la realización de los ensayos, será siempre por cuenta del Contratista (hasta el 1% del PEM) y no le devengará ningún tipo de remuneración sobre lo presupuestado. Téngase en cuenta que el director de obra no exigirá que se realicen ensayos absurdos o que la buena práctica de obra, la experiencia y el sentido común indiquen su inutilidad, sino que, bien al contrario, se exigirán las pruebas en cada caso pertinentes en cuanto a su número y tipología.

El resultado favorable de los ensayos no eximirá al Contratista de su responsabilidad en caso de error, por parte de la empresa consultora o el Ingeniero director, bien entendido que tampoco quedarán exentos de su responsabilidad en la medida en que ésta les afecte.

3.6 Acopios de materiales

Queda terminantemente prohibida la certificación de acopios. Sobreentendiéndose que la realización de los mismos en las cantidades que el Contratista estime oportunas no le está prohibida, pero en caso de que en el momento de su uso, estime el Ingeniero Director que los materiales no responden a las prescripciones previstas en los pliegos, a las consideraciones de buena construcción o cualquier otra razón suficientemente justificada, no podrá utilizarlos por incumplimiento de plazos si en caso de ser advertido por el Ingeniero Director se demostrase que usó materiales no apropiados a sabiendas.

Queda pues bien claro que es decisión del Contratista el acumular materiales, por las razones que considere convenientes según su criterio, siempre que en el momento de su colocación se encuentren en perfecto estado y que nunca serán certificados, ni se realizarán ensayos de control hasta que efectivamente vayan a ser utilizados.

3.7 Aportación de equipo y maquinaria

El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares que sea preciso para la buena ejecución de aquéllas en los plazos parciales y totales convenidos en el contrato.

En el caso de que para la adjudicación del Contrato hubiese sido necesaria la aportación por el Contratista de un equipo de maquinaria y medios auxiliares concreto y detallado, el director exigirá aquella aportación en los mismos términos y detalle que se fijaron en tal ocasión.

El equipo quedará adscrito a la obra en cuanto se encuentren en ejecución las unidades en que ha de utilizarse, y no podrá retirarse sin consentimiento expreso del director, debiendo ser reemplazados los elementos averiados o inutilizados, siempre que su reparación exija plazos que aquél estime que han de alterar el Programa de trabajo.

Cada elemento de los que constituyen el equipo será reconocido por la Dirección, anotándose sus altas y bajas de puesta en obra en el inventario del equipo. Podrá también rechazar cualquier elemento que considere inadecuado para el trabajo en la obra, con derecho del Contratista a reclamar frente a tal resolución ante la Administración en el plazo de 10 días, a partir de la notificación por escrito del director.

El equipo aportado por el Contratista quedará para libre disposición del mismo a la conclusión de la obra, salvo estipulación contraria.

3.8 Conservación y limpieza de las obras

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio del Ingeniero Director.

3.9 Terminación de las obras

Una vez terminados los trabajos de ejecución de las obras, se procederá a realizar su limpieza final. Todas las instalaciones, caminos provinciales, depósitos o edificios construidos con carácter temporal, deberán ser removidos, quedando los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas, acorde con el paisaje circundante. La limpieza final y retirada de instalaciones, se considerarán incluidas en el Contrato y por tanto su realización no será objeto de abono directo.

No se considerará que la obra está terminada hasta que no se cumplan las condiciones anteriormente expuestas.

4. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

4.1 Condiciones generales

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el presupuesto. Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes. Así mismo, se entenderá que todos los precios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos, accesorios, transporte, herramientas y toda clase de operaciones directas o incidentales necesarias para dejar las unidades de obra terminadas con arreglo a las condiciones especificadas en el presente Pliego.

4.2 Mediciones

La Dirección realizará mensualmente la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior. El Contratista o su delegado podrán presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con suficiente antelación, a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista o su delegado.

4.3 Precios

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

4.4 Partidas alzadas

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 52 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado.

4.5 Relaciones valoradas

La Dirección, tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutada a que se refieren los artículos anteriores y los precios contratados, redactará mensualmente la correspondiente relación valorada al origen.

No podrá omitirse la redacción de dicha relación valorada mensual por el hecho de que, en algún mes, la obra realizada haya sido de pequeño volumen o incluso nula, a menos que la propiedad hubiese acordado la suspensión de la obra.

La obra ejecutada se valorará a los precios de ejecución material que figuren en el presupuesto para cada unidad de obra, y a los precios de las nuevas unidades de obra no previstas en el Contrato, que hayan sido debidamente autorizados y teniendo en cuenta lo prevenido en el presente Pliego para abono de obras defectuosas, materiales acopiados y partidas alzadas.

Al resultado de la valoración obtenido en la forma expresada en el párrafo anterior, se le aumentarán los porcentajes adoptados para formar el Presupuesto de Contrata, y la cifra que resulte se multiplicará por el coeficiente de adjudicación, obteniendo así la relación valorada mensual.

4.6 Certificaciones

Las certificaciones se expedirán tomando como base la relación valorada mensual y se tramitarán, por el director de la obra, en los siguientes diez días del periodo a que correspondan, en la forma reglamentaria.

4.7 Obras que queden ocultas

Sin autorización del Director de la obra, el Contratista no podrá proceder al relleno de las zanjas abiertas ni cualquier otra obra que posteriormente quede oculta. El Director de la obra deberá comprobar que las alineaciones y rasantes fijadas en cada caso son acordes con el Replanteo general.

Cuando el Contratista haya procedido a dicho relleno sin la autorización previa, el Director de la obra podrá ordenarle el nuevo descubrimiento de la obra para su revisión y medición, siendo todos los gastos que se originen por cuenta del Contratista.

4.8 Reposición de servicios y obras

El Contratista estará obligado a ejecutar la reposición de todos los servicios preexistentes, siéndole únicamente de abono a los precios contratados los que a juicio del Director de obra sean consecuencia obligada de la ejecución del Proyecto.

Todas las reparaciones, roturas o averías en los diversos servicios públicos o particulares, las tendrá que realizar el Contratista por su cuenta exclusiva, sin derecho al abono de cantidad alguna.

4.9 Medios auxiliares

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, vías, hormigoneras, máquinas, útiles, herramientas, aparatos y todos los medios y construcciones auxiliares de la obra, así como cualquier responsabilidad que se derive de avería o accidentes personales que puedan ocurrir por la insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Se entiende que el importe de estos medios auxiliares está comprendido en los precios, por lo que no se abonará cantidad alguna por este concepto.

4.10 Obra defectuosa o mal ejecutada

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista responderá de la ejecución de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiere, sin que sea de eximente ni de derecho alguno, la circunstancia de que los representantes de la propiedad hayan examinado o reconocido durante la construcción, las partes y unidades de la obra o de los materiales empleados, ni que hayan sido incluidos éstos y aquéllos en las mediciones y certificaciones parciales.

El Contratista quedará exento de responsabilidad cuando la obra defectuosa o mal ejecutada sea consecuencia inmediata y directa de una orden de la Dirección de obra o de vicios del Proyecto.

Si se advirtiesen vicios o defectos en la construcción o se tuvieran razones definidas para creer que existen vicios ocultos en la obra ejecutada, la Dirección ordenará, durante el curso de la ejecución, siempre antes de la recepción definitiva, la demolición y reconstrucción de las unidades de obra en que se den aquellas circunstancias, o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos.

Si la Dirección ordena la demolición y reconstrucción por advertir vicios o defectos patentes en la construcción, los gastos de esas operaciones serán cuenta del Contratista, con derecho de éste a reclamar ante la propiedad contratante, en el plazo de diez días, contados a partir de la notificación escrita de la Dirección.

En el caso de ordenarse la demolición y reconstrucción de unidades de obra, por creer existentes en ellas vicios o defectos ocultos, los gastos incumbirán también al Contratista, si resulta comprobada la existencia real de aquellos vicios o defectos. En caso contrario correrán a cargo de la Administración.

Si la Dirección estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del Contrato son, sin embargo, admisibles, puede proponer a la propiedad contratante la aceptación de las mismas, con la consiguiente rebaja de precios. El Contratista queda obligado a aceptar los precios rebajados fijados por la Propiedad, a no ser que prefiera demoler y reconstruir las unidades defectuosas por su cuenta y con arreglo a las condiciones de trabajo.

4.11 . Acopios

Cuando no haya peligro de que los materiales recibidos como útiles almacenados en la obra o en los almacenes autorizados para su acopio sufran deterioro o desaparezcan, se podrá abonar al Contratista hasta el 75% de su valor, incluyendo tal partida en la relación mensual y teniendo en cuenta este adelanto para deducirlo más tarde del importe total de las unidades de obra en que queden incluidos tales materiales.

Para realizar dicho abono será necesario la constitución previa del correspondiente aval. Salvo lo que establezca el Pliego de Prescripciones Particulares, el Director de la obra apreciará el riesgo y fijará el porcentaje correspondiente.

4.12 Precios contradictorios

Cuando se juzgue necesario emplear materiales o ejecutar unidades de obra que no figuren en el Presupuesto de Proyecto base del Contrato, la propuesta del director sobre los nuevos precios a fijar se basará en cuanto resulte de aplicación, en los costes elementales fijados en la descomposición de los precios unitarios integrados en el Contrato, y en cualquier caso, en los costes que correspondiesen a la fecha en que tuvo lugar la licitación del mismo.

Los nuevos precios, una vez aprobados por la Propiedad, se considerarán incorporados a todos los efectos al cuadro de precios del Proyecto que sirvió de base para el Contrato.

4.13 Elementos metálicos

Se incluyen dentro de este capítulo todos aquellos elementos metálicos formados por una o varias piezas formando una unidad del tipo barandilla, rejilla, tapa, parte, etc.

4.13.1 Ejecución

Todas las secciones fijas que sean necesarias se realizarán por soldadura continua, uniforme e impecable.

Las superficies se suministrarán provistas de dos manos de pintura antioxidante (minio o cianamida de plomo), galvanizadas, revestidas o con cualquier otro tratamiento de protección aceptado por la Dirección de las Obras.

Una vez instaladas las unidades y antes de su fijación definitiva se procederá a una minuciosa alineación de las mismas. Los huecos de los cajetines se rellenarán con mortero de cemento M-450. Alrededor de los postes y placas de sujeción, se formará una junta de masilla bituminosa de 2x2 cm.

Los distintos elementos que lo requieran irán pintados en el color que ordene el Directos de las Obras y con pintura de primera calidad.

Todos los trabajos secundarios arriba mencionados están incluidos en el precio unitario de estas partidas.

4.13.2 Medición y abono

Se medirán y abonarán por unidades, totalmente colocadas, según se establece para las mismas en el Cuadro de Precios N° 1.

4.14 Protección de superficies con pintura

4.14.1 Elementos metálicos

Todos los elementos metálicos estarán protegidos contra los fenómenos de oxidación y corrosión. La protección con pintura se realizará mediante las siguientes actividades y aplicaciones.

4.14.2 Preparación de la superficie.

La eliminación de grasas, aceite, manteca, sales, residuos ácidos, cera, etc., se realizará previamente a cualquier operación mediante lejía de sosa y aclarado con agua dulce.

- En superficies nuevas, las escamas de óxido, cascarillas de laminación y rastros de escoria y suciedad, se eliminarán con rasqueta y cepillo de alambre hasta obtener una superficie sana y exenta de impurezas que permita una buena adherencia del recubrimiento, evitando sin embargo, pulir la superficie o provocar una abrasión muy profunda, correspondiente al grado SA-2 ½ (Norma SIS 055900).
- La eliminación de oxidaciones importantes y de recubrimientos anteriores, así como el tratamiento de elementos que deban estar sumergidos en agua o sometidos a altas temperaturas, deberá realizarse mediante chorreado con arena o granalla hasta alcanzar un grado SA-2 ½ (Norma SIS 055900).

4.14.3 Imprimación.

Se realizará sobre la superficie preparada y seca mediante la aplicación de dos manos de recubrimiento.

La primera mano de imprimación, se realizará por el Contratista en el taller de fabricación, debiendo transcurrir desde las operaciones de Limpieza el menor tiempo posible. Las manos restantes podrán aplicarse al aire libre siempre que no llueva, hiele o la humedad relativa supere el ochenta y cinco por ciento (85 %).

No recibirán ninguna capa de protección las superficies que hayan de soldarse, en tanto no se haya ejecutado la unión; ni tampoco las adyacentes en una anchura mínima de cincuenta milímetros (50 mm.), medida desde el borde del cordón. Cuando por razones especiales, se juzgue conveniente efectuar una protección temporal, se elegirá un tipo de pintura a base de cromato de zinc eliminable antes del soldeo o compatible con el mismo.

Las dos manos de imprimación, deberán realizarse con imprimadores de minio de plomo electrolítico con base alcídica. El espesor de cada capa seca de imprimación, será de cuarenta a cincuenta micras (40 a 50 μ). El tiempo mínimo de aplicación entre dos manos será de veinticuatro horas (24 h.).

A) Recubrimiento final.

Sobre las dos capas de imprimación antes indicadas, se extenderá al menos una capa de recubrimiento final de esmalte sintético brillante de base alcídica que cubra y proteja totalmente las capas inferiores. EL espesor del recubrimiento final para la capa seca, será de treinta micras a cincuenta micras (30 a 50 μ).

- En ensayo de corrosión acelerada aplicado sobre una muestra de pintura seca completa, deberá aguantar doscientas cincuenta horas (250 h.) en cámara de niebla salina, de acuerdo con la Norma ASTM-B-117 y el de intemperie acelerada quinientas horas (500 h.) en intemperímetro de acuerdo con la Norma ASTM-G-23.
- El ensayo de adherencia deberá dar un resultado mínimo de noventa por ciento (90%).

4.14.4 Obras de fábrica

La protección con pintura de superficies de obras de fábrica, se realizará mediante las siguientes actividades y aplicaciones:

- a) Preparación de la superficie.
 - En la superficie a recubrir, se deberán reparar los defectos, eliminar grasas, aceites, suciedad, etc., y rascar cuidadosamente las zonas con recubrimientos antiguos.
 - Antes de proceder a la aplicación de cualquier capa de pintura, la superficie deberá tener una humedad no superior al tres por ciento (3 %).

- b) Revestimientos.
 - La superficie preparada, se recubrirá con dos capas de pintura constituida fundamentalmente por una emulsión acuosa a base de copolímeros acrílicos o vinílicos, reforzada con pigmento de alta resistencia a la intemperie.
 - El espesor de cada capa seca de recubrimiento, será de cuarenta micras a sesenta micras (40 a 60 M).

4.14.5 Medición y abono

Con carácter general el coste de todo tipo de pinturas, se encuentra incluido en el precio de la unidad de obra que requiera dicha protección, por lo que no será objeto de abono independiente. En las partidas de pintura objeto de abono independiente, la medición se efectuará según lo descrito en las unidades del Cuadro de Precios N° 1, aplicándose los precios que, al efecto se indiquen en el mismo.

5. CONDICIONES TÉCNICAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

5.1 Procedencia de los materiales

La procedencia de los materiales que aparece recogida en los artículos que siguen es meramente indicativa. Quiere esto decir que el Contratista queda obligado a ofrecer las calidades exigidas en este Pliego sin que sirva de excusa la procedencia aquí indicada.

La procedencia de los materiales no liberará en ningún caso al Contratista de la obligación de que éstos cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

La Propiedad no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre en el lugar de las obras los materiales adecuados en cantidad suficiente para las mismas, en el momento de su ejecución.

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista, y que hayan sido previamente aprobados por el Ingeniero Director de las Obras.

5.2 Unidades de obras básicas

5.2.1 Obras en la Vía Pública

El Contratista dará cumplimiento además de a este Pliego de Condiciones, a todas las disposiciones relativas a la seguridad de las obras, de la circulación vial, higiene y salubridad pública.

A este respecto se señalarán como ineludibles:

- Establecer, si las obras se efectúan a zanja abierta, los puentes y pasos para peatones y vehículos, necesarios para asegurar la circulación.
- El macizado y pavimentación de todas las zanjas y canales efectuados en las calles y vías.

- El establecimiento de alumbrado y guardería necesarios para evitar accidentes y robos.
- La señalización de las obras e instalaciones, con estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia.

El Contratista es responsable de los daños a personas o propiedades públicas o privadas que puedan producirse por incumplimiento de lo anteriormente expuesto, siendo de su cuenta las reparaciones o indemnizaciones a que pudiera haber lugar.

5.2.2 Obras de hormigón en masa o armado

5.2.2.1 Ámbito de aplicación

Se define como hormigones los productos formados por mezcla de cemento, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia, y que pueden ser compactados en obra mediante picado o vibrado.

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

5.2.2.2 Materiales

En general los materiales a emplear en la realización de las obras de hormigón en masa o armado, cumplirán las prescripciones técnicas establecidas en la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de las Obras de Hormigón en Masa o Armado EH-95.

Salvo especificaciones en contrario, se emplearán cementos de tipo II. Cementos Pórtland con adiciones, resistencia mínima a los 28 días de edad de 35 N/mm², suministrados en envases cerrados a granel, que deberán contar con la Marca de Conformidad de AENOR.

Tanto el agua como los áridos cumplirán las prescripciones contenidas en la Instrucción EH-95.

En general, no se utilizará ningún tipo de aditivos, salvo casos justificados previa autorización del Director de la obra.

Los aceros cumplirán las prescripciones contenidas en la Instrucción EH-95. Las bandas continuas de PVC, cumplirán las prescripciones de la Norma UNE 53510 y serán de un ancho de 25 cm.

5.2.2.3 Tipos de hormigón

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia característica, se establecen los siguientes tipos de hormigón: H-100, H-125, H-175, H-200y H-250.

Los tipos de hormigón a emplear, su resistencia característica, tamaño máximo de árido y consistencia, serán los reflejados en el presente Pliego.

5.2.2.4 Fabricación

Salvo especificación en contrario, el hormigón a emplear en obra procederá de central de fabricación, siendo de aplicación lo dispuesto en la Instrucción EH- 95.

5.2.2.5 Elementos auxiliares

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón. Su ejecución comprende las siguientes operaciones:

- Construcción y montaje
- Desencofrado

Se definen como cimbras los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia

suficiente. En la ejecución será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 681.2 del Pliego PG-3/75. La ejecución comprende las siguientes operaciones:

- Construcción y montaje
 - Descimbrado
-
- Las cimbras se consideran incluidas en la unidad de encofrado, no procediendo, en consecuencia, su abono por separado, salvo que figuren como unidades de obra independientes.

5.2.2.6 Ejecución de las obras

En la ejecución de las obras será de aplicación lo dispuesto en la Instrucción EH-95.

5.2.2.7 Control, condiciones de aceptación y rechazo

Durante el desarrollo de las obras se vigilará y se comprobará que los materiales, fabricación del hormigón, cimbras, encofrados y moldes, doblado y colocación de armaduras, transporte, vertido, compactación y curado del hormigón y ejecución de juntas, se ajustan a lo especificado en este Pliego y a lo indicado por la Dirección de la obra, realizándose los controles, pruebas y ensayos señalados en el Programa de Control de Calidad.

5.2.3 Morteros

5.2.3.1 Ámbito de aplicación

Se define el mortero de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener aditivos para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por el Director de la obra.

5.2.3.2 Materiales

Los cementos cumplirán las prescripciones de las Instrucciones EH-95 y RC-97. Salvo especificación, se emplearán cementos del Tipo II. Cementos Pórtland con adiciones, resistencia mínima a los 28 días de edad de 35 N/mm², suministrados en envases cerrados o a granel, que deberán contar con la Marca de Conformidad AENOR. El agua cumplirá las prescripciones contenidas en la Instrucción EH-95.

La arena cumplirá las prescripciones contenidas en la Instrucción EH-95. La arena será natural, con tamaño máximo de 3 mm. para mampostería y fábricas de ladrillo, 2 mm. en revestimientos ordinarios y 0'5 mm. para enlucidos finos.

En general no se utilizará ningún tipo de aditivo, salvo casos justificados previa autorización del Director de la obra.

5.2.3.3 Tipos de morteros

Se emplearán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra en las que intervienen.

La consistencia determinada en el cono de Abrahms estará comprendida entre 15 y 19 cm.

- Mortero M250 (1:6); 250 Kg. de cemento por m³ de mortero
- Mortero M350 (1:4); 350 Kg. de cemento por m³ de mortero
- Mortero M600 (1:2); 600 Kg. de cemento por m³ de mortero
- Mortero M900 (1:1); 900 Kg. de cemento por m³ de mortero

5.2.3.4 Fabricación

La mezcla del mortero se realizará mecánicamente. La mezcla del cemento y la arena se realizará en seco hasta conseguir un producto de color homogéneo. A continuación se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose todo aquel que haya comenzado a fraguar.

5.2.3.5 Medición y abono

Los morteros no serán de abono directo, ya que se consideran incluidos en el precio de la unidad correspondiente, salvo que se defina como unidad independiente, en cuyo caso se medirá y abonará según se especifique en el presupuesto.

5.2.4 Demoliciones

5.2.4.1 Ámbito de aplicación

Consiste en el derribo de todas las construcciones o de sus elementos, que obstaculicen la obra o que sea necesario hacer para dar por terminada la ejecución de la misma. Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo de las construcciones
- Retirada de los materiales

5.2.4.2 Ejecución de las obras

Será de aplicación lo dispuesto en la Norma NTE-ADD/1985 y en el Artículo 301.2 del Pliego PG-3/75.

Los cortes del pavimento se harán de forma limpia y uniforme, quedando prohibida la utilización de mazas.

Los pavimentos formados por elementos de posible utilización, se desmontarán con la precaución debida para no ser dañados, colocándose en lugares que no estorben para la circulación y de forma que no sufran deterioro.

5.2.4.3 Control, condiciones de aceptación y rechazo

Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adoptan las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución se adaptan a lo especificado en este Pliego y lo que sobre el particular ordene el Director de la obra.

5.2.5 Agotamientos

5.2.5.1 Ámbito de aplicación

Se define como agotamiento el conjunto de operaciones necesarias para recoger y evacuar las aguas que irrumpen en las zonas de trabajo, cualquiera que sea su origen, siempre que sea obligada su elevación mediante bombas o máquinas similares.

5.2.5.2 Condiciones generales

El Contratista deberá mantener en seco las zonas de trabajo y evacuar el agua que entre en ellas hasta los puntos de desagüe. A tal fin deberá efectuar las captaciones locales y evacuar todas las aguas que lleguen a las zonas de trabajo, ya sean a cielos abiertos o subterráneos, bombeándolas, si fuese preciso, y conduciéndolas hasta los lugares aprobados sin provocar problemas de erosión o de estabilidad del terreno y de las obras ejecutadas o en ejecución.

El Contratista deberá disponer de los equipos e instalaciones de la capacidad y características necesarias para la recogida y evacuación de las aguas desde el inicio de las obras y deberá mantener adecuadamente, mediante la limpieza y reparaciones, las obras de drenaje y desagüe durante el tiempo de ejecución de las obras.

El sistema de agotamiento será propuesto por el Contratista a la aprobación del Director, sin que de su aprobación pueda deducirse eximente alguno de la responsabilidad de aquél.

5.2.5.3 Control, condiciones de aceptación y rechazo

Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adoptan las medidas necesarias y que se dispone de los medios adecuados para el cumplimiento de los trabajos.

5.2.5.4 Medición y abono

No serán de abono directo aquellas evacuaciones o agotamientos que no figuren expresamente como unidades de obra independientes, ya que su ejecución se considera incluida en el precio de la unidad correspondiente de excavación o explanación. Aquellas que figuren como unidades de obra independientes se abonarán como conste en el presupuesto.

5.3 Materiales siderúrgicos

Será conocida la procedencia de todos los materiales siderúrgicos a utilizar en la obra y en los elementos en que ello sea posible deberán llevar marca de fabricación o señales que indiquen claramente su origen. El Ingeniero Director podrá rechazar aquellas partidas de material cuya procedencia sea dudosa o no ofrezca garantía sobre su calidad.

Las características mecánicas definidas como: tensión de rotura o resistencia a tracción (R), límite elástico aparente (R_e), límite elástico convencional ($R_{p0.2}$) y alargamiento de rotura (A) deberán ser determinadas de acuerdo con el método de ensayo 7262-73.

El límite elástico aparente (R_e) es la carga unitaria que soporta la probeta en el momento de producirse la cedencia (transición de la zona de deformación elástica a la de deformación plástica, que produce un aumento de deformación sin aumento de carga).

El límite elástico convencional ($R_{p0.2}$) es la carga unitaria bajo la cual se produce un alargamiento remanente del cero coma dos por ciento (0,2%).

La característica definida como resiliencia deberá ser determinada de acuerdo con el método de ensayo UNE 7056.

El ensayo de plegado deberá ser efectuado de acuerdo con el método de ensayo UNE 7051.

Para representación de redondos de acero de alta resistencia en armaduras será utilizado el símbolo convencional a izquierda del número que exprese su diámetro en milímetros.

Para representación de perfiles de serie laminados y normalizados será utilizado el símbolo convencional P.N. a izquierda del signo y un número o números que definan, de acuerdo con la norma prevista, el fabricado en cuestión.

5.3.1 Barras de acero para armaduras

5.3.1.1 Ámbito de aplicación

Se consideran comprendidas dentro de esta denominación todas las barras fabricadas a base de aceros semiduros y duros de elevada resistencia a la tracción y alto límite elástico, obtenidos ya sea mediante una adecuada composición y laminado sobre perfil geométrico especial, o a través de una deformación en frío por torsión o estirado.

5.3.1.2 Condiciones generales

Las barras no presentarán grietas, sopladuras ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%). La determinación de las eventuales mermas de sección de una barra se realizará después de limpiar cuidadosamente su superficie para eliminar posibles escamas de laminación y el óxido no adherido firmemente.

Las barras llevarán grabada la marca de fabricación, habrán de poseer un aspecto definido por el que sea reconocido su tipo, y cumplirán la norma UNE 36088 (todas sus hojas).

Se entenderá por diámetro nominal de una barra el diámetro de una sección circular de área igual a su sección transversal resistente o sección nominal.

Las barras deberán presentar superficie corrugada con resaltes dispuestos según un trazado helicoidal continuo y de tal modo que se cumpla la siguiente condición:

$0,10 < \text{superf. de corrugación/ separ. entre espiras} < 0,40$

Siendo el diámetro nominal de la barra y entendiéndose por superficie de la corrugación el área de la proyección sobre un plano normal al eje de la barra del trozo de espira correspondiente a un paso de hélice. La presencia de estrías longitudinales o formando hélice de paso superior, sólo estará permitida cuando la anchura total de todas estas estrías sea inferior a la octava parte del perímetro nominal de la barra. La altura de los resaltes no será inferior al cuatro por ciento (4%) del diámetro del núcleo de la barra.

En caso de que se utilicen barras corrugadas que no se ajusten a las prescripciones descritas anteriormente, deberá justificarse su adecuado comportamiento en las condiciones particulares en que vayan a ser utilizadas y solicitar la correspondiente aprobación del Ingeniero Director.

Las características mecánicas del material constituyente cumplirán las prescripciones descritas a continuación:

- Módulo de elasticidad inicial (E_a) igual o superior a un millón novecientos mil kilopondios por centímetro cuadrado (1.900.000 kp/cm²).
- Límite elástico (f_y) aparente (R_e) o convencional ($R_{Po,2}$), el establecido en los planos para cada obra y nunca inferior a cuatro mil cien kilopondios por centímetro cuadrado (4.100 Kp/cm²), ni superior a cinco mil cien kilopondios por centímetro cuadrado (5.100 Kp/cm²).
- Resistencia a la tracción (R) no menor de ciento quince por ciento (115%) del límite elástico aparente (R_e) o convencional ($R_{po,2}$).
- Alargamiento de rotura (A), el establecido por el Fabricante y medido sobre la base de cinco diámetros ($5(l)$), no menor del diez por ciento (10%)

Deberán garantizarse por el Fabricante los diagramas tensión-deformación característicos del acero en cuestión, basados en una amplia experimentación que permita el trazado de unas envolventes inferiores confiables.

Deberá ser satisfecho el cumplimiento del ensayo de plegado a ciento ochenta grados sexagesimales (180°), efectuado a veinte grados centígrados (20° C), sobre un mandril de diámetro n , viniendo n establecido por el Fabricante sin ser en ningún caso superior a cinco (5).

Las barras habrán de cumplir la condición de alta adherencia puesta de manifiesto mediante el ensayo de arrancamiento según se describe en la "*Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)*". El mencionado ensayo podrá ser sustituido por otro que proporcione valores comparativos y esté convenientemente justificado, previa expresa autorización del Ingeniero Director.

Las barras podrán ser unidas con soldadura eléctrica de arco mediante unión o tope de modo que, las uniones soldadas sean capaces de soportar el ensayo de plegado.

Hasta un diámetro nominal de doce milímetros (12 mm.) las barras podrán ser suministradas en rollos de un diámetro mínimo superior a ciento diez diámetros (11 Oc). El resto se suministrará sin curvatura alguna con una longitud siempre superior a diez metros (10 m).

La realización de los ensayos correspondientes a la determinación de las características prescritas en el presente Pliego, podrá ser exigida en cualquier momento por el Ingeniero Director, y serán éstos obligatoriamente llevados a cabo en cada lote de suministro de dos toneladas (2 Ton).

Las barras serán acopiadas por el Contratista en parque adecuado, clasificadas por diámetros y de forma que sea cómodo el recuento, pesaje y manipulación en general.

5.3.2 Laminados de acero para elementos metálicos

5.3.2.1 Ámbito de aplicación

Se consideran comprendidos dentro de esta denominación todos los laminados, aceros comunes al carbono, o aceros de baja aleación fabricados por cualquiera de

los procedimientos usuales: convertidor ácido o básico, conversión por soplado con oxígeno (proceso L.D. etc.) Martín Siemens, horno eléctrico, etc.

Las presentes normas se aplicarán a los laminados de acero a utilizar en la construcción de estructuras, tanto en sus elementos estructurales como en los de unión. No serán aplicables a fabricados de acero para la construcción de elementos que exijan requisitos especiales, tubos, perfiles conformados en frío y productos trefilados.

5.3.2.2 Condiciones generales

Todo producto laminado deberá llevar las siglas de la fábrica marcadas a intervalos en relieve producido con los rodillos de laminación. Se exceptúan los redondos, cuadrados, rectangulares, planos y anchos y chapas, cuyo procedimiento de marcado será potestativo de la fábrica.

La estructura del acero será homogénea, conseguida por un buen proceso de fabricación y por un correcto laminado, estando exenta de defectos que perjudiquen a la calidad del material.

Las características mecánicas del material constituyente cumplirán las limitaciones prescritas en la norma NBE- MV 102 a 107.

La composición química de los aceros a que afecta el presente artículo deberá cumplir las prescripciones que a continuación se detallan:

- a) Proporción de carbono: no mayor del cero veinte por ciento (0,20%) sobre colada ni del cero veintitrés por ciento (0,23 %) sobre productos.

- b) Proporción de fósforo: no mayor del cero sesenta por mil (0,06%) sobre colada ni del cero setenta y cinco por mil (0,075%) sobre producto en acero para construcciones soldadas ordinarias y no mayor del cero cincuenta por mil (0,050%) sobre colada ni del cero sesenta por mil (0,060%) sobre

producto en acero no efervescente para construcciones soldadas con exigencias de alta soldabilidad.

c) Proporción de azufre: no mayor del cero cincuenta por mil (0,050%) sobre colada ni del cero sesenta y cinco por mil (0,065%) sobre producto. La última cifra se reducirá a cero sesenta por mil (0,060%) en los aceros para construcciones soldadas con exigencias de alta soldabilidad.

Los análisis químicos sobre probetas se realizarán según las normas: UNE 7014, UNE 7015 y UNE 7019.

El Ingeniero Director podrá solicitar del Contratista la presentación de los resultados oficiales de análisis químicos sobre colada o producto pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponde la partida de suministro. De no resultar posible la consecución de estos datos, podrá exigir con cargo al Contratista la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de C, P y S.

El Ingeniero Director podrá solicitar del Contratista la presentación de los resultados de los ensayos oficiales de determinación de características mecánicas pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro. De no resultar posible la consecución de estos datos podrá exigir con cargo al Contratista la realización de los ensayos pertinentes.

La toma de muestras para preparación de probetas se realizara de acuerdo con lo detallado en la Norma MV-102/1975 de "Aceros laminados para estructuras de edificación".

Si los resultados de todos los ensayos de recepción de un lote cumplen lo prescrito, el lote será aceptado. Si algún resultado no cumple lo prescrito habiéndose observado en el correspondiente ensayo alguna anormalidad no imputable al material (defecto de mecanización de la probeta, irregular funcionamiento de la máquina de ensayo, defectuoso montaje de la probeta en máquina) el ensayo se considerará nulo y se

realizará correctamente sobre una nueva probeta. Si algún resultado no cumple lo prescrito habiéndose efectuado el correspondiente ensayo en forma correcta, se realizaran dos nuevos ensayos de comprobación sobre probetas tomadas de dos unidades distintas del lote que se está ensayando. Si los dos resultados de los ensayos de comprobación cumplen lo prescrito, el lote será aceptable, en caso contrario, será rechazado.

En aquellos casos en que se solicite un acero con características de buena soldabilidad, se llevará a cabo un número de 10 ensayos de plegado sobre soldaduras depositadas, por cada lote de 2 Tn. o parte de material suministrado, de acuerdo con la norma DIN 17100.

Los productos laminados tendrán la superficie lisa sin defectos superficiales de importancia que afecten a su utilización. Las irregularidades superficiales como rayados, pliegues y fisuras serán reparados mediante adecuados procedimientos previo consentimiento del Ingeniero Director.

Serán admisibles los defectos superficiales cuando suprimidos por esmerilado en el perfil en cuestión, se cumplan las tolerancias exigidas en la MV-102/1975.

Los productos laminados deberán ser acopiados por el Contratista en parque adecuado, clasificados por series y clases de forma que sea cómodo, el pesaje y manipulación en general. El tiempo de permanencia a intemperie quedará limitado por la condición de que una vez eliminado el óxido superficial antes de su puesta en obra, los perfiles cumplan las especificaciones de la tabla de tolerancias. El Contratista deberá evitar cualquier tipo de golpe brusco sobre los materiales y tomar las necesarias precauciones a fin de que durante la manipulación que haya de efectuarse, ningún elemento sea sometido a esfuerzos, deformaciones o trato inadecuado.

5.3.3 Acero para tuberías metálicas

La chapa laminada que ha de formar la envolvente metálica de la tubería incluida en la obra a realizar deberá contar con un certificado de garantía del fabricante de tales chapas, gestionado a través del suministrador de las tuberías.

En caso contrario deberá ser de acero A-42 b, según la Norma UNE-MK 102. Se exigirá certificado de garantía del fabricante de todas las partidas de chapas.

Las tuberías metálicas especificadas en el proyecto deberán cumplir, además, las especificaciones definidas por el proyectista y suministrador de la misma.

6. MOVIMIENTO DE TIERRAS

6.1 Despeje y desbroce del terreno

6.1.1 Ámbito de aplicación

Consiste en extraer y retirar de la zona de excavación todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basura o cualquier otro material indeseable, así como la excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación. Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirada de los materiales objeto de desbroce

6.1.2 Ejecución de las obras

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 300.2 del Pliego PG-3/75, y en su caso el Artículo 302 del citado Pliego.

El espesor a excavar para la extracción de la tierra vegetal, será el fijado en las Hojas de Planos o Cuadros de Precios o, en su caso, el ordenado por el Director de la obra.

Al excavar la tierra vegetal, se pondrá cuidado en no convertirla en barro, para lo cual se utilizará maquinaria ligera. La tierra vegetal que no haya de utilizarse posteriormente o que se rechace, así como los subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento se transportará al vertedero.

6.1.2.1 Control, condiciones de aceptación y rechazo

Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado en este Pliego y a lo indicado por el Director de la obra, realizándose los controles adecuados.

6.1.2.2 Medición y abono

La medición y abono de estas unidades de obra se realizará según el criterio de medición y abono del presupuesto.

No serán de abono directo aquellos trabajos que no figuren expresamente como unidades de obra independientes, ya que su ejecución se considera incluida en el precio de la unidad correspondiente de excavación o explanación.

6.1.3 Excavación de zanjas y pozos

6.1.3.1 Objeto

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

6.1.3.2 Clasificación de las excavaciones

La excavación podrá ser clasificada o no clasificada. En el caso de ser clasificada, se estimarán los tipos siguientes:

- Excavación en roca: comprenderá la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y la de todos aquellos materiales que presenten características de roca maciza, cementados tan sólidamente, que únicamente pueden ser troceados o arrancados por máquinas especiales o explosivos. Se incluye asimismo los bolos o fragmentos de roca de volumen superior a 1 m³.

- Excavación en terreno de tránsito: comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos que para su excavación no sea necesario el empleo de explosivos y sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados.
- Excavación en tierra: comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados anteriores.

6.1.3.3 Ejecución de las obras

El Contratista realizará la excavación en zanja utilizando los procedimientos aprobados, mediante el empleo de equipos de excavación y transporte apropiados a las características, volumen y Programa de Trabajo de las obras.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la zanja no deberá permanecer abierta a su rasante final más de ocho días, sin que sea colocada y cubierta la tubería o conducción a instalar en ella.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas y hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería o conducción.

Los productos de excavación para el relleno posterior de la zanja se podrán depositar en caballeros a un solo lado de la zanja, dejando una banquetta del ancho necesario para evitar su caída, con un mínimo de 60 cm.

El Contratista estará obligado a realizar las obras manteniendo en funcionamiento los servicios e instalaciones existentes, tanto en superficie como en el subsuelo, debiendo cerciorarse previamente de su situación y condiciones de funcionamiento, debiendo cumplir cuantas prescripciones dicten las autoridades de las que dependen dichos servicios o instalaciones.

6.1.3.4 Control, condiciones de aceptación y rechazo

Durante el desarrollo de las obras se realizará el control de ejecución y geométrico de las mismas; que tienen por objeto vigilar y comprobar que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado en este Pliego y que los fondos y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tienen la forma y dimensiones exigidos en los planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitable autorizados

6.1.3.5 Medición y abono

Salvo que figuren como unidades independientes, no serán de abono directo las unidades de desbroce, demolición de fábricas antiguas, perfilado, refino de fondos y laterales, entibaciones y agotamientos.

Se considera incluido en el precio el transporte de productos sobrantes a vertedero o lugar de empleo y refino de la zanja o pozo excavado.

No serán de abono directo aquellas excavaciones que figuren como parte de otra unidad de obra de abono independiente.

6.1.4 Transporte de productos a vertedero o lugar de empleo

6.1.4.1 Ámbito de aplicación

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la retirada y transporte de productos procedentes de excavación o prestamos.

6.1.4.2 Ejecución de las obras

Los productos procedentes de excavación que no reúnan las condiciones exigidas para proceder a su posterior empelo o que fueran de exceso, se transportarán a vertedero.

El Contratista quedará en libertad de elegir el lugar de vertido, previa autorización del Director de las obras.

6.1.4.3 Medición y abono

No serán de abono directo aquellos que formen parte de otra unidad de obra de abono independiente. Los restantes se abonarán se acuerdo con lo reflejado en el presupuesto.

6.1.5 Rellenos Localizados

6.1.5.1 Ámbito de aplicación

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavación para relleno de zanjas o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

- Su ejecución incluye las operaciones siguientes:
- Preparación de las superficie de asiento
- Obtención, transporte y descarga del material en su lugar de empleo
- Extensión de material por tongada
- Humectación o desecación, si fuese preciso
- Compactación de la tongada

6.1.5.2 Materiales

En general, salvo especificación expresa, se empleará en los rellenos localizados, suelos procedentes de las excavaciones o de préstamos, siempre que sus características cumplan las especificaciones de "suelos seleccionados" que se reflejan en el Artículo 330.3 del Pliego PG-3/75, con las prescripciones particulares siguientes:

- Tamaño máximo: 3 cm.

6.1.6 Ejecución de las obras

Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 332.4, 332.5, 332.6 del Pliego PG-3/75. El relleno de zanjas para alojamiento de tuberías y canalizaciones se ejecutará

según lo dispuesto en los Artículos 10.3 del Pliego PGTA/74 y 12.3 del Pliego PGTS/86.

El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma, y en ningún caso será inferior al mayor del que posean los suelos contiguos a su mismo nivel.

6.1.6.1 Control, condiciones de aceptación y rechazo

Durante el desarrollo de las obras se vigilará y se comprobará que los materiales, la extensión de las capas y compactación de las tongadas se ajustan a lo especificado en los Planos y en este Pliego y a lo indicado por la Dirección de la obra, realizándose los controles, pruebas y ensayos adecuados.

6.1.6.2 Medición y abono

La medición y abono de estas unidades de obra se realizará según el criterio de medición y abono del presupuesto.

No serán de abono directo aquellos rellenos localizados que formen parte de otra unidad de obra de abono independiente.

7. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

7.1 Condiciones generales

7.1.1 Generalidades

En este Capítulo IV del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se cumplimentan una serie de normas y calidades mínimas que se exigirán a los distintos equipos e instalaciones, que forman parte del sistema proyectado.

La medición y abono se realizará por aplicación de los precios de los distintos equipos e instalaciones que aparecen en el Cuadro de Precios N°1.

La inspección de la fabricación de los elementos mecánicos e instalaciones eléctricas y su montaje, podrá ser realizada por una Entidad de Certificación y Control legalmente reconocida, siguiendo las directrices de la Dirección de Obra.

7.1.2 Documentación exigible

El Contratista, para cada equipo definido en este capítulo, deberá presentar tres proposiciones de diferentes casas especializadas, para que la Dirección de Obra pueda escoger la más conveniente, respetando siempre los precios definidos en el Cuadro de Precios N°1.

Cada proposición reunirá la siguiente documentación:

- Plano conjunto del equipo.
- Plano de detalle.
- Materiales que componen cada equipo.
- Documentación complementaria suficiente para que el director de la Obra pueda tener la información necesaria para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Normas de diseño, con indicación de la protección frente a la corrosión.
- Manifestación expresa de que las instalaciones propuestas cumplen con todos los reglamentos vigentes que pudieran afectarles, así como las normas e indicaciones particulares del presente Pliego.
- Marcas, modelos y tipos, completamente definidos, de todos los materiales presupuestados, no admitiéndose el término "SIMILAR".

Una vez elegida una proposición de una empresa especializada, el Contratista realizará el proyecto de ingeniería de los equipos, que: será completa para todos los equipos; cumplirá en su totalidad las Especificaciones Técnicas; será realizada de acuerdo con las normas de las Especificaciones Técnicas; e incluirá la revisión y aprobación de los planos constructivos.

Este proyecto de ingeniería contendrá como mínimo los siguientes documentos:

- Plano conjunto del equipo.

- Plano de detalle.
- Plano de despiece por grupos.
- Documentación complementaria suficiente para que el Director de la Obra pueda tener la información necesaria para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Materiales que componen cada elemento del equipo, vida media y, al menos, las siguientes características técnicas:
 - Cálculos justificativos.
 - Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado.
 - Normas para mantenimiento preventivo de cada elemento.

La Dirección de Obra, o la Entidad de Certificación y Control que designe, podrán asistir a las pruebas, contando con todas las facilidades para el acceso a las instalaciones y la inspección de las pruebas, sin que ello pueda suponer sobrecoste alguno.

- Manifestación expresa de que las instalaciones propuestas cumplen con todos los reglamentos vigentes que pudieran afectarles.
- Marcas, modelos y tipos, completamente definidos, de todos los materiales presupuestados.
- Protocolo de pruebas. Estará formado por el conjunto de normas que para los diferentes equipos presente el Contratista y será utilizado para la comprobación de los equipos a la recepción.

Se dará preferencia a las normas españolas UNE y en su defecto a las internacionales ISO. Si el Contratista presentase un equipo cuyas pruebas a realizar no estén contenidas en ninguna de las normas antes citadas, deberá presentar la norma extranjera por él propuesta, acompañada de la correspondiente traducción al español.

En caso de que las pruebas propuestas por el Contratista no se ajusten a ninguna norma oficial y deban desarrollarse éstas bajo condiciones particulares, el Contratista está obligado a prestar cuanta información complementaria estime conveniente la

Dirección de la Obra, quien podrá rechazar el equipo propuesto si, a su juicio, dicho programa de pruebas no ofrece garantías suficientes.

- Instrucción de conjunto para el manejo y conservación de la totalidad del equipo, incluyendo una descripción de todos los mecanismos y accesorios.
- El Contratista distribuirá y remitirá a la Dirección de la Obra todos los planos y revisiones de los mismos.

7.1.3 Garantías

El Contratista establecerá su garantía sobre la totalidad del suministro. Esta garantía se manifestará a través de los siguientes aspectos:

- Toda la ingeniería, proyectos y dibujos de los equipos especificados, será considerado como realizado exclusivamente por el Contratista y del no cumplimiento de lo indicado será éste el único responsable.
- El Contratista será el único responsable de la construcción de la totalidad de los equipos, de acuerdo con los proyectos por él realizados. Deberá efectuar un control de calidad de todos los materiales que compondrán los equipos, realizando ensayos mecánicos, químicos y pruebas no destructivas, por Laboratorio oficial o por Laboratorio no oficial de reconocida solvencia y elegido por la Dirección de Obra.
- El Contratista será el único responsable del suministro del equipo, bajo los siguientes aspectos:
 - a) Deberá entregar la totalidad de los equipos descritos en las especificaciones Técnicas del Contratista y aceptados por la Dirección de la Obra.
 - b) Realizará todas las entregas de acuerdo con el programa establecido por él y la Dirección de la Obra.
- Durante el período de garantía, el Contratista reparará o cambiará cualquier parte defectuosa aparecida en la operación o pruebas de los equipos. Todos los gastos de personal, materiales y medios, serán a su cargo.

- Si durante el período de pruebas y primera época de la operación del equipo, se comprobare que el equipo o parte del mismo no cumple las características especificadas por la Propiedad y garantizadas por el Contratista en su oferta, éste procederá a la mayor urgencia posible a las necesarias reparaciones o modificaciones de equipo para alcanzar los valores deseados, con todos los gastos de personal, materiales y medios a su cargo.

7.1.4 Manual de instrucciones

El Contratista entregará un mínimo de cuatro (4) copias de los Manuales de Instrucción de los equipos suministrados.

El contenido del Manual de Instrucciones será, como mínimo, el siguiente:

- I Descripción del equipo.
- II Características nominales de diseño y de prueba.
- III Composición y características de los materiales.
- IV Principios de operación.
- V Instrucciones de operación.
- VI Gradientes máximos, limitaciones y funcionamiento en condiciones distintas de las normales. Puntos de tarado.
- VII Lista de componentes o de despiece, con números de identificación, dibujos de referencia, nombre y características de la pieza (dimensiones, materiales, etc.).
- VIII Instrucciones de recepción, almacenamiento, manejo y desembalaje del equipo.
- IX Instrucciones de montaje y desmontaje: tolerancias.
- X Instrucciones de mantenimiento.
- XI Pruebas y controles periódicos.
- XII Lista de repuestos.

Los Manuales de Instrucciones deberán estar íntegramente redactados en español.

7.1.5 Pruebas y ensayos de equipos

La Dirección de Obra, realizará por sí u ordenará la realización de cuantas pruebas y ensayos estime necesario dentro de lo establecido en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Todos los gastos de pruebas y ensayos, tanto los realizados en obra como los que se lleven a cabo por laboratorios oficiales o firmas especializadas, serán de cuenta del Adjudicatario, es decir, se entienden que están comprendidos en los precios unitarios de la unidad de obra a que correspondan, siempre que no superen el 1% del presupuesto total de la obra.

La inspección y control de los ensayos podrá ser realizada por una Entidad de Certificación y Control, legalmente reconocida, sin que ello suponga sobrecoste alguno para la propiedad.

Las pruebas y ensayos a que se hace referencia en el presente Pliego, se entienden independientes de aquellas que preceptivamente se exigen o realizan por medio de Organismos Oficiales.

Ningún equipo o material puede ser autorizado para envío sin las correspondientes autorizaciones de la Dirección de Obra. En aquellos equipos que requieran inspecciones intermedias antes de la finalización del mismo, se efectuará una reunión con el Adjudicatario para determinar el programa y la extensión de la inspección a ser realizada.

Dentro de las pruebas, quedarán definidas las que han de desarrollarse durante la construcción del equipo, en bancos; al recepcionarse el mencionado equipo y una vez montado éste, y las correspondientes a la instalación, o parte de la misma, a que pertenezca.

7.2 Condiciones generales del suministro, montaje y transporte

7.2.1 Protección de las superficies

Todos los elementos objeto del suministro electromecánico se ofertaran conveniente pintados. En la oferta deberá reflejarse el tratamiento de las partes mecanizadas, partes en contacto con el aceite, partes en contacto con el agua y partes en contacto con el aire.

7.2.2 Sistemas de aguas limpias y refrigeración

Si fuese preciso algún consumo de aguas limpias, deberá incluirse en el suministro la red completa tomando el agua desde el río, y describiendo en la oferta todos sus elementos.

La refrigeración de los distintos elementos de la instalación (básicamente aceites de regulación y lubricación) se efectuará mediante serpentinas de tubo de acero inoxidable situados en el canal de desagüe.

7.2.3 Embalajes

Todo el suministro se hallará convenientemente embalado para las condiciones de transporte, almacenamiento y manipulación.

7.2.4 Aceites

Los aceites necesarios para el primer llenado de todos los elementos ofertados se incluirán en el alcance del suministro.

7.2.5 Subcontratistas

En los elementos principales que el ofertante adquiera a otras razones sociales (por ejemplo, válvulas, grupos hidráulicos, generadores, etc.), se adjuntara en la oferta lista de los posibles subcontratistas.

Cualquier subcontratista distinto de los reflejados deberá contar con aprobación expresa posterior.

7.2.6 Transporte

Se considerará el transporte de todo el material ofertado hasta el emplazamiento de la minicentral hidráulica proyectada, situada en Cazorla, según la ubicación determinada en los Planos del Documento.

7.2.7 Montaje

Se incluirá el montaje de todos los elementos objeto de la oferta, solo siendo por cuenta del cliente, los apoyos de personal de obra civil, agua y electricidad, trabajos de obra civil.

7.2.8 Cajas de bornas

Cada uno de los elementos descritos, poseerá una caja de reagrupamiento para el conexionado de la misma (no se aceptará conexión directa a ningún elemento).

7.3 Instrumentación requerida

La instrumentación mínima que deberá incorporar cada uno de los elementos que componen los equipos electromecánicos serán las siguientes.

7.3.1 Turbina Pelton

- Manómetro y presostato en cámara espiral
- Válvula manual

7.3.2 Reguladores electrónicos

- Unidad de Control
- Resistencias de disipación

7.3.3 Cuadro Eléctrico

- Un voltímetro.

- Un frecuencímetro digital
- Un amperímetro indicador de la intensidad total suministrada por el generador
- Un segundo amperímetro indicador de la corriente absorbida por la carga
- Seis amperímetros
- Interruptor magnetotérmico trifásico
- Tres relés electrónicos de tensión que activa avisadores visuales y sonoros.

7.4 Instalaciones y equipos

7.4.1 Órganos de cierre y regulación de caudal

Las válvulas y compuertas accionadas por servomotores eléctricos o neumáticos llevarán un equipo de accionamiento manual para apertura y cierre de las mismas. Estarán dotadas de dispositivos limitadores y de seguridad. Si alguna válvula o compuerta gobernada automáticamente no llevara equipo de accionamiento manual, por causas justificadas y aprobadas por la Dirección de obra, el Contratista suministrará y montará dos unidades de aislamiento y una derivación dotada de una tercera para la totalidad del caudal.

Todos los órganos de cierre y regulación llevarán señalización externa de su posición.

7.4.1.1 Compuertas

El Contratista indicará en su oferta los materiales de engranaje, guías y husillos. El acero de tablero será como mínimo del tipo A-410 según UNE 36080.

El espesor mínimo del tablero será de 5 mm, los vástagos y husillos tendrán el diámetro necesario para que en las condiciones más favorables de accionamiento, la flecha no exceda 1/1000 de la longitud.

La estanqueidad, salvo indicación contraria, se realizará mediante bronce contra bronce.

7.4.1.2 Válvulas

Las válvulas metálicas serán de mariposa y las de regulación serán necesariamente del tipo mariposa y otros diseños especiales.

El cuerpo de las válvulas metálicas será de acero fundido y los órganos de cierre y ejes de acero inoxidable.

Se realizarán las pruebas de estanqueidad que estipule el suministrador de las mismas, y todas aquellas que crea conveniente el director de obra.

Deberá comprobarse la correcta fijación de las válvulas a las cimentaciones e incluir todos aquellos dispositivos para evitar vibraciones y holguras que pudieran contribuir al deterioro prematuro de los equipos.

7.4.2 Tuberías y accesorios

7.4.2.1 Tuberías

Los apoyos, soportes, cunas y altura de apilado deberán ser tales que no se produzcan daños en las tuberías y sus revestimientos o deformaciones permanentes. Las tuberías y accesorios cuyas características pudieran verse directa o negativamente afectadas por la temperatura, insolación o heladas deberán almacenarse debidamente.

El fondo de zanja deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería. Durante la ejecución de los trabajos se cuidará de que el fondo de la excavación no esponje o sufra hinchamiento y si ello fuera posible, se recompactará con medios adecuados hasta la densidad original.

Asimismo, se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las camas de apoyo.

El sistema de apoyo de la tubería en la zanja vendrá especificado en los planos del proyecto. Las tuberías no podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual o una línea de soporte. La realización de la cama de apoyo tiene por misión asegurar una distribución uniforme de las presiones de contacto que no afecten a la integridad de la conducción.

Las tuberías, sus accesorios y material de juntas y cuando sea aplicable los revestimientos de protección interior y exterior, se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación. Dicho descenso se realizará con equipos adecuados tales como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar a la conducción ni sus revestimientos. Las partes de la tubería correspondientes a las juntas se mantendrán limpias y protegidas.

El empuje para el enchufe coaxial de los diferentes tramos deberá ser controlado, pudiendo utilizarse gatos hidráulicos o mecánicos, palancas manuales y otros dispositivos, cuidando que durante la fase de empuje no se produzcan daños.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes, en el caso de zanjas con pendientes superiores al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente. En el caso de que, a juicio de la Administración, no sea posible colocarla en sentido ascendente, se tomarán las precauciones debidas para evitar el deslizamiento de los tubos.

Una vez montados los tubos y las piezas, se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación y, en general todos aquellos elementos que estén sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

Estos apoyos o sujeciones serán de hormigón, establecidos sobre terrenos de resistencia suficiente y con el desarrollo preciso para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos soportados. Para estas sujeciones y apoyos se prohíbe totalmente el empleo de cuñas de piedra o madera que puedan desplazarse.

PRUEBA DE PRESIÓN INTERIOR

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud fijada por la Dirección de obra.

Se empezará por rellenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba una vez que se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible se dará entrada al agua por la parte baja, con lo cual se facilita la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá ser provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería que se va a ensayar y estará provista de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Administración o previamente comprobado por la misma.

Los puntos extremos del tramo que se quiere comprobar se cerrarán convenientemente con piezas especiales que se apuntalarán para evitar el deslizamiento de las mismas o fugas de agua. Se comprobará que las llaves intermedias en el tramo de prueba, de existir, se encuentren abiertas. Los cambios de dirección, piezas especiales, etc. Deberán estar anclados y sus fábricas con la resistencia debida.

La presión interior de prueba en zanjas de las tuberías será la que establezca la normativa técnica general para cada tipo de tuberías. La presión se hará subir lentamente de forma que el incremento de la misma no supere 1 kg/cm² por minuto.

Una vez obtenida la presión, se parará 30 minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior al establecido en cada caso. Si el descenso es superior al establecido se corregirán los defectos observados, repasando las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algún tubo. Las tuberías previamente a la prueba de presión se tendrán llenas de agua al menos 24 horas.

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior, deberá realizarse la prueba de estanqueidad.

La presión se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado aire.

$$V = K \cdot L \cdot D$$

Donde:

V = pérdida total en la prueba, en litros

L = longitud del tramo objeto de la prueba, en metros

D = diámetro interior, en metros

K = coeficiente dependiente del material

De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si estas son sobrepasadas, el Contratista a sus expensas reparará todas las juntas y tubos defectuosos; asimismo viene obligado a reparar cualquier pérdida de agua apreciable aún cuando el total sea inferior al admisible.

El Contratista no cerrará las zanjas hasta que el director de obra dé su conformidad, no sólo con respecto a las pruebas sino también en cuanto a la forma y disposición de cada uno de los anclajes necesarios en la red.

7.4.2.2 Ventosas de Tuberías

Serán de doble cuerpo y triple función. Se colocarán en los puntos altos de la tubería, adosadas a las válvulas de corte, del lado en que la tubería descienda. Se comprobará

su correcto funcionamiento durante las pruebas de estanqueidad y presión, comprobándose especialmente que los caudales evacuados se corresponden con los indicados en la memoria. Para ello se dispondrá de los medios necesarios que considere el director de obra.

7.4.2.3 Caudalímetros y contadores

Para el montaje de estas instalaciones será preceptivo que cumplan las características que figuran en la correspondiente ficha técnica. En los caudalímetros se considera incluida la instalación de un contador registrador y acumulador, alimentado por batería in situ. Los montajes de los estrechamientos venturi para los caudalímetros capacitivos de medición de altura del nivel del agua se harán de acuerdo con las especificaciones del fabricante o suministrador de los equipos.

PRESUPUESTO

V: PRESUPUESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES	238
CUADRO DE DESCOMPUESTO	243
RESUMEN PRESUPUESTO	248

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

presupuesto TFG

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 001 Movimientos de tierras									
001.1	Excavación tubería d=140mm Movimientos de tierras necesario para llevar a cabo la instalación subterránea de la segunda tubería desde el depósito dos hasta el punto de interconexión de la tubería 1 en la minicentral.								
							1,00	1.752,47	1.752,47
001.2	Excavación línea BT 3x95/50mm2 Movimientos de tierras necesario para enterrar el primer tramo subterráneo de la instalación eléctrica de BT 3x95/50mm2.								
							1,00	629,09	629,09
	TOTAL CAPÍTULO 001 Movimientos de tierras.....								2.381,56

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

presupuesto TFG

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 002 Equipamiento de la central									
002.1.1	u Generador asíncrono Nuevo generador Asíncrono.Desmontaje del rodete del alternador actual y montaje del rodete en el nuevo generador.Elementos de aislamiento						1,00	12.000,00	12.000,00
002.1.2	u Suministro de válvula automática DN150 PN16						1,00	2.400,00	2.400,00
002.1.3	u Suministro de cuadro de control para conexión a red						1,00	14.500,00	14.500,00
002.1.4	u Envío de los equipos a la instalación						1,00	600,00	600,00
002.1.5	u Puesta en marcha de la instalación						1,00	4.500,00	4.500,00
TOTAL CAPÍTULO 002 Equipamiento de la central.....									34.000,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

presupuesto TFG

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 003 Equipamiento hidraulico									
003.1	Conducciones								
	Conducciones hidráulicas necesarias para llevar a cabo la instalación de la 2ª tubería desde el depósito 2 hasta la minicentral: -Conduc.polietileno 50PN 6 DN=140 -Conduc.fundición dúctil c/ench DN=300								
							1,00	18.135,25	18.135,25
003.2	Válvulas								
	Válvulas necesarias para la instalación de la 2ª tubería desde el depósito 2 hasta la minicentral eléctrica y para la interconexión de tuberías con la minicentral								
							1,00	5.070,44	5.070,44
003.3	Arquetas								
	Accesorios necesarios para la instalación de conducciones hidráulicas								
							1,00	285,22	285,22
	TOTAL CAPÍTULO 003 Equipamiento hidraulico.....								23.490,91

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

presupuesto TFG

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 004 Línea interconexión BT									
004.1	Tramo 1.Instalación subterránea 3x95/50mm2 AI Tramo 1.Instalación eléctrica BT de una longitud de 350 m , subterránea, 3x95/50mm2 AI, XLPE						1,00	6.062,00	6.062,00
004.2	Tramo 2.Instalación posada sobre fachada 3x95/50mm2 AI Tramo 2.Instalación eléctrica BT de una longitud de 310 m, posada sobre fachada, 3x95/50mm2 AI, XLPE						1,00	5.480,80	5.480,80
004.3	Tramo 3.Derivación 1 Instalación posada sobre fachada 3x95/50mm2 Derivación 1. Tramo de una longitud de 100m, que conecta el punto de interconexión con el primer punto de consumo, en este caso , el Ayuntamiento.						1,00	1.768,00	1.768,00
004.4	Tramo4.Derivación 2 Instalación posada sobre fachada 3x95/50mm2 Derivación 2. Tramo de una longitud de 30m, que conecta el punto de interconexión con el segundo punto de consumo, el alumbrado.						1,00	353,60	353,60
004.5	Servicios auxiliares Línea auxiliar 3x6mm2 Cu necesaria para los servicios auxiliares que equipan la minicentral hidroeléctrica						1,00	70,50	70,50
TOTAL CAPÍTULO 004 Línea interconexión BT.....									13.734,90

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

presupuesto TFG

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
CAPÍTULO 005 Maniobra,protección y medida										
E17PM020	<p>ud ARMARIO PROT/MED/SECC. 2 TRIF.</p> <p>Armario de protección, medida y seccionamiento para interperie, para 2 contadores trifásicos, según normas de la C.ía. suministradora, formado por: módulo superior de medida y protección, en poliéster reforzado con fibra de vidrio, equipado con panel de poliéster troquelado para 2 contadores trifásicos y reloj, 2 bases cortacircuitos tipo neozed de 100 A., 2 bornes de neutro de 25 mm2, 2 bloques de bornes de 2,5 mm2 y 2 bloques de bornes de 25 mm2 para conexión de salida de abonado; un módulo inferior de seccionamiento en poliéster reforzado con fibra de vidrio, equipado con 3 bases cortacircuitos tamaño 1, con bornes bimetálicos de 150 mm2 para entrada, neutro amovible tamaño 1 con bornes bimetálicos de 95 mm2 para entrada, salida y derivación de línea, placa transparente precintable de policarbonato. Incluso cableado de todo el conjunto con conductor de cobre tipo H07Z-R, de secciones y colores normalizados. Totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.</p>							1,00	520,58	520,58
P15FK240	<p>ud PIA ABB 4x40A, 6/15kA curva C</p> <p>Interruptor automático 4 polos , intensidad nominal 40 A y poder de corte 10kA, curva C</p>						2,00	109,54	219,08	
P23PF020	<p>ud Limitador de sobretensión II</p> <p>Limitador de sobretensiones Vc=253V</p>						1,00	207,00	207,00	
P15FJ080	<p>ud Diferencial ABB 4x40A a 30mA tipo AC</p> <p>Interruptor diferencial ABB 4x40A 30mA tipo AC</p>						1,00	214,46	214,46	
005.1	<p>ud Conmutador motorizado Y5 100A</p> <p>Conmutador motorizado Y5, Modelo:-5637301 , I=100A</p>						1,00	883,17	883,17	
005.2	<p>u Temporizador digital</p> <p>Temporizador digital de carril DIN ,230V AC/DC 12 series</p>						1,00	112,07	112,07	
TOTAL CAPÍTULO 005 Maniobra,protección y medida.....									2.156,36	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

presupuesto TFG

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 006 Costes indirectos									
006.1	coste indirecto capítulo 1								
							6,00	23,82	142,92
006.2	coste indirecto capítulo 2								
							6,00	378,00	2.268,00
006.3	coste indirecto capítulo 3								
							6,00	508,69	3.052,14
006.4	coste indirecto capítulo 4								
							6,00	137,35	824,10
006.5	coste indirecto capítulo 5								
							6,00	12,63	75,78
TOTAL CAPÍTULO 006 Costes indirectos.....									6.362,94
TOTAL.....									82.126,67

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

presupuesto TFG

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 001 Movimientos de tierras**001.1 Excavación tubería d=140mm**

Movimientos de tierras necesario para llevar a cabo la instalación subterránea de la segunda tubería desde el depósito dos hasta el punto de interconexión de la tubería 1 en la minicentral.

E02EM030	107,250 m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO	16,34	1.752,47	
----------	------------	---------------------------------	-------	----------	--

TOTAL PARTIDA..... 1.752,47

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

001.2 Excavación línea BT 3x95/50mm2

Movimientos de tierras necesario para enterrar el primer tramo subterráneo de la instalación eléctrica de BT 3x95/50mm2.

E02EM030	38,500 m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO	16,34	629,09	
----------	-----------	---------------------------------	-------	--------	--

TOTAL PARTIDA..... 629,09

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS VEINTINUEVE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

presupuesto TFG

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 002 Equipamiento de la central						
002.1.1	u		Generador asíncrono Nuevo generador Asíncrono.Desmontaje del rodete del alternador actual y montaje del rodete en el nuevo generador.Elementos de aislamiento			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....			12.000,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL EUROS						
002.1.2	u		Suministro de válvula automática DN150 PN16			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....			2.400,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS EUROS						
002.1.3	u		Suministro de cuadro de control para conexión a red			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....			14.500,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE MIL QUINIENTOS EUROS						
002.1.4	u		Envío de los equipos a la instalación			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....			600,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS EUROS						
002.1.5	u		Puesta en marcha de la instalación			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....			4.500,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL QUINIENTOS EUROS						

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

presupuesto TFG

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 003 Equipamiento hidraulico					
003.1		Conducciones			
		Conducciones hidráulicas necesarias para llevar a cabo la instalación de la 2ª tubería desde el depósito 2 hasta la minicentral:			
		-Conduc.poliétileno 50PN 6 DN=140			
		-Conduc.fundición dúctil c/ench DN=300			
U06TP295	975,000 m.	CONDUC.POLIE.PE 50 PN 6 DN=140mm.	18,13	17.676,75	
U06TU035	5,000 m.	CONDUC.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. DN=300	91,70	458,50	
TOTAL PARTIDA.....					18.135,25

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

003.2		Válvulas			
		Válvulas necesarias para la instalación de la 2ª tubería desde el depósito 2 hasta la minicentral eléctrica y para la interconexión de tuberías con la minicentral			
U06VAV064	2,000 ud	VÁLV.MARIP.REDUC.C/ELÁS.D=150mm	407,28	814,56	
U06VAV067	2,000 ud	VÁLV.MARIP.REDUC.C/ELÁS.D=300mm	1.044,77	2.089,54	
U06VAV245	1,000 ud	VÁLV.RETEN.DISC.PART.PN-16 D=150	498,04	498,04	
U06VAV248	1,000 ud	VÁLV.RETEN.DISC.PART.PN-16 D=300	1.668,30	1.668,30	
TOTAL PARTIDA.....					5.070,44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SETENTA EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

003.3		Arquetas			
		Accesorios necesarios para la instalación de conducciones hidráulicas			
U06SA115	1,000 ud	ARQUETA ACOM.EN ACERA 80x80x80cm	285,22	285,22	
TOTAL PARTIDA.....					285,22

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

presupuesto TFG

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 004 Línea interconexión BT					
004.1		Tramo 1.Instalación subterránea 3x95/50mm2 AI			
		Tramo 1.Instalación eléctrica BT de una longitud de 350 m , subterránea, 3x95/50mm2 AI, XLPE			
U09BCA020	350,000 m.	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x95+1x50 AI.	17,32	6.062,00	
TOTAL PARTIDA.....					6.062,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL SESENTA Y DOS EUROS					
004.2		Tramo 2.Instalación posada sobre fachada 3x95/50mm2 AI			
		Tramo 2.Instalación eléctrica BT de una longitud de 310 m, posada sobre fachada, 3x95/50mm2 AI, XLPE			
U09AL100	310,000 m.	RED TRENZ.S/FACHADA 3x95/54,6mm2	17,68	5.480,80	
TOTAL PARTIDA.....					5.480,80
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS					
004.3		Tramo 3.Derivación 1 Instalación posada sobre fachada 3x95/50mm2			
		Derivación 1. Tramo de una longitud de 100m, que conecta el punto de interconexión con el primer punto de consumo, en este caso , el Ayuntamiento.			
U09AL100	100,000 m.	RED TRENZ.S/FACHADA 3x95/54,6mm2	17,68	1.768,00	
TOTAL PARTIDA.....					1.768,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS					
004.4		Tramo4.Derivación 2 Instalación posada sobre fachada 3x95/50mm2			
		Derivación 2. Tramo de una longitud de 30m, que conecta el punto de interconexión con el segundo punto de consumo, el alumbrado.			
U09AL100	20,000 m.	RED TRENZ.S/FACHADA 3x95/54,6mm2	17,68	353,60	
TOTAL PARTIDA.....					353,60
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS					
004.5		Servicios auxiliares			
		Línea auxiliar 3x6mm2 Cu necesaria para los servicios auxiliares que equipan la minicentral hidroeléctrica			
E17CI010	5,000 m.	DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x6 mm2	14,10	70,50	
TOTAL PARTIDA.....					70,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

presupuesto TFG

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 005 Maniobra,protección y medida					
E17PM020	ud	ARMARIO PROT/MED/SECC. 2 TRIF. Armario de protección, medida y seccionamiento para intemperie, para 2 contadores trifásicos, según normas de la Cía. suministradora, formado por: módulo superior de medida y protección, en poliéster reforzado con fibra de vidrio, equipado con panel de poliéster troquelado para 2 contadores trifásicos y reloj, 2 bases cortacircuitos tipo neozed de 100 A., 2 bornes de neutro de 25 mm2, 2 bloques de bornes de 2,5 mm2 y 2 bloques de bornes de 25 mm2 para conexión de salida de abonado; un módulo inferior de seccionamiento en poliéster reforzado con fibra de vidrio, equipado con 3 bases cortacircuitos tamaño 1, con bornes bimetálicos de 150 mm2 para entrada, neutro amovible tamaño 1 con bornes bimetálicos de 95 mm2 para entrada, salida y derivación de línea, placa transparente precintable de policarbonato. Incluso cableado de todo el conjunto con conductor de cobre tipo H07Z-R, de secciones y colores normalizados. Totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.			
001OB200	1,000 h.	Oficial 1º electricista	16,65	16,65	
001OB210	1,000 h.	Oficial 2º electricista	15,57	15,57	
P15FB110	1,000 ud	Módulo medida 2 cont. trif.	257,26	257,26	
P15FB130	1,000 ud	Módulo seccionamiento 3 fus.	195,87	195,87	
P15FB140	1,000 ud	Cableado de módulos	17,73	17,73	
P01DW090	14,000 ud	Pequeño material	1,25	17,50	
TOTAL PARTIDA.....					520,58
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS VEINTE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
P15FK240	ud	PIA ABB 4x40A, 6/15kA curva C Interrupor automático 4 polos , intensidad nominal 40 A y poder de corte 10kA, curva C Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA.....					109,54
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
P23PF020	ud	Limitador de sobretensión II Limitador de sobretensiones Vc=253V Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA.....					207,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SIETE EUROS					
P15FJ080	ud	Diferencial ABB 4x40A a 30mA tipo AC Interrupor diferencial ABB 4x40A 30mA tipo AC Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA.....					214,46
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CATORCE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
005.1	ud	Conmutador motorizado Y5 100A Conmutador motorizado Y5, Modelo:-5637301 , I=100A Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA.....					883,17
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS					
005.2	u	Temporizador digital Temporizador digital de carril DIN,230V AC/DC 12 series Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA.....					112,07
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DOCE EUROS con SIETE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

presupuesto TFG

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 006 Costes indirectos					
006.1		coste indirecto capítulo 1			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		23,82
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS					
006.2		coste indirecto capítulo 2			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		378,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS					
006.3		coste indirecto capítulo 3			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		508,69
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS OCHO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
006.4		coste indirecto capítulo 4			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		137,35
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS					
006.5		coste indirecto capítulo 5			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		12,63
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS					

RESUMEN DE PRESUPUESTO**presupuesto TFG**

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
001	Movimientos de tierras	2.381,56	2,90
002	Equipamiento de la central	34.000,00	41,40
003	Equipamiento hidraulico	23.490,91	28,60
004	Línea interconexión BT	13.734,90	16,72
005	Maniobra,protección y medida	2.156,36	2,63
006	Costes indirectos	6.362,94	7,75
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		82.126,67	
	13,00% Gastos generales	10.676,47	
	6,00% Beneficio industrial	4.927,60	
	SUMA DE G.G. y B.I.	15.604,07	
	21,00% I.V.A.....	20.523,46	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		118.254,20	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		118.254,20	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO DIECIOCHO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

CAZORLA, a 9 de junio de 2020.

El promotor

La dirección facultativa

ANEXO SEGURIDAD Y SALUD

VI: ANEXO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA	252
1. OBJETO DEL ESTUDIO	252
2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS.....	252
2.1 IDENTIFICACIÓN.....	252
2.2 COMUNICACIONES	252
2.3 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, AGUA Y SANEAMIENTO	253
2.4 NÚMERO DE TRABAJADORES.....	253
2.5 PLAZO DE EJECUCIÓN	253
2.6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	253
3. METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	253
3.1 ACTIVIDADES DE LA OBRA	254
4. FORMACION E INFORMACION.....	254
5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	255
PLANOS.....	256
PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES	260
1. OBJETO DEL PLIEGO.....	260
2. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	260
3. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	261
4. OBLIGATORIEDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	263
4.1 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	263
4.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	263
5. OBLIGACIONES LEGALES DE LAS PARTES IMPLICADAS.....	263
6. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCION	264
6.1 GENERALIDADES.....	264
6.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	264
6.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	265
7. SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD.....	267
8. SERVICIOS DE PREVENCION	268
8.1 SERVICIO MÉDICO	268
9. INSTALACIONES MÉDICAS.....	268
10. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES ..	269

11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD..... 269

MEMORIA

1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de las obras, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de las instalaciones preceptivas de salud y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora adjudicataria de las obras, para llevar a cabo, de forma eficaz, sus obligaciones en el campo de la prevención de los riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre.

El presente estudio servirá para que el contratista adjudicatario de las obras lo desarrolle y presente antes del comienzo de las mismas, como un Plan de Seguridad y Salud de acuerdo con las prescripciones contenidas en el R.D. citado anteriormente.

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

2.1 Identificación

Las obras objeto de este Estudio son las correspondientes al "Proyecto de Rehabilitación de la Minicentral Hidroeléctrica Ayuntamiento de Cazorla" situado en Cazorla.

2.2 Comunicaciones

Al edificio original de la central o potabilizadora se accede desde la Plaza Santa María de Cazorla. Se encuentra en las espaldas de las ruinas de la Iglesia, en la margen derecha del río Cerezuelo (que atraviesa el pueblo). Y a través de un puente pasamos de la margen izquierda a la derecha del río.

A la cámara de carga antigua se accede a través de una Pista Forestal, la carretera "La Iruela al Cherro" (o nacimiento del Guadalquivir).

2.3 Suministro de energía eléctrica, agua y saneamiento

La energía eléctrica necesaria para las instalaciones de obra se podrá tomar desde el poste del actual tendido que fije la compañía eléctrica. La toma se lleva hasta las obras, mediante una línea eléctrica de baja tensión.

El abastecimiento de agua para estas instalaciones se realizará durante la fase de la obra mediante cubas, desde la localidad más próxima a la obra en ese momento.

2.4 Número de trabajadores

El número máximo de operarios que trabajarán simultáneamente en las obras, y por lo tanto para el que se diseñan las instalaciones de Seguridad y Salud se estima en 5 personas.

2.5 Plazo de ejecución

El plazo total de construcción está previsto que sea de 2 meses.

2.6 Descripción de las obras

Las obras proyectadas están descritas en la memoria del Proyecto, y no se hace aquí referencia a la misma para evitar duplicidades.

3. METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Este Estudio de Seguridad y Salud se estructura en dos puntos:

El primero consiste en el conocimiento de las actividades que se producen durante el desarrollo de las obras.

Una vez conocidas estas actividades se puede pasar, en el siguiente punto, al conocimiento e identificación de los riesgos laborales que se pueden producir durante el desarrollo de estas actividades.

Identificados los riesgos se procede a aplicarles las medidas técnicas preventivas y las protecciones técnicas necesarias para eliminarlos (Riesgos laborales evitables) o atenuar sus consecuencias (Riesgos laborales inevitables). Asimismo se menciona para cada riesgo identificado, la señalización de seguridad y salud necesaria para advertir de su existencia a todo las personas afectadas por el mismo. Toda esta información se recopila en unas tablas contenidas en el punto.

Siempre que sea técnicamente posible se utilizarán elementos de protección colectiva frente a los equipos de protección individual.

El problema inherente a toda obra que es el ruido, será atacado en su origen, obligando a cumplir la maquinaria y herramienta susceptible de ello su normativa específica vigente, obligando a toda maquinaria "nueva" a cumplir el mercado CE.

Sus posibles medios de protección, ya sean colectivos o individuales, quedarán a expensas de la vigilancia y control de un experto.

3.1 Actividades de la obra

1. Instalación y conexionado de los tramos nuevos de tuberías
2. Línea eléctrica
3. Remates y retirada de obra

4. Formación e información

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad y precauciones que deberá adoptar. Así mismo, y sin perjuicio de lo expuesto anteriormente, los contratistas están obligados por la Ley de Prevención de Riesgos laborales a formar y actualizar en materia de Seguridad y Salud a sus trabajadores.

El Contratista principal informará sobre el plan y las posibles modificaciones del mismo, tanto a sus subcontratistas como a trabajadores propios y autónomos.

5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

- Botiquines

Se prevé la instalación de un botiquín de obra para primeros auxilios.

Además, se cuenta con los servicios sanitarios de la población de Cazorla (Jaén).

- Asistencia a accidentados

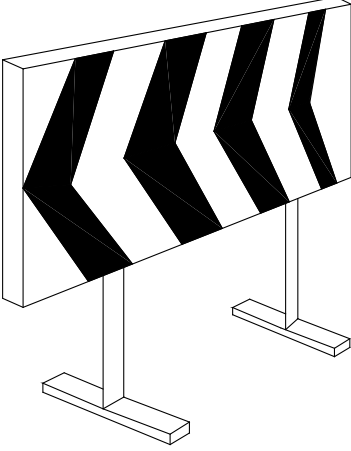
Al comienzo de las obras, se preparará un informe sobre el emplazamiento de los diferentes Centros Médicos próximos, donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento, en función de su gravedad, el tipo de accidente, urgencia, etc.

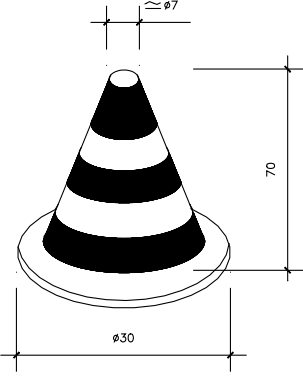
Se preparará y colocará en sitio bien visible una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros Médicos, servicio de ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido traslado de los accidentados a los centros de asistencia.

Del mismo modo, se colocará a la entrada de cada tajo y donde lo estime necesario el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de obra, las señales de situación, localización y dirección de primeros auxilios

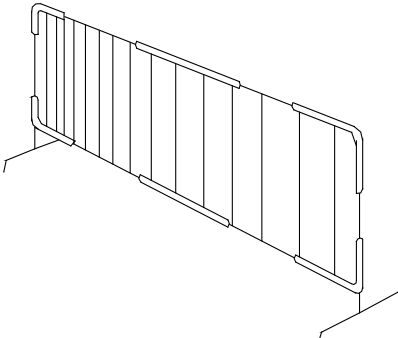
PLANOS

	SEÑALIZACION	
PLANOS		HOJA N° 11

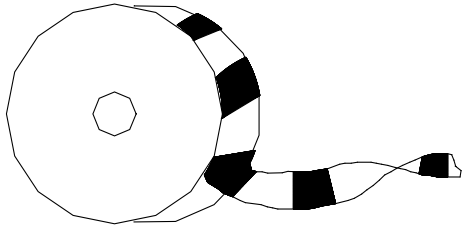




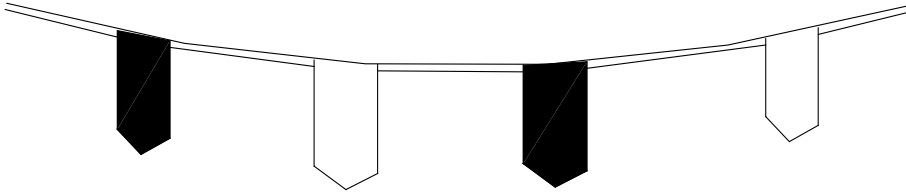
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO



CINTA BALIZAMIENTO



CORDON BALIZAMIENTO

Señales de Prohibición



Señales de Uso Obligatorio



Triángulos y Banderolas



PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

1. Objeto del pliego

El objeto del presente Pliego de Condiciones es definir las normas legales y reglamentarias aplicables a las características de las obras del "PROYECTO DE LA MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA AGUAS DE CAZORLA".

Así mismo, se definen las prescripciones que habrán de cumplirse en relación con las prestaciones técnicas de máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos y, las tendentes a su conservación y utilización de forma que garanticen su eficacia en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.

2. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando en la ejecución de la obra intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

Dicho coordinador será un técnico competente, integrado en la dirección facultativa, y que deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a) coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad, al tomar las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar los distintos trabajos y al estimar la duración requerida para la ejecución de los mismos;
- b) coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera

coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales;

c) Aprobar el Plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo;

d) Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales;

e) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo;

f) Custodiará el libro de incidencias y advertirá y anotará en él los incumplimientos en materia de seguridad y salud, que se produzcan durante el desarrollo de las obras;

g) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

3. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LEY 31/1995 de 8-11-95). (B.O.E. 10-11-95).
- Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de riesgos laborales. (R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre)
- Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 39/1997 de 17-1-97) (B.O.E. 31-1-97).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (R.D. 485/1997 de 14-4-97) (B.O.E. 97/23-04-1997)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/1997, de 14-4-97) (B.O.E. 97/23-04-1997)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (R.D. 487/1997 de 14-4-97) (B.O.E.97/23-04-1997)

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (R.D. 488/1997 de 14-4-97) (B.O.E. 97/23-04-1997)
- Normas de seguridad para el ejercicio de Actividades Subacuáticas en zonas marítimas e interiores (14 Octubre 1997)
- Estatuto de los trabajadores
- Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 16-3-71), a excepción de los capítulos I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, X XI, XII y XIII del Título II que se sustituyen por el real decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-8-70) (B.O.E. 5/7/8/9-9-70).
- Utilización de equipos de protección individual (R.D. 773/1997, de 30-05-1997) (B.O.E. 140/12-06-1997)
- Condiciones mínimas a cumplir por los equipos de protección individual (R.D. 1407/1992, de 20 de Noviembre)
- Utilización de equipos de trabajo (R.D. 1.215/1997, de 18 de Julio)(B.O.E. 188/7-08-1997)
- Reglamento de Explosivos (R.D. 230/1998 DE 16-023-1998)
- Reglamento general de Normas Básicas de Seguridad minera (R.D. 836/1985 de 2-04-1985)
- Disposiciones relativas a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. Directiva del Consejo 89/392/CEE (R.D. 1435/1992 de 27-11-1992) (B.O.E. 297/11-12-1992)
- Modificación del R.D. 1435/1992 mediante el (R.D. 56/1995 de 20-01-1995) (B.O.E. 33/8-02-1995)
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Normas para Señalización de obras en las carreteras. Instrucción 8.3.-IC, Ministerio de Fomento, D.G.C. año 1994
- Manual de ejemplos de señalización de obras fijas. Ministerio de Fomento, D.G.C. año 1998.

- Plan General de Prevención de Riesgos Laborales de Andalucía. B.O.J.A. RD 313/2003 de la C^a de Empleo y Desarrollo tecnológico 03/02/2004
- Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 70/2009, de 31 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento Sanitario y Calidad del Agua de Consumo Humano de Andalucía.

4. OBLIGATORIEDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1 Estudio de seguridad y salud

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 euros.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

4.2 Estudio básico de seguridad y salud

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

5. OBLIGACIONES LEGALES DE LAS PARTES IMPLICADAS

Las obligaciones del contratista y subcontratista así como de los trabajadores autónomos, vienen detalladas en los artículos 10, 11 y 12 del R.D. 1627/97, de 24 de

Octubre; relativo a las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Así mismo cumplirá todo lo relativo al artículo 15 de la Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales relativo a los principios de la acción preventiva, también será de aplicación el artículo 24 de la misma Ley relativo a la coordinación de actividades empresariales.

6. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCION

6.1 Generalidades

Todos los equipos de protección individual o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en un determinado equipo o elemento, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Todo equipo o elemento de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellos equipos o elementos que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias que las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de un equipo o elemento de protección nunca representará un riesgo en sí mismo

6.2 Equipos de protección individual

Todo equipo de protección individual se ajustará al R.D. 1407/92, de 20 de Noviembre, y sus instrucciones complementarias que lo desarrollan. Los equipos tendrán que llevar obligatoriamente el marcado "CE". Así mismo se cumplirá el R.D. 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, para la elección y

utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual en el puesto de trabajo.

6.3 Elementos de protección colectiva

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

- Vallas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de pies derechos para mantener su estabilidad. Estarán pintadas en color amarillo.

- Barandillas

Dispondrán de listón superior a una altura mínima de 90 cm., de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, llevarán un listón horizontal intermedio, así como, un rodapié y un pasamanos.

- Redes

Serán de poliamida y sus dimensiones principales serán tales que cumplan con garantía la función protectora para la que están previstas. La norma UNE 81-650-80 establece las características y requisitos generales que han de cumplir las redes de seguridad.

- Plataformas de trabajo

Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho y las situadas a más de 2 m. del suelo estarán dotadas de barandillas.

- Andamios

Se ajustarán a lo establecido en los Artículos 196 al 245 de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica, así como al Apartado 5 parte C anexo IV del

R.D. 1627/97 relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse a andamios y escaleras.

Los andamios tubulares deberán cumplir la norma HD 1.000 del C.E.N.-1998 (UNE 76502-90)

- Escaleras de mano

Las escaleras de mano o portátiles, cumplirán con lo dispuesto en el R.D. 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. De igual manera deberá cumplir el Apartado 5 parte C anexo IV del R.D. 1627/97 relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse a andamios y escaleras.

- Pasillos de seguridad

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablonos embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablonos. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa o tablonos).

Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocarse elementos amortiguadores sobre la cubierta, como sacos terreros, etc.

- Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrán realizar con un par de tablonos embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

- Interruptores diferenciales

En todo cuadro eléctrico se instalarán interruptores diferenciales que protegen los circuitos de él derivados. La sensibilidad de desconexión será de 300 mA para fuerza y de 30 mA para alumbrado, y en instalaciones en las que no exista puesta a tierra.

- Tomas de tierra

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de contacto directo o indirecto de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente y al menos en la época más seca del año.

- Extintores

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible y se revisarán cada 6 meses como máximo. Deberán llevar el retimbrado de industria en su recipiente, fechado dentro de los últimos 5 años.

7. SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD

La señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsible y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

a) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

b) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

c) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

d) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no hay sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Siempre que resulte necesario, teniendo en cuenta los criterios expuestos con anterioridad, el contratista deberá adoptar las medidas necesarias para que en los

lugares de trabajo exista una señalización de seguridad y salud. Esta señalización deberá cumplir lo establecido en los anexos I a VII del R.D. 485/1997 por el que se regulan las disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.

8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

El contratista, como empresario que es; está obligado por Ley a disponer de un servicio de prevención. Este servicio estará formado por trabajadores designados, en el caso que la empresa tenga menos de seis trabajadores. En caso contrario, el servicio de prevención podrá ser propio o ajeno a la empresa.

El funcionamiento de los servicios de prevención viene regulado por el R.D. 39/1997 de 17-01-1997 (B.O.E. 27/31-01-1997).

8.1 Servicio médico

El contratista dispondrá de una concertación con la Mutuality correspondiente para efectuar los reconocimientos de ingreso en la obra y los periódicos reglamentarios, así como de las hospitalizaciones y demás acciones legales.

9. INSTALACIONES MÉDICAS

En las instalaciones para el uso del personal de la obra constarán de un botiquín armario, así como un botiquín portátil, camilla y otros elementos necesarios para la asistencia de accidentados.

Será responsabilidad del contratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

10. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES

Se dispondrán vestuarios y servicios higiénicos adecuados para las obras.

Las instalaciones provisionales para los trabajadores deberán cumplir, en cualquier caso, las disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales. Estas obligaciones se encuentran recogidas en la parte B del Anexo IV del R.D. 1.627/97.

En referencia a la conexión de los tramos de tuberías nuevos, cabe señalar que, para la prevención del desprendimiento del resto de tubería, debido a las grandes presiones producidas por el caudal circundante, se propone realizar soldaduras en los tramos de las tuberías cuando se proceda a cortar algún tramo para la conexión de otra tubería que circule hacia el edificio de la central. Tal procedimiento será requisito imprescindible a la hora de la puesta en marcha y ejecución por parte de la persona encargada de la obra, de manera que se asegure una prevención para evitar posibles riesgos producidos por la acción de dicha instalación.

11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud, adaptado a este Estudio, a sus medios y métodos de ejecución que se presentará simultáneamente con el preceptivo Programa de Trabajos, de acuerdo con el Artículo 7 del R.D. 1627/1997. Dicho plan deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras, o en su caso por la Dirección Facultativa, quien controlará su aplicación práctica.

El Plan de Seguridad y Salud, podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir, a lo largo de la obra; pero siempre con la aprobación expresa por parte del Coordinador, o en su caso por la Dirección Facultativa.

Así mismo, el Plan de Seguridad y Salud, estará en la obra a disposición permanente de la Dirección Facultativa; así como de todos aquellos que intervengan en el desarrollo de la misma.

ANEXO III: IMPACTO AMBIENTAL

VII: ANEXO IMPACTO AMBIENTAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	274
2.	OBJETO	274
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	275
4.	INVENTARIO AMBIENTAL	276
4.1	Ámbito de estudio.....	276
4.1.1	Localización.....	276
4.1.2	Comarcas.....	278
4.1.3	Características del emplazamiento.....	278
4.2	Medio abiótico	279
4.2.1	Climatología.....	279
4.2.1.1	Humedad y precipitaciones	280
4.2.1.2	Temperaturas	281
4.2.2	Calidad del aire.....	282
4.2.3	Calidad de las aguas.....	284
4.2.3.1	Aguas superficiales.....	284
4.2.3.2	Aguas subterráneas	286
4.2.4	Suelo.....	291
4.2.4.1	Entorno Geológico	291
4.2.4.2	Distribución de Pendientes en Cazorla	292
4.2.4.3	Clasificación del suelo según su uso.....	293
4.3	Medio biótico	297
4.3.1	Flora de Cazorla	298
4.3.2	Fauna de Cazorla	309
4.4	Medio socio-cultural y socio-económico	318
4.4.1	Población	319
4.4.2	Calidad de Vida.....	320
4.4.3	Niveles de Desempleo en Cazorla	321
4.4.4	Economía.....	322
4.4.4.1	Sector Primario.....	322
4.4.4.2	Sector secundario.....	323
4.4.4.3	Sector Terciario	324
4.5	Bienes protegidos.....	326

4.5.1	Patrimonio histórico-cultural.....	326
4.5.2	Paisaje.....	335
4.5.2.1	Tipos de Paisaje en Cazorla	336
4.6	Aspectos legislativos	340
4.6.1	Protección Ambiental	342
4.6.2	Espacios Naturales Protegidos	342
4.6.3	Protección de la Flora y Fauna silvestre.....	344
4.6.4	Vías Pecuarias	344
4.6.5	Terrenos Forestales	344
4.6.6	Contaminación Atmosférica	344
4.6.7	Residuos	344
4.6.8	Aguas.....	344
4.6.9	Prevención y Lucha de Incendios Forestales	344
5.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTO.....	345
5.1	Metodología.....	345
5.2	Matriz de identificación de impactos.....	345
5.2.1	Acciones del proyecto.....	345
5.2.2	Factores Ambientales del proyecto	346
5.3	Matriz de valoración cuantitativa de impactos	355
5.4	Matriz de valoración cualitativa de impactos	363
5.5	Descripción de impactos	376
6.	MEDIDAS PROTECTORAS Y/O CORRECTORAS	392
7.	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	395
7.1	Objetivos del plan de vigilancia ambiental.....	396
7.2	Plan de vigilancia ambiental	396

ANEXO III: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento aborda la realización de un Estudio de Impacto Ambiental de la minicentral hidroeléctrica Ayuntamiento de Cazorla situada en los límites del Parque Natural Sierra de Cazorla, Segura y las Villas, abastecidos por el río Cerezuelo en Cazorla (Jaén).

Para su ejecución se atenderá a la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía 7/2007, en el Anexo I de dicha ley quedan recogidas las actuaciones que precisan de la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental, este proyecto se corresponde con la categoría 2.11, instalaciones para la producción de energía hidroeléctrica y es por ello que es necesaria la redacción de la autorización ambiental Unificada.



Figura 33. Vistas del pueblo de Cazorla

2. OBJETO

Los Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A.) tienen por objeto analizar la relación de incidencia entre un proyecto determinado y el entorno afectado por dicho proyecto en cada una de las fases del proyecto: construcción, explotación y desmantelamiento.

Para que las medidas correctoras tengan eficacia, es necesario el establecimiento de un Programa de Vigilancia Ambiental, que permita detectar los impactos residuales que puedan surgir, además de garantizar un seguimiento y control de dichas medidas.

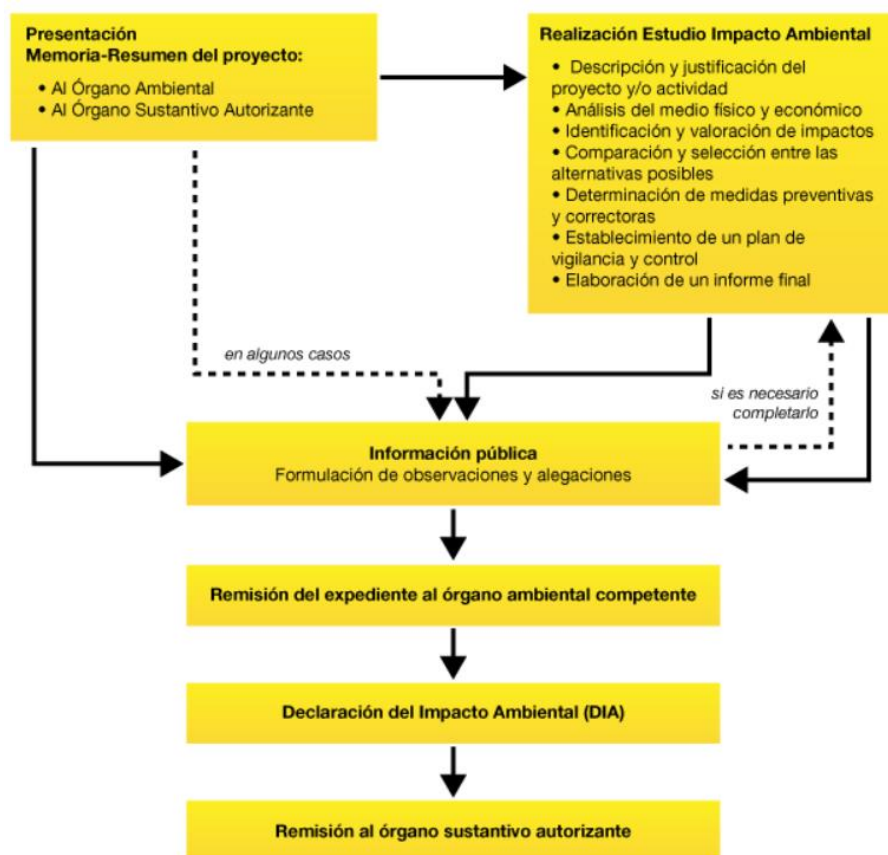


Figura 34. Esquema de un Estudio de un Impacto Ambiental

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el presente estudio, se va a realizar la evaluación del impacto ambiental que causará la puesta en funcionamiento de la minicentral hidroeléctrica Ayuntamiento de Cazorla, con ello se pretende aprovechar el recurso hídrico de esta zona, para generar energía eléctrica, que abastecerá parte de la demanda de Cazorla.

La mencionada instalación será de las denominadas de agua fluuyente, a caudal libre.

Las obras que se desarrollan en los términos de la Sierra de Cazorla (la construcción del edificio de la central) y el resto de la instalación en los términos municipales del pueblo (conexión de la instalación eléctrica generada a los centros de consumo).

Por lo tanto, se encuentra en el límite del Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas; con lo que ello trae consigo un estudio más exhaustivo del impacto ambiental producido.

A pesar de ello, casi todas las obras ya están construidas por lo que el impacto ambiental considerado es mínimo. La central en estudio presenta las siguientes características:

- ✓ Central de agua fluyente
- ✓ Caudal Medio: 24 litros/segundo
- ✓ Desnivel medio: 92,8 metros.
- ✓ Potencia Nominal: 18kW
- ✓ Captación de aguas: en el río Cerezuelo (Cazorla)
- ✓ Longitud del canal: 2000 metros
- ✓ Tipo turbina : Pelton
- ✓ Potencia Nominal: 24 kW
- ✓ Tensión de transporte: 400 V
- ✓ Frecuencia: 50 Hz
- ✓ Tipo : Trifásica
- ✓ Longitud de las líneas eléctricas de BT: 350 metros (1ºtramo) ,310m (2ºtramo), 100m (Derivación al Ayuntamiento) y 30m (Derivación al Alumbrado)

4. INVENTARIO AMBIENTAL

4.1 Ámbito de estudio

4.1.1 Localización

El municipio de Cazorla está situado en las puertas del Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas. Es el municipio más grande y cabecera de la Comarca Sierra de Cazorla. Se encuentra en las faldas de la Sierra de Cazorla, en el valle del río Cerezuelo, afluente del Guadalquivir.

El Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas está situado al este y nordeste de la provincia de Jaén (España) y con 214.300 ha es el mayor espacio protegido de España y el segundo de Europa.

Está declarado Reserva de la Biosfera por la UNESCO desde 1983, Parque Natural desde 1986 y también Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) desde 1987.



Figura 35. Situación de Cazorla

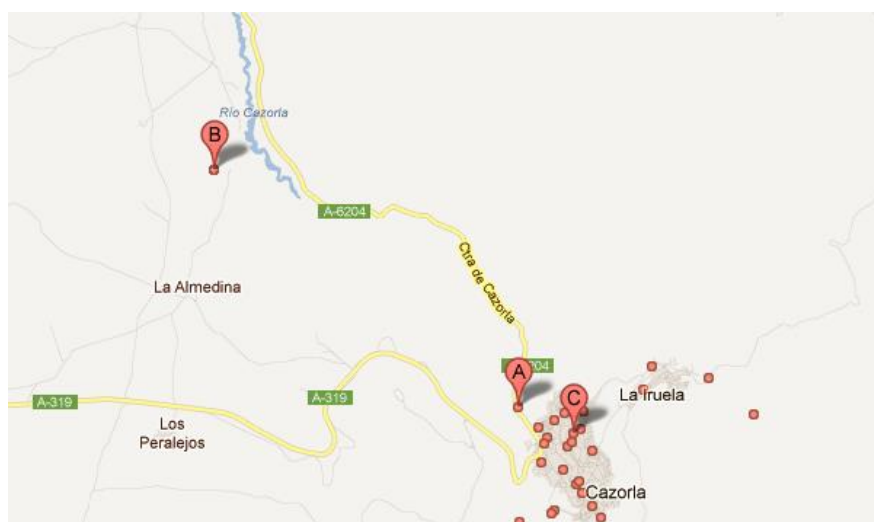


Figura 36. Emplazamiento del Río Cazorla

4.1.2 Comarcas

El parque está integrado en las siguientes comarcas jiennenses:

- Comarca de Sierra de Cazorla, de la que un 40% es terreno del Parque Natural.
- Comarca de Sierra de Segura, de la que un 90% es terreno del Parque Natural, y conforma el 70% de la totalidad de este Parque.
- Comarca de las Villas.

4.1.3 Características del emplazamiento

El río Cerezuelo, también llamado Cazorla, es un corto río del sur de España, un afluente del río Guadalquivir que discurre por la provincia de Jaén. Nace en el paraje conocido como «Nace el río», en la sierra de Cazorla y a mitad de su curso, junto a la ermita de Nubla, confluye con el río Cañamares, y a partir de aquí también se le llama río de la Vega de Cazorla.

Posee una longitud de 9,7 km (hasta la confluencia con el Cañamares) y otros 14,5 hasta la desembocadura con el Guadalquivir. Cruza Cazorla bajo la iglesia y plaza de Santa María construida sobre una bóveda sobre el cauce del río.

Finalmente, desemboca en las proximidades de Santo Tomé en el Guadalquivir.



Figura 37. Nacimiento del río Cerezuelo

La superficie de cuenca de este embalse es de 3,8 km² y su precipitación media es de 799,7 l/m².

Las coordenadas UTM (Huso 30) de la toma-Nacimiento del Río Cerezuelo son:

X: 496376

Y: 4199684

4.2 Medio abiótico

4.2.1 Climatología

Los datos meteorológicos que se presentan, para hacer referencia al municipio de Cazorla se han extraído de la estación meteorológica más cercana, en este caso la del municipio de Santo Tomé, situada aproximadamente a 18 km de la zona de estudio.

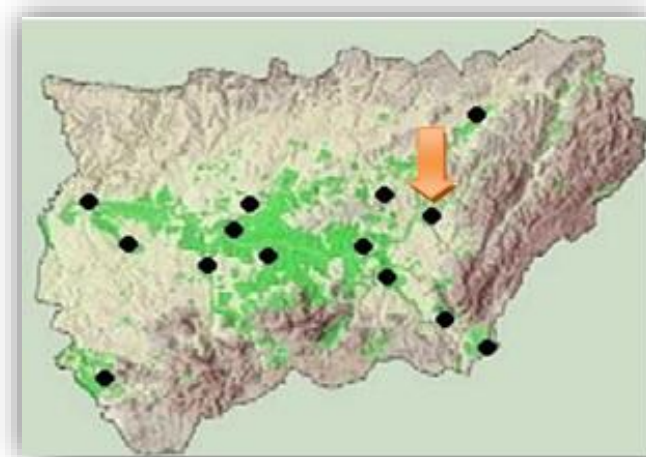


Figura 38. Mapa de situación de la estación meteorológica (Fuente: Junta de Andalucía)

Estación Meteorológica de Santo Tomé	
Coordenadas UTM	
X	492827.0
Y	4209275.0
Orientación	W
Latitud	38° 01' 49''
Longitud	03° 04' 54''
Altitud (msnm)	571

Tabla 60. Datos de situación de la estación meteorológica seleccionada (Fuente: Junta de Andalucía)

En el municipio de Cazorla, dada la gran diversidad de relieve que presenta, los factores climáticos son muy diversos, esto da pie a la riqueza que posee en cuanto a biodiversidad, influenciada por las condiciones climatológicas registradas. Los tipos de climas presentes en Cazorla son el clima Mediterráneo continental y el Mediterráneo templado.

4.2.1.1 Humedad y precipitaciones

La pluviometría varía de manera notable junto con las temperaturas y la altimetría, de manera que existe una gran variedad de la misma. Existen zonas en la que la pluviometría se estima entre 600-800 mm/año, zonas más elevadas donde oscila entre 800-1200 mm/año y zonas de alta montaña donde se pueden registrar valores de entre 1200 y 1600mm/años.

Todo esto establece el régimen de humedad del municipio como mediterráneo húmedo.

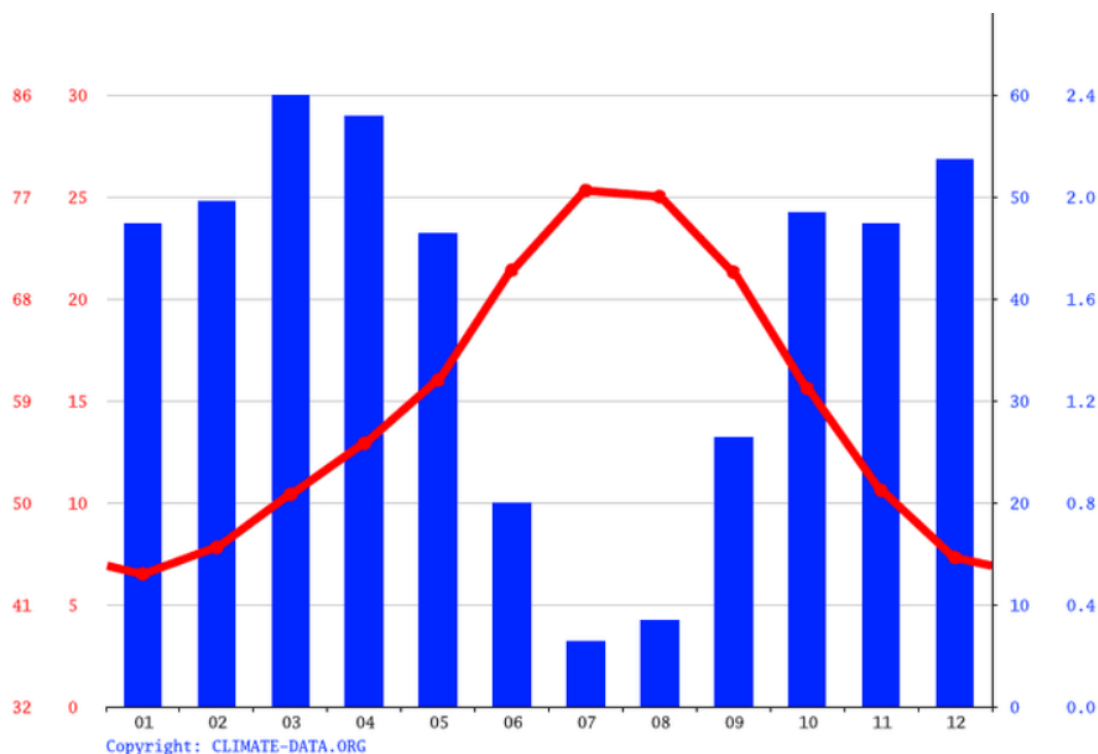


Gráfico 10. Climograma Cazorla (Fuente: (Climate-data, 2016))

Los valores de humedad relativa son elevados durante el otoño, invierno y primavera, alcanzando durante varias ocasiones el 100% de la humedad máxima y oscilando los valores mínimos entre 40 y el 50 %.

4.2.1.2 Temperaturas

Respecto al régimen térmico, y teniendo en cuenta los datos que se muestran en las siguientes gráficas, se puede hablar de zonas enmarcadas dentro del continental cálido-semicálido, otras con representación del panpeano, y otras con el templado cálido.

La temperatura media anual, igualmente dependiente de la altitud, fluctúa entre los 10 °C y los 16 °C.

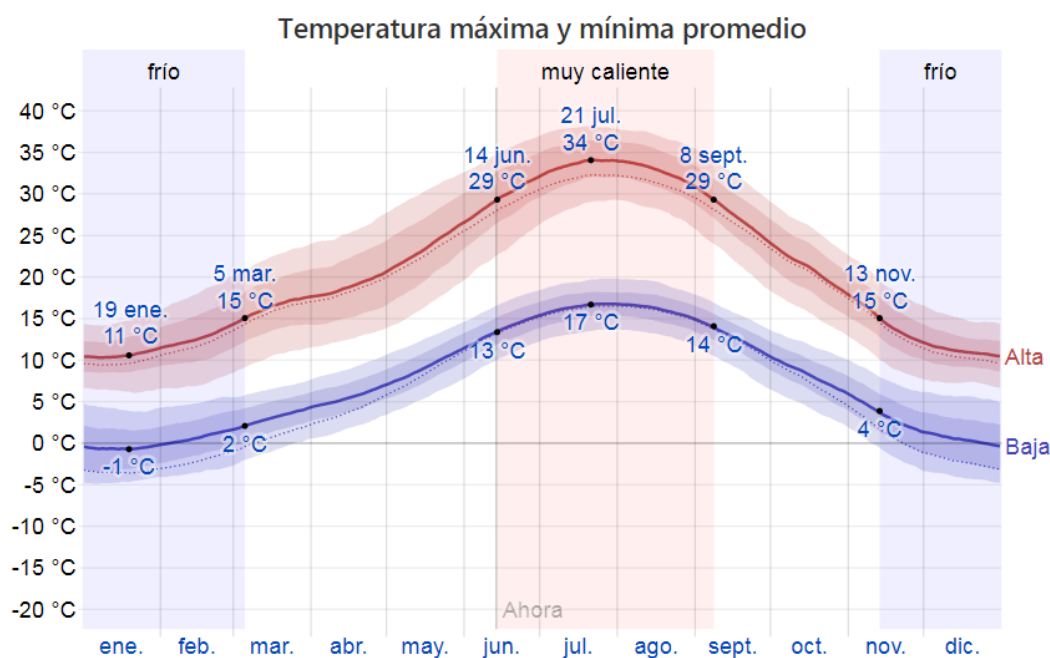


Gráfico 11. Diagrama de temperatura en Cazorla (Fuente: (weatherspark, 2016))

La temperatura máxima registrada fue de algo más de 34 °C, de manera puntual durante el mes de septiembre; la temperatura más baja fue de unos -1° C, y estuvo próxima a estos valores en varias ocasiones, aunque de manera dilatada en el tiempo. La temperatura media fue de 16,4 °C.

4.2.2 Calidad del aire

Para la evaluación de la calidad del aire o lo que es lo mismo, la determinación del grado de contaminación, es decir, la presencia en el aire de materia o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, de acuerdo con la ley 38/1972 de 22 de diciembre de Protección del Ambiente Atmosférico, se va a realizar un estudio del mismo, partiendo de los datos registrados en las estaciones destinadas para ello.

Dicha información es suministrada por la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire, que está integrada por todos los sistemas de evaluación instalados en el territorio

de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Está constituida por estaciones fijas y móviles instaladas en aquellos lugares donde se detectan episodios de contaminación.

En la siguiente tabla podemos observar la ubicación de las estaciones de medida de la calidad de aire en la provincia de Jaén. Al no existir ninguna específica en Cazorla, se recurrirá a usar los datos de aquella estación más cercana a la zona donde se llevara a cabo el estudio.

Para el estudio presente, los datos que mayor peso van a tener a la hora de determinar la calidad del aire, van a venir descritos por la estación de Villanueva de Arzobispo; esto se debe a que esta estación es la más cercana, de las existente en Jaén, al proyecto que se está abordando. Dicha estación no posee datos en lo que a SO₂ y NO₂ respecta. Para apreciar los valores normales de calidad del aire en la zona de estudio, los datos que se muestran a continuación han sido tomados un día al azar durante los últimos meses.

Estación	FECHA	SO ₂	CO	NO ₂	Partículas	O ₃	Global
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	12/06/2011		BUENA		ADMISIBLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE
	15/07/2011		BUENA		ADMISIBLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE
	18/08/2011		BUENA		Sin Datos	ADMISIBLE	ADMISIBLE
	21/09/2011		BUENA		ADMISIBLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE
	24/10/2011		BUENA		BUENA	ADMISIBLE	ADMISIBLE
	27/11/2011		BUENA		ADMISIBLE	BUENA	ADMISIBLE
	30/12/2011		BUENA		MALA	BUENA	MALA
	03/01/2012		BUENA		MUY MALA	BUENA	MUY MALA
	06/02/2012		BUENA		MALA	ADMISIBLE	MALA
	03/09/2012		BUENA		ADMISIBLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE
	12/04/2012		BUENA		BUENA	ADMISIBLE	ADMISIBLE
	15/05/2012		BUENA		BUENA	MALA	MALA

Tabla 61. Datos estación meteorológica de Villanueva del Arzobispo

En cuanto a las emisiones de CO, se puede observar que la calidad del aire ha sido buena para todo el periodo estudiado; Los datos para el O3 se encuentran entre admisibles y buenos durante todo el año, excepto en el último mes, calificado como malo; esto puede deberse al incremento de los niveles del ozono troposférico derivados del inicio de los meses más calurosos.

Los niveles de partículas altos, calificados como "mala" y "muy mala", pueden deberse a la proximidad de la estación de muestreo de calidad del aire con la central de Biomasa de La Loma, en la que operaciones puntuales de cambio de filtros u otras actividades podrían producir emisiones puntuales de grandes cantidades de partículas. Esto conlleva una variación de la calidad del aire, respecto a este parámetro, oscilando su valoración entre buena y muy mala, pasando por admisibles y mala.

A nivel global, se observa que la calidad del aire es admisible la mayor parte del año, excepto en diciembre, enero, febrero, y mayo.

4.2.3 Calidad de las aguas

4.2.3.1 Aguas superficiales

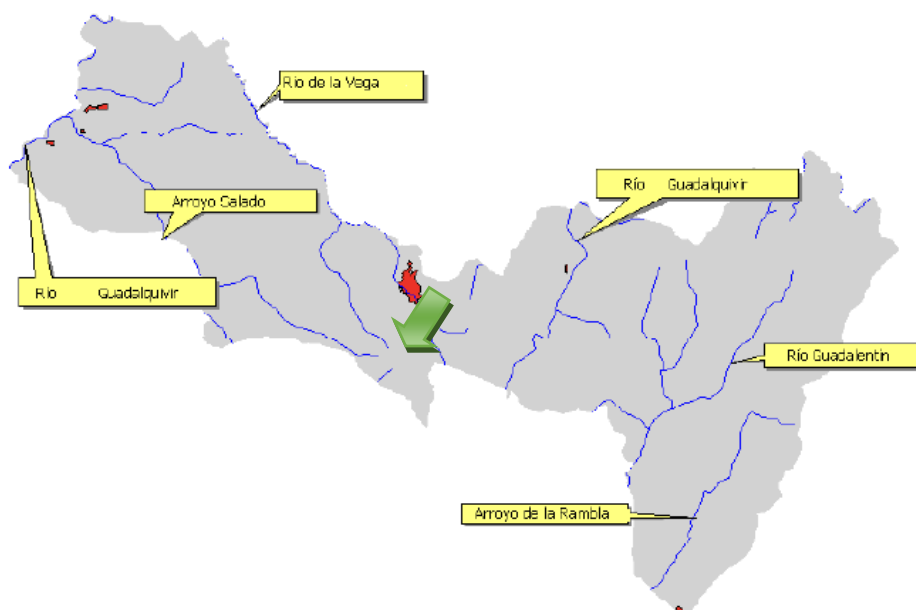


Figura 39. Mapa de Hidrología superficial de Cazorla (Fuente: (Agenda 21, 2008))

Las masas de aguas superficiales que hacen su aparición en el municipio de Cazorla se resumen a continuación en la siguiente tabla:

Hidrología superficial de Cazorla			
	<i>Longitud</i>	<i>Pendiente</i>	<i>Sinuosidad</i>
		%	
Río Guadalquivir	6860	0,267	1,97
Río Guadalentín	12558	1,9	1,13
Río de La Vega	20438	4,65	1,22
Arroyo del Salado	18566	4,02	1,14
Arroyo de la Rambla	12157	5,78	1,23

Tabla 62. Hidrología superficial de Cazorla

De entre las citadas, aquella que es de interés para el proyecto en curso es la correspondiente al "**Río de La Vega**".

En su nacimiento en el paraje conocido como Nacelrío en la Sierra de Cazorla, es denominado El Cerezuelo, también llamado río Cazorla; desemboca en el Guadalquivir. A mitad de su curso, junto a la ermita de Nubla, confluye con el río Cañamares, y a partir de aquí también se le llama río de La Vega de Cazorla. Posee una longitud de 9,7 km (hasta la confluencia con el Cañamares) y otros 14,5 km hasta la desembocadura con el Guadalquivir. Cruza Cazorla bajo la iglesia y la plaza de Santa María construida sobre una bóveda sobre el cauce del río. Desemboca en las proximidades de Santo Tomé en el Guadalquivir.

La sinuosidad de este río es baja, y la pendiente es levemente inclinada, con alto riesgo de inundación y un bajo índice de erosión.

4.2.3.2 Aguas subterráneas

Las masas de agua subterránea sobre las que se sitúa el municipio de Cazorla son la denominada 5.01 y 5.02; entre sus características se pueden citar las siguientes:

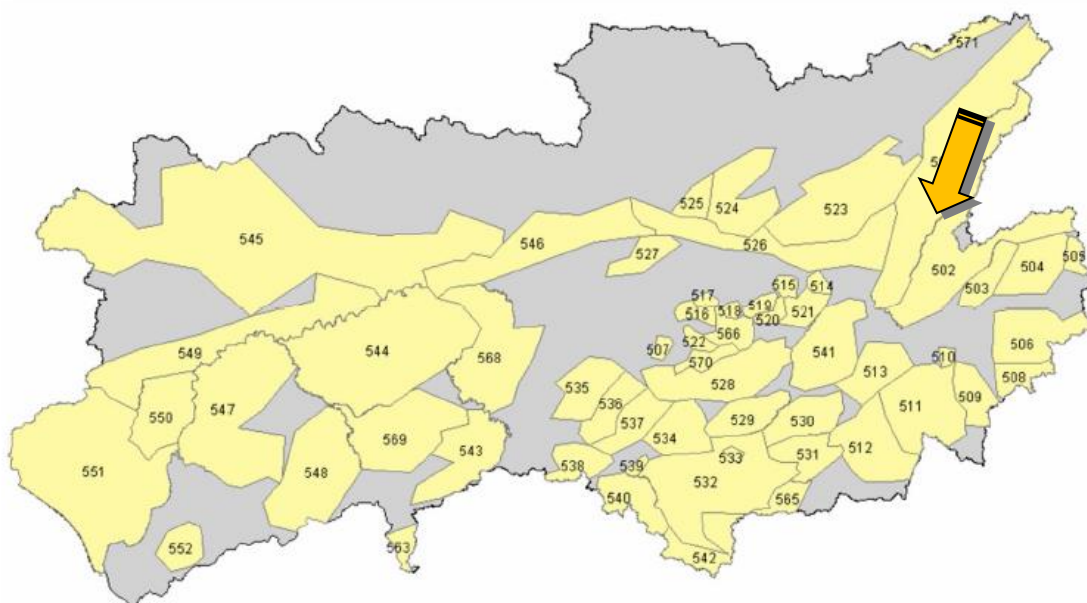


Figura 40. Mapa aguas superficiales (Fuente: (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 2020))

La masa de agua 5.01 se encuadra dentro de los acuíferos calizos extensos, discontinuos y productivos. Son formaciones en general de baja permeabilidad que pueden recubrir formaciones acuíferas importantes, y por Formaciones en general de baja permeabilidad que constituyen el sustrato de las formaciones acuíferas más importantes. En la zona de estudio se alternan las dos primeras clases.

La tipología de la masa de agua subterránea 5.02, en la zona de estudio es la misma que para la masa 5.01.

Ambas masas juntas representan un porcentaje bastante importante de los recursos subterráneos de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

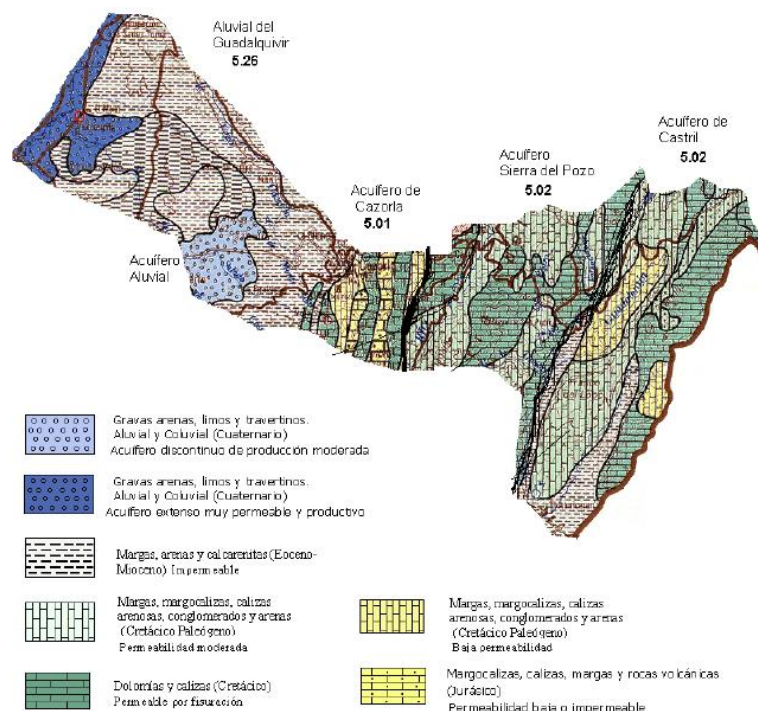


Figura 41. Mapas acuíferos de Cazorla (Fuente: (Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén, 1997))

Algunas de las características que presentan las masas de agua subterráneas presente en la zona de estudio se citan a continuación:

Código	Acuífero	Superficie (km ²)	Recarga (Hm ³ /año)	Rec. Disponible (Hm ³ /año)
5.01	S. Cazorla	1820	141	70,5
5.02	Quesada-Castril	1399	215	107,5

Código	Acuífero	Facies	Mineralización	Dureza
5.01	S. Cazorla	Bicarbonatada cálcico-magnésica, magnésica-cálcica	Baja-Ligera	Media
5.02	Quesada-Castril	Bicarbonatada-cálcica, sódica-cálcica	Ligera	Media

Código	Acuífero	Calidad uso	
		Urbano	Agrario
5.01	S. Cazorla	Potable	C1S1
5.02	Quesada- Castril	Potable	C1S1

Tabla 63. Características de las masas de agua subterráneas (Fuente: **(Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 2020)**)

La descripción de la tipología en cuanto a calidad de agua para uso agrario se refiere, "C1S1" corresponde a:

C1→ Agua de baja salinidad. Conductividad entre 100 y 200 microhomos/cm a 25°C que corresponde aproximadamente a 64-160 mg/l de sólidos disueltos. Puede usarse para la mayor parte de los cultivos en casi todos los suelos, con muy poco peligro de que se desarrolle salinidad. Es preciso algún lavado, que se logra normalmente con el riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

S1→ agua baja en sodio. Puede usarse en la mayoría de los suelos con las escasas posibilidades de alcanzar elevadas concentraciones de sodio intercambiables. Los cultivos sensibles, como los frutales de pepita, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

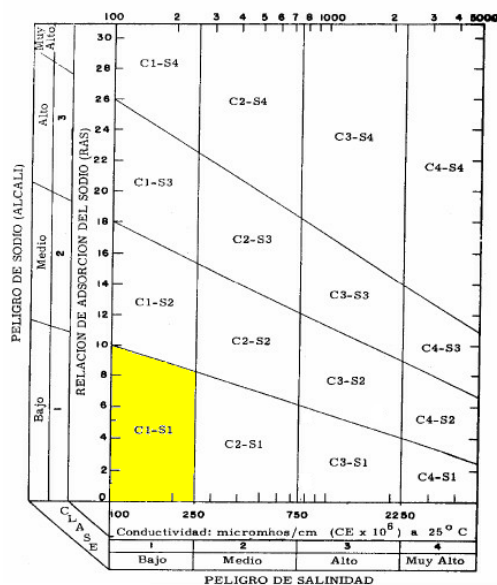
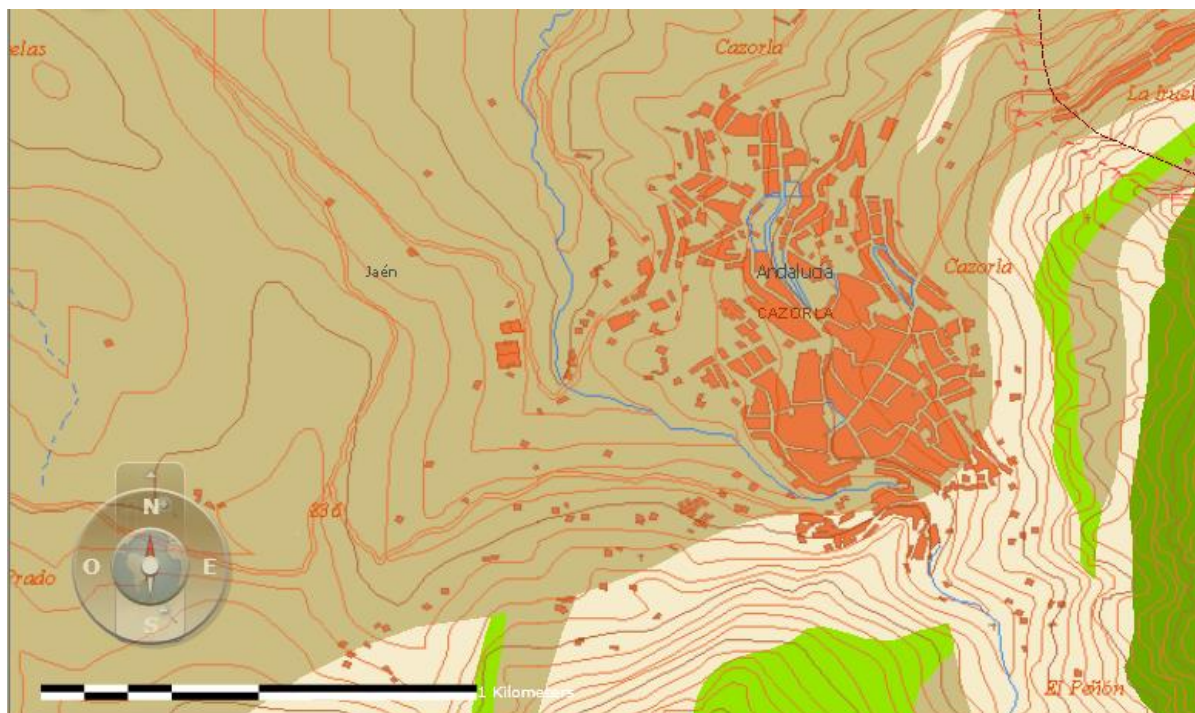


Figura 42. Diagrama para clasificación de aguas para riego según el procedimiento U.S. Salinity Laboratory Staff

Otros datos de las masas de agua presentes son los siguientes:

- Conductividad entre 250 y 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tanto en 5.01, como en 5.02.
- Contenido en Carbonatos (dureza del agua "muy alta") entre 200 y 1000 mg/l.
- Facies hidroquímicas del agua (Bicarbonatada-cálcica).
- Calidad de las aguas tipo "A1".
- Buen estado respecto a las concentraciones medias, máximas y mínimas de Fluoruros, Cloruros, Sulfatos, Conductividad y Nitratos.



Leyenda del Mapa Hidrogeológico

	Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad y formaciones metadetríticas, ígneas y evaporíticas de permeabilidad baja y media.
	Formaciones detríticas, volcánicas, carbonatadas y cuaternarias de permeabilidad baja.
	Formaciones carbonatadas de permeabilidad alta o muy alta.
	Formaciones carbonatadas y volcánicas de permeabilidad media.

Figura 43. Mapa hidrogeológico de Cazorla (Fuente: (Instituto geológico y minero de España, s.f.)

De acuerdo con el mapa anterior, la zona donde está proyectado la implantación de la central minihidráulica correspondería con "Formaciones detríticas, volcánicas, carbonatadas y cuaternarias de permeabilidad baja", lo que supondría una disminución del riesgo de contaminación del suelo, y de los acuíferos en el caso de que se produjera algún tipo de vertido durante las diferentes fases de obra, operación, desmantelamiento, etc.

Características geológicas de los acuíferos:

Los acuíferos de Cazorla se enmarcan dentro del dominio Prebético externo, constituido fundamentalmente por materiales sedimentarios marinos fuertemente deformados en época alpina, que representan la cobertera mesozoica deformada del borde suroriental del Macizo Hercínico, en transición gradual hacia el SE con el Prebético interno y al NO con al cobertera mesozoica tabular de la Meseta. Dominan por la extensión de sus afloramientos los materiales carbonatados de edad Jurásico inferior-medio estando por lo general ausentes los restantes términos jurásicos y cretácicos de la serie prebética.

Recursos de los acuíferos

Los recursos medios para el conjunto de acuíferos (5.01 y 5.02) pueden estimarse, al menos, en unos 90-100 hm³/año, de los que unos 50 hm³/año corresponden a la Subunidad e Cazorla, y el resto a la de Beas. Las extracciones por bombeo son de escasa entidad y se pueden estimar en unos 3,5 hm³/año, destinadas abastecimiento urbano. Las más importantes se localizan en el sector suroriental de la Sierra de Cazorla.

Los aprovechamientos del agua subterránea son escasos en comparación con los enormes recursos, dada la baja densidad de población, y la pequeña proporción de superficie cultivada. Pueden estimarse en algo más de 1 hm³/año los usos agrícolas, si se excluyen las captaciones desde ríos o las descargas reguladas por embalses.

4.2.4 Suelo

4.2.4.1 Entorno Geológico

El entorno del Municipio de Cazorla, está representado por geología del Prebético de las Zonas Externas de la Cordillera Bética, formado por rocas sedimentarias que abarcan desde el inicio del Mesozoico, hace unos 250 millones de años, hasta el Neógeno.

La Zona Prebética es la más septentrional de la Cordillera Bética. Su mayor desarrollo lo alcanza al Este, entre Jaén y Alicante y en las Islas Baleares. En Andalucía contacta por el Oeste y Suroeste con los materiales de la Depresión del Guadalquivir, por el Norte con los materiales triásicos tabulares de la Meseta, por el Este con el Subbético (cabalgante) y por el Sur con la Depresión de Huéscar y Baza.



Figura 44. Mapa entorno geológico Andalucía (Fuente: Elaboración propia)

4.2.4.2 Distribución de Pendientes en Cazorla

El relieve de Cazorla puede clasificarse en dos zonas, la oriental y la occidental. Su distribución de pendientes se muestra en la figura, y queda repartida de la siguiente manera:

Pendientes	Superficie (ha)
Inferior al 3%	2181
Entre 3-7 %	1026
Entre 7-15%	7736
Entre 15-30%	1837
Entre 30-45%	2225
Superior al 45%	15510



Figura 45. Mapa hidrogeológico de Cazorla (Fuente: Elaboración propia)

El mayor porcentaje corresponde a terrenos con pendientes superiores al 45%, lo que significa que cambiar el uso actual que ocupa dicha superficie (reserva natural), supondría un enorme riesgo de erosión del mismo.

El proyecto se situaría en una zona con pendientes acentuadas, esto podría suponer un factor a favor ya que, aunque prácticamente casi todos los tramos de tuberías ya construidas son aprovechables, los nuevos tramos podrían aprovechar la pendiente natural existente sin necesidad de recurrir a importantes operaciones de desmontes y terraplenes para su funcionamiento.

Esto supondría que la tubería fuera visible, sin embargo, se recurriría a su integración paisajística para paliar el posible impacto visual.

4.2.4.3 Clasificación del suelo según su uso

Barbecho y otras tierras	1721
Cultivos herbáceos	1429
Cultivos leñosos	8460
Prados naturales	0
Pastizales	5663
Monte maderable	12209
Monte abierto	0
Monte leñoso	439
Erial a pastos	128
Espartizales	0
Terreno improductivo	110
Superficie no agrícola	262
Ríos y lagos	116

Tabla 64. Características de las masas de agua subterráneas (Fuente: Elaboración propia)

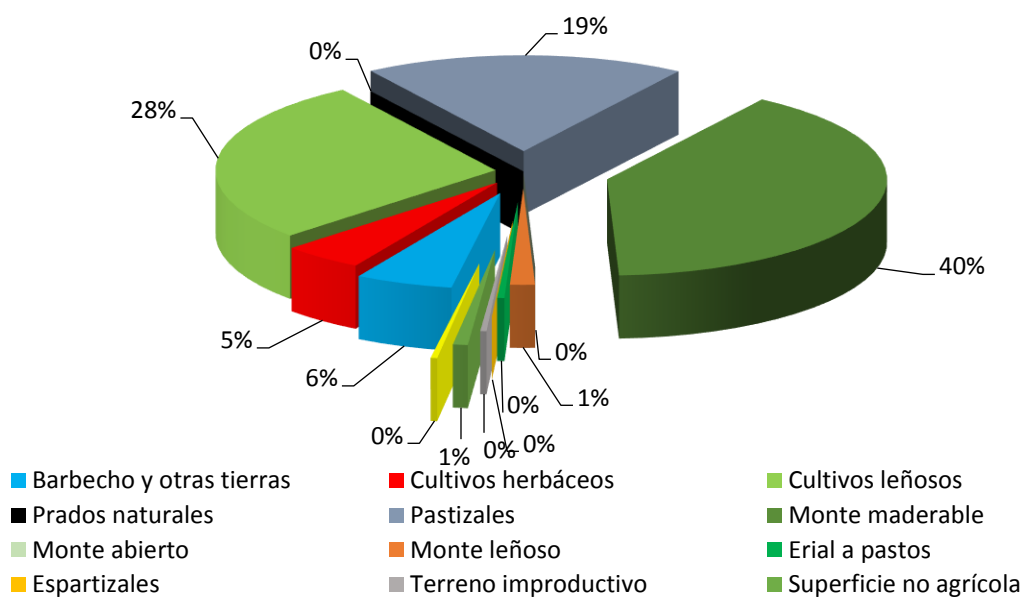
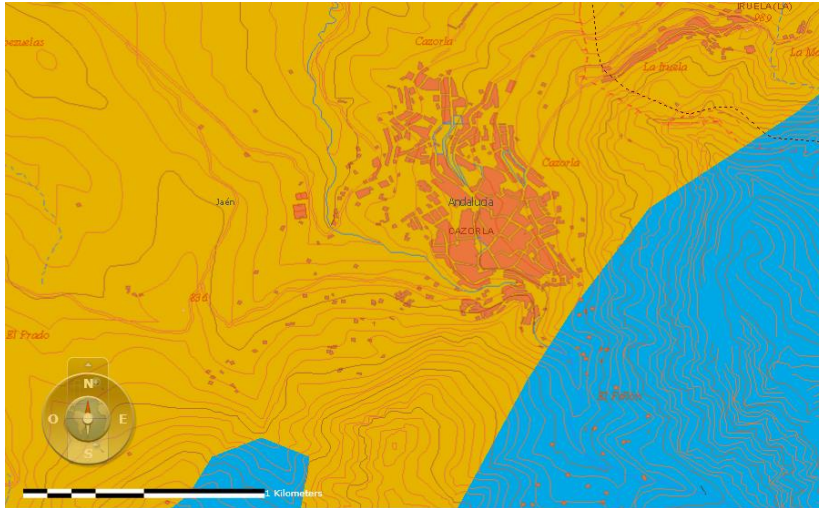


Gráfico 12. Clasificación del suelo según su uso (Fuente: Elaboración propia)

La evolución del uso del suelo en la última década no ha sufrido cambios notables. Tanto la superficie dedicada a monte leñoso, como pastizales, con casi un 60 % del total, no han variado en porcentaje. Se ha incrementado en un 2%, del 26 al 28%, la superficie dedicada a cultivos leñosos, representado en su mayoría por olivar.

En el porcentaje restante, (aproximadamente el 10%), se ha producido un descenso en el monte leñoso, del cambio de zonas de Erial a Pastos y los cultivos herbáceos, por contra se ha incrementado el porcentaje de tierras en barbecho.



Leyenda del Mapa Litológico

	Dolomías, calizas y margas. Areniscas
	Areniscas, conglomerados, arcillas; calizas y evaporitas

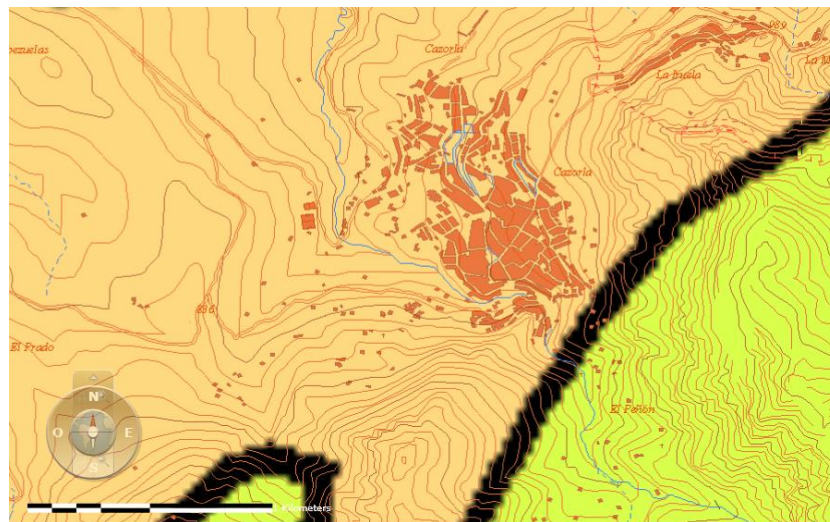


Figura 46. Mapa geológico de Cazorla (Fuente: (Instituto geológico y minero de España, s.f.)

Leyenda del Mapa Geológico

<p>Litologías específica</p> <p>Eon-Era/</p> <p>Subera/Sistema</p>	<p>Conglomerados; calizas y margas. Margas con olistostromas de origen diverso</p> <p>Cenozoico / Terciario / Neógeno</p>
---	---

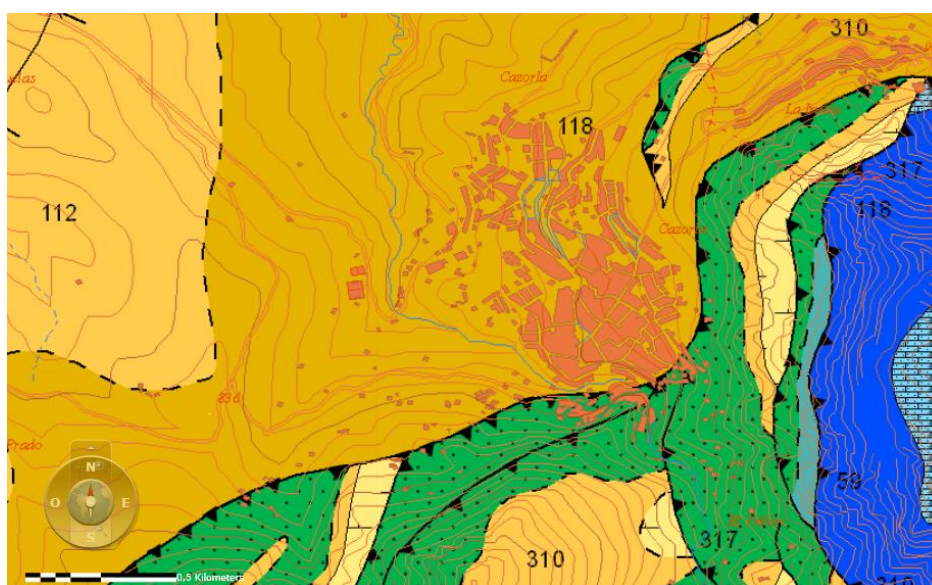
Litologías específica**Eon-Era/****Subera/Sistema**

Calizas y margocalizas. Margas arcillosas turbidífticas. Calizas arenosas, areniscas, arenas y margas.

Mesozoico/ - / Cretácico

De acuerdo con la leyenda del IGME, las formaciones de "Conglomerados; calizas y margas. Margas con olistostromas de origen diverso" (naranja), pertenecerían a la época del Mioceno; es decir, su edad geológica data de entre 15 y 10 millones de años, aproximadamente.

Las formaciones de "Calizas y margocalizas. Margas arcillosas turbidífticas. Calizas arenosas, areniscas, arenas y marga (verde)", datan de la Era Mesozoica, y más concretamente del sistema Cretácico inferior, lo que data dichos materiales de edades entre 140 y 97 millones de años.

**Leyenda del Mapa Geológico Continuo**

	Margas blancas con areniscas. Cuenca.
	Margas azules y blancas. Cuenca.
	Arenas blancas y arcillas versicolores.
	Dolomías, dolomías tableadas, brechas calcáreas, camiolas, y calizas tableadas.

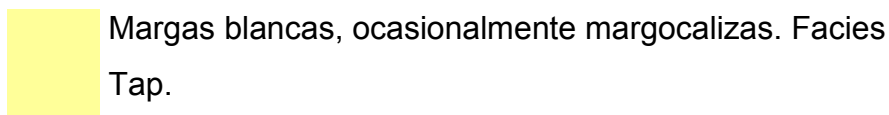


Figura 47. Mapa geológico continuo (Fuente: (Instituto geológico y minero de España, s.f.))

4.3 Medio biótico

En Cazorla, la disponibilidad de hábitats para la fauna animal se encuentra repartida entre terrenos de montaña, de muy alta calidad medioambiental y natural, repoblados de pinares y con una flora y fauna variada y abundante, que suponen las dos terceras partes del total, al este, y terrenos de cultivo, que suponen un tercio del total al oeste, ocupados por olivar y cultivos herbáceos.

De esta manera encontrarnos una riqueza faunística entre los olivares, que sustentan sus propias comunidades. El olivar cumple un importante papel ecológico como bosque ordenado y humanizado, en el que encuentran refugio principalmente aves, mamíferos y reptiles.

La distribución que se presenta ha de ser considerada siempre flexible, sin olvidar el carácter dinámico de la estructura espacial de estos organismos.

Las agrupaciones vegetales presentes en Cazorla varían dependiendo de las características físicas y climáticas del territorio donde se asientan. La altitud, la exposición de los terrenos, la naturaleza química de los suelos... son algunos de los factores que influyen en la cantidad y calidad de estas agrupaciones y es necesario tener un conocimiento básico de estas características para que ayuden a comprender el porqué de la flora y la vegetación de un territorio, y en este caso del municipio de Cazorla.

Destacamos varios factores clave. Por una parte las formaciones vegetales son muy diversas pues encontramos especies propias, ya que el área de estudio está a caballo entre diferentes regiones biogeográficas, lo que proporciona una gran variedad de ambientes en un reducido espacio.

Además, la orografía extraordinariamente abrupta, con laderas en diversas orientaciones, incrementan aún más la diversidad y los ambientes, pues las condiciones son netamente diferentes en zonas con muy poca distancia de separación. El hecho de que el área de estudio sea muy abrupta dificulta la explotación del terreno para usos humanos estando estos, por lo tanto, limitados a usos forestales.

4.3.1 Flora de Cazorla

Debido a la variabilidad de condiciones climáticas y hábitats generados, como consecuencia del relieve del municipio, Cazorla ofrece un amplio abanico en lo que a especies de flora se refiere; a modo de resumen se ha realizado la siguiente tabla donde se incluyen las especies más representativas.

Hay que tener en cuenta que, debido a su proximidad con el Parque Natural de Cazorla Segura y las Villas, dicho inventario está muy influenciado por la flora presente en el mismo. Esto deberá ser tenido en cuenta a la hora de abordar el proyecto de construcción de la minicentral hidráulica, pues la zona en la que se ha proyectado no se encuentra dentro del dicho Parque Natural, y en consecuencia no supone peligro alguno para aquellas especies que según la UICN estén bajo alguna situación de amenaza.

Flora del municipio de Cazorla		
<i>Acer negundo</i>	<i>Epipactis palustris</i>	<i>Pinus halepensis</i>
<i>Acer opalus</i> <i>subsp.</i> <i>Granatense</i>	<i>Epipactis</i>	<i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i>
<i>Aceras</i> <i>anthropophorum</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Pinus pinaster</i>
<i>Achillea odorata</i>	<i>Equisetum telmateia</i>	<i>Piptatherum miliaceum</i>
<i>Adiantum</i> <i>capillus-veneris</i>	<i>Erinacea anthyllis</i>	<i>Piptatherum paradoxum</i>
<i>Agrostis</i> <i>nebulosa</i>	<i>Erodium aethiopicum subsp.</i> <i>Pilosum</i>	<i>Pistorinia hispanica</i>
<i>Agrostis reuteri</i>	<i>Erodium cazorlanum</i>	<i>Plantago lanceolata</i>

<i>Allium baeticum</i>	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>Cicutarium</i>	<i>Pleurosorus hispanicus</i>
<i>Allium chrysonemum</i>	<i>Erodium laciniatum</i> subsp. <i>Laciniatum</i>	<i>Poa compressa</i>
<i>Allium moly</i>	<i>Eryngium campestre</i>	<i>Poa flaccidula</i>
<i>Allium neapolitanum</i>	<i>Erysimum cazorlense</i>	<i>Poa ligulata</i>
<i>Allium paniculatum</i> subsp. <i>Paniculatum</i>	<i>Erysimum mediodhispanicum</i>	<i>Polygala boissieri</i>
<i>Allium roseum</i>	<i>Erysimum myriophyllum</i>	<i>Polygonatum odoratum</i>
<i>Allium scorodoprasum</i> subsp. <i>Rotundum</i>	<i>Euonymus latifolius</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>
<i>Allium sphaerocephalon</i> subsp. <i>Sphaerocephalon</i>	<i>Festuca hystrix</i>	<i>Polystichum aculeatum</i>
<i>Allium sphaerocephalon</i>	<i>Festuca plicata</i>	<i>Polystichum aculeatum</i>
<i>Allium triquetrum</i>	<i>Festuca reverchonii</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Alyssum alyssoides</i>	<i>Festuca triflora</i>	<i>Potentilla reptans</i>
<i>Alyssum montanum</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Potentilla reuteri</i>
<i>Alyssum serpyllifolium</i>	<i>Fragaria vesca</i>	<i>Primula acaulis</i> subsp. <i>acaulis</i>
<i>Amelanchier ovalis</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Prunus mahaleb</i>
<i>Anacyclus clavatus</i>	<i>Fumana baetica</i>	<i>Pteridium aquilinum</i> subsp. <i>Aquilinum</i>

<i>Anagallis tenella</i>	<i>Fumana ericoides</i>	<i>Pterocephalus spathulatus</i>
<i>Anarrhinum laxiflorum</i>	<i>Fumana paradoxa</i>	<i>Quercus faginea</i>
<i>Anchusa azurea</i>	<i>Fumana scoparia</i>	<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>
<i>Anchusa undulata subsp. Undulata</i>	<i>Galium erythrorrhizon</i>	<i>Ranunculus lateriflorus</i>
<i>Anthemis tuberculata</i>	<i>Galium fruticoscens</i>	<i>Ranunculus malessanus</i>

<i>Anthyllis ramburii</i>	<i>Galium lucidum</i>	<i>Ranunculus trichophyllus subsp. Trichophyllus</i>
<i>Anthyllis vulneraria subsp. gandogeri</i>	<i>Galium spurium</i>	<i>Ranunculus trichophyllus</i>
<i>Aquilegia pyrenaica subsp. cazorlensis</i>	<i>Galium verum</i>	<i>Reseda paui</i>
<i>Arabis nova subsp. Nova</i>	<i>Genista cinérea</i>	<i>Ruta angustifolia</i>
<i>Arabis planisiliqua</i>	<i>Genista longipes</i>	<i>Ruta montana</i>
<i>Arabis turrita</i>	<i>Genista pseudopilosa</i>	<i>Salix atrocinerea</i>
<i>Arabis verna</i>	<i>Geranium cataractarum</i>	<i>Salix purpurea</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Geranium malviflorum</i>	<i>Salvia argentea</i>
<i>Arenaria armerina subsp. Armerina</i>	<i>Geranium pyrenaicum</i>	<i>Salvia lavandulifolia subsp. blancoana</i>
<i>Arenaria armerina</i>	<i>Geum sylvaticum</i>	<i>Salvia phlomoides subsp. phlomoides</i>
<i>Arenaria grandiflora</i>	<i>Globularia alypum</i>	<i>Salvia phlomoides</i>

<i>subsp. grandiflora</i>		
<i>Arenaria modesta subsp. Tenuis</i>	<i>Globularia spinosa</i>	<i>Salvia verbenaca</i>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Globularia vulgaris</i>	<i>Santolina chamaecyparissus subsp. tomentosa</i>
<i>Arenaria tetraquetra subsp. Murcica</i>	<i>Guillonea scabra</i>	<i>Santolina rosmarinifolia</i>
<i>Armeria bourgaei subsp. lanceobracteata</i>	<i>Gymnadenia conopsea</i>	<i>Saponaria ocymoides</i>
<i>Armeria villosa subsp. Longiaristata</i>	<i>Helianthemum apenninum subsp. stoechadifolium</i>	<i>Sarcocapnos baetica subsp. Baetica</i>
<i>Asphodelus ramosus</i>	<i>Helianthemum cinereum subsp. guadiccianum</i>	<i>Sarcocapnos baetica subsp. Integrifolia</i>
<i>Asplenium azomanes</i>	<i>Helianthemum cinereum subsp. rotundifolium</i>	<i>Sarcocapnos crassifolia subsp. Speciosa</i>
<i>Asplenium petrarchae subsp. petrarchae</i>	<i>Helictotrichon filifolium</i>	<i>Sarcocapnos enneaphylla</i>
<i>Asplenium seelosii subsp. Glabrum</i>	<i>Helleborus foetidus</i>	<i>Satureja alpina subsp. meridionalis</i>
<i>Asplenium trichomanes subsp. Quadrivalens</i>	<i>Hepatica nobilis</i>	<i>Satureja nepeta</i>

<i>Astragalus incanus subsp. Nummularioides</i>	<i>Herniaria glabra</i>	<i>Satureja vulgaris subsp. arundana</i>
<i>Astragalus nevadensis subsp. nevadensis</i>	<i>Hieracium castellanum</i>	<i>Saxifraga camposii subsp. Leptophylla</i>
<i>Atropa baetica</i>	<i>Himantoglossum hircinum</i>	<i>Saxifraga fragilis subsp. paniculata</i>
<i>Berberis vulgaris subsp. Australis</i>	<i>Hormathophylla reverchonii</i>	<i>Saxifraga rigoi</i>
<i>Biscutella sempervirens</i>	<i>Hormathophylla spinosa</i>	<i>Scabiosa turolensis subsp. Turolensis</i>

<i>Biscutella valentina var. Variegata</i>	<i>Hornungia petraea subsp. Petraea</i>	<i>Scandix australis subsp. australis</i>
<i>Bituminaria bituminosa</i>	<i>Hyacinthoides hispanica</i>	<i>Scandix stellata</i>
<i>Bupleurum lancifolium</i>	<i>Hypericum hyssopifolium</i>	<i>Schoenus nigricans</i>
<i>Bupleurum praealtum</i>	<i>Hypericum perforatum subsp. angustifolium</i>	<i>Scilla reverchonii</i>
<i>Bupleurum rigidum subsp. paniculatum</i>	<i>Ilex aquifolium</i>	<i>Scorzonera albicans var. albicans</i>
<i>Bupleurum rigidum subsp. Rigidum</i>	<i>Iris planifolia</i>	<i>Scorzonera albicans var. macrocarpa</i>
<i>Bupleurum semicompositum</i>	<i>Iris serótina</i>	<i>Scorzonera albicans</i>

<i>Campanula rotundifolia</i> <i>subsp. hispanica</i>	<i>Juglans regia</i>	<i>Scorzonera hispanica</i> var. <i>crispatula</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Juncus articulatus</i>	<i>Scorzonera hispanica</i> var. <i>hispanica</i>
<i>Carduus granatensis</i>	<i>Juniperus communis</i> <i>subsp. hemisphaerica</i>	<i>Scorzonera hispanica</i> var. <i>Pinnatifida</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Juniperus phoenicea</i> <i>subsp. phoenicea</i>	<i>Scorzonera laciniata</i> var. <i>subulata</i>
<i>Centaurea alpina</i>	<i>Juniperus thurifera</i>	<i>Scorzonera reverchonii</i>
<i>Centaurea boissieri</i> <i>subsp.</i> <i>Jaennensis</i>	<i>Lapsana communis</i> <i>subsp.</i> <i>communis Juniperus</i> <i>thurifera</i>	<i>Juniperus thurifera</i>
<i>Centaurea granatensis</i>	<i>Laserpitium nestleri</i> <i>subsp. nestleri</i>	<i>Secale cereale</i>
<i>Centaureum quadrifolium</i> <i>subsp.</i> <i>Linariifolium</i>	<i>Lavandula latifolia</i>	<i>Sedum album</i> <i>subsp. album</i>
<i>Centaureum tenuiflorum</i> <i>subsp.</i> <i>Acutiflorum</i>	<i>Lens nigricans</i>	<i>Sedum dasyphyllum</i> <i>subsp.</i> <i>Dasyphyllum</i>
<i>Cephalanthera damasonium</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Sedum forsterianum</i>
<i>Cephalanthera longifolia</i>	<i>Linaria aeruginea</i> <i>subsp.</i> <i>Aeruginea</i>	<i>Sedum gypsicola</i>
<i>Cephalanthera rubra</i>	<i>Lonicera arborea</i>	<i>Sedum mucizonia</i>
<i>Cerastium gibraltarium</i>	<i>Lonicera etrusca</i>	<i>Senecio adonidifolius</i>

<i>var.</i> <i>Lanuginosum</i>		
<i>Cerithe major</i> <i>subsp.</i> <i>gymnandra</i>	<i>Lonicera periclymenum</i> <i>subsp. hispanica</i>	<i>Senecio doria var. Incanescens</i>
<i>Cerithe major</i> <i>subsp. major</i>	<i>Lysimachia ephemerum</i>	<i>Senecio doria</i>
<i>Ceterach</i> <i>officinarum</i> <i>subsp.</i> <i>Officinarum</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i>	<i>Seseli montanum subsp.</i> <i>Granatense</i>
<i>Chaenorhinum</i> <i>macropodum</i> <i>subsp. Degenii</i>	<i>Lythrum borysthenticum</i>	<i>Sideritis endressii subsp.</i> <i>Laxespicata</i>
<i>Chamaemelum</i> <i>nobile Lythrum</i> <i>thymifolia</i>	<i>Marrubium supinum</i>	<i>Sideritis hirsuta</i>
<i>Chamaemelum</i> <i>nobile Lythrum</i> <i>thymifolia</i>	<i>Marrubium supinum</i>	<i>Sideritis hirsuta</i>
<i>Cheilanthes</i> <i>guanchica</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Sideritis laxespicata</i>
<i>Chenopodium</i> <i>murale</i>	<i>Medicago polymorpha</i>	<i>Silene legionensis</i>
<i>Chrozophora</i> <i>tinctoria</i>	<i>Medicago rigidula Silene</i>	<i>Silene mellifera var. mellifera</i>
<i>Cistus albidus</i> <i>psammitis</i> <i>subsp. lasiostyla</i>	<i>Medicago sativa subsp.</i> <i>Sativa</i>	<i>Silene saxifraga</i>
<i>Cistus</i> <i>monspeliensis</i>	<i>Minuartia hybrida subsp.</i> <i>Hybrida</i>	<i>Sinapis alba</i>

<i>Clematis vitalba</i>	<i>Minuartia híbrida</i>	<i>Sisymbrium austriacum subsp. hispanicum</i>
<i>Cleonia lusitanica</i>	<i>Moehringia intricata subsp. intricata</i>	<i>Smilax aspera</i>
<i>Clinopodium vulgare subsp. arundanum</i>	<i>Moricandia moricandioides</i>	<i>Smyrniium perfoliatum</i>
<i>Clypeola eriocarpa</i>	<i>Narcissus cuatrecasasii</i>	<i>Sorbus aria</i>
<i>Clypeola jonthlaspi subsp. Microcarpa</i>	<i>Narcissus hedraeanthus</i>	<i>Stipa bromoides</i>
<i>Colchicum triphyllum</i>	<i>Narcissus longispathus</i>	<i>Stipa offneri</i>
<i>Colutea breviaalata</i>	<i>Narcissus triandrus subsp. Pallidulus</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Conopodium arvense</i>	<i>Neotinea maculata</i>	<i>Tamarix africana</i>
<i>Conopodium pyrenaicum</i>	<i>Neottia nidus-avis</i>	<i>Tamarix gallica</i>
<i>Conopodium thalictrifolium</i>	<i>Nepeta hispanica</i>	<i>Telephium imperati subsp. Imperati</i>
<i>Convolvulus boissieri subsp. boissieri</i>	<i>Nepeta tuberosa subsp. Gienensis</i>	<i>Teucrium luteum subsp. Montanum</i>
<i>Convolvulus boissieri</i>	<i>Odontites longiflora</i>	<i>Teucrium luteum</i>
<i>Convolvulus lineatus</i>	<i>Ononis aragonensis</i>	<i>Teucrium rotundifolium subsp. Rotundifolium</i>
<i>Convolvulus tricolor subsp. meonanthus</i>	<i>Ononis fruticosa</i>	<i>Teucrium rotundifolium</i>

<i>Coris monspeliensis</i>	<i>Ononis pusilla subsp. Saxicola</i>	<i>Thapsia nítida</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Ononis pusilla</i>	<i>Thymus mastichina subsp. Mastichina</i>
<i>Crocus nevadensis</i>	<i>Ononis spinosa subsp. Australis</i>	<i>Thymus orospedanus</i>
<i>Crupina crupinastrum</i>	<i>Onopordum acaulon subsp. Acaulon</i>	<i>Thymus serpylloides subsp. Gadorensis</i>
<i>Crupina vulgaris</i>	<i>Onopordum macracanthum</i>	<i>Thymus zygis subsp. gracilis</i>
<i>Cuscuta epithymum subsp. kotschyi</i>	<i>Ophrys apifera</i>	<i>Thymus zygis</i>
<i>Cuscuta triumvirati</i>	<i>Ophrys fusca subsp. dyris</i>	<i>Torilis leptophylla</i>
<i>Cynoglossum creticum</i>	<i>Ophrys fusca</i>	<i>Trifolium repens var. nevadense</i>
<i>Cystopteris fragilis subsp. fragilis</i>	<i>Ophrys scolopax</i>	<i>Trifolium stellatum</i>
<i>Cytisus scoparius subsp. reverchonii</i>	<i>Ophrys sphegodes</i>	<i>Trifolium tomentosum</i>

<i>Cytisus scoparius subsp. reverchonii</i>	<i>Ophrys sphegodes</i>	<i>Trifolium tomentosum</i>
<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Ophrys tenthredinifera</i>	<i>Trigonella gladiata</i>
<i>Dactylorhiza elata</i>	<i>Orchis cazorlensis</i>	<i>Trisetum scabriusculum</i>

<i>Dactylorhiza insularis</i>	<i>Orchis collina</i>	<i>Tulipa sylvestris subsp. australis</i>
<i>Dactylorhiza maculata</i>	<i>Orchis coriophora</i>	<i>Ulex parviflorus subsp. parviflorus</i>
<i>Dactylorhiza sambucina</i>	<i>Orchis mascula</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Dactylorhiza</i>	<i>Orchis purpurea</i>	<i>Urginea maritima</i>
<i>Daphne gnidium</i>	<i>Orchis spitzelii</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Daphne laureola</i>	<i>Orlaya daucoides</i>	<i>Verbascum boerhavii</i>
<i>Daphne oleoides</i>	<i>Ornithogalum orthophyllum subsp. Aeticum</i>	<i>Verbascum hervieri</i>
<i>Delphinium emarginatum subsp. Nevadense</i>	<i>Orobanche gracilis</i>	<i>Verbascum rotundifolium subsp. haenseleri</i>
<i>Dianthus broteri</i>	<i>Orobanche ramosa subsp. Mutelii</i>	<i>Vicia lutea subsp. vestita</i>
<i>Dianthus pungens subsp. brachyanthus</i>	<i>Paeonia broteri</i>	<i>Vicia pseudocracca var. Pseudocracca</i>
<i>Dictamnus albus</i>	<i>Paeonia officinalis subsp. Microcarpa</i>	<i>Vicia pseudocracca</i>
<i>Dictamnus hispanicus</i>	<i>Paronychia argentea</i>	<i>Vicia villosa subsp. Pseudocracca</i>
<i>Digitalis obscura subsp. laciniata</i>	<i>Petrorhagia prolifera</i>	<i>Vicia villosa subsp. varia</i>
<i>Digitalis obscura subsp. obscura</i>	<i>Phyllitis scolopendrium subsp. scolopendrium</i>	<i>Viola cazorlensis</i>
<i>Dipcadi serotinum</i>	<i>Pimpinella villosa</i>	<i>Viscum album subsp. album</i>

<i>Diplotaxis erucoides subsp. erucoides</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Wangenheimia lima</i>
<i>Draba hispanica</i>	<i>Ribes alpinum</i>	<i>Ziziphora hispánica</i>
<i>Ecballium elaterium subsp. dioicum</i>	<i>Romulea bulbocodium</i>	
<i>Echinaria capitata</i>	<i>Rosa canina</i>	
<i>Echinopartum boissieri</i>	<i>Rosa pouzinii</i>	
<i>Echium boissieri</i>	<i>Rosa sícula</i>	
<i>Echium flavum</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	
<i>Echium parviflorum</i>	<i>Rubus caesius</i>	
<i>Ephedra fragilis subsp. fragilis</i>	<i>Rumex crispus</i>	
<i>Ephedra nebrodensis subsp. Nebrodensis</i>	<i>Rumex scutatus</i>	
Especies Endémicas de Cazorla		
<i>Betula pendula subsp. Fontqueri</i>	Endemismo subbético	
<i>Erodium cazorlanum</i>		
<i>Geranium cazorlense</i>		
<i>Solenanthus reverchonii</i>		
<i>Viola cazorlensis</i>		
<i>Gypsophila montserratii</i>		
<i>Hormathophylla baetica</i>		

<i>Pinguicula vallisnerifolia</i>	
-----------------------------------	--

Plantas de Cazorla incluidas en la lista Roja de la flora vascular Española	
Taxón	Categoría UICN
<i>Geranium cazorlense</i>	(CR)
<i>Viola cazorlensis</i>	(VU)
<i>Pinguicula vallisneriifolia</i>	(VU)

Estas especies deberían de ser consideradas con especial atención, a la hora de llevar a cabo el proyecto debido a su estado de conservación según la UICN. Su presencia en la zona de estudio llevaría consigo una serie de medidas protectoras, con el fin de no afectar su estado.

4.3.2 Fauna de Cazorla

La situación de la fauna de Cazorla, con respecto a la ejecución del proyecto, va de la mano con lo ocurrido con la flora, es decir, la escala a la que se ha realizado este apartado del inventario ambiental, por su cercanía con el Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas, hace que el inventario de la misma esté bastante afectado por la gran diversidad faunística presente en el mismo. De todas formas, cualquier alteración que sea previsible deberá ser evitada o corregida con el fin de afectar lo menos posible al hábitat afectado. Todo ello quedará plasmado en las medidas correctoras y protectoras y el Plan de Vigilancia Ambiental.

A continuación, se enumeran las especies de fauna presentes en el municipio de Cazorla.

Peces			
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Gobio gobio</i>	Gobio	<i>Oncorhynchus miikiss</i>	Trucha arco-iris
<i>Squalius pyrenaicus</i>	Cachuelo	<i>Micropterus salmoides</i>	Black-bass
<i>Squalius alburnoides</i>	Calandino	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa
<i>Salmo trutta</i>	Trucha común	<i>Chondrostoma wilkommii</i>	Boga de río
<i>Barbus sclateri</i>	Barbo gitano		

Debido al estado de las aguas y a la escasez de agua en algunos ríos y arroyos, muchos peces han desaparecido prácticamente de las aguas de la provincia. En Cazorla aparecen 9 especies destacables.

Los anfibios son los mejores bioindicadores del estado ecológico de los ecosistemas; las especies de anfibios presentes en el municipio de Cazorla son:

Anfibios			
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Pleurodeles waltl</i>	Gallipato	<i>Pelodytes ibericus</i>	Sapillo moteado ibérico
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra común	<i>Bufo bufo</i>	Sapo común, Escuerzo
<i>Alytes dickhilleni</i>	Sapo partero ibérico	<i>Bufo calamita</i>	Sapo corredor
<i>Discoglossus jeanneae</i>	Sapillo pintojo meridional	<i>Rana perezi</i>	Rana común

En Cazorla existe una gran variedad en cuanto a Reptiles se refiere. Se pueden citar las siguientes especies como las más abundantes y representativas:

Reptiles			
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Emis orbicularis</i>	Galápago europeo	<i>Psammodromus algirus</i>	Lagartija colilarga
<i>Mauremys leprosa</i>	Galápago leproso	<i>Psammodromus hispanicus</i>	Lagartija cenicienta
<i>Blanus cinereus</i>	Culebrilla ciega	<i>Coluber hippocrepis</i>	Culebra de herradura
<i>Chalcides bedriagal</i>	Eslizón ibérico	<i>Coronella girondica</i>	Culebra lisa meridional
<i>Chalcides striatus</i>	Eslizón tridáctilo ibérico	<i>Elaphe scalaris</i>	Culebra de escalera
<i>Hemidactylus turcicus</i>	Salamanquesa rosada	<i>Malpolon monspessulanus</i>	Culebra bastarda
<i>Tarentola mauritanica</i>	Salamanquesa común	<i>Macroprotodon cucullatus</i>	Culebra de cogulla
<i>Acanthodactylus eruthrurus</i>	Lagartija colirroja	<i>Natrix maura</i>	Culebra viperina
<i>Algyroides marchi</i>	Lagartija de Valverde	<i>Natrix natrix</i>	Culebra de collar
<i>Lacerta lepida</i>	Lagarto ocelado	<i>Vipera latasti</i>	Víbora hocicuda
<i>Podarcis hispánica</i>	Lagartija ibérica		

Mamíferos			
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Erinaceus europaeus</i>	Erizo europeo	<i>Meles meles</i>	Tejón

<i>Talpa occidentalis</i>	Topo ibérico	<i>Lutra lutra</i>	Nutria paleártica
<i>Musgaño de cabrera</i>	Neomys anomalus	<i>Genetta genetta</i>	Gineta
<i>Crocidura russula</i>	Musaraña gris	<i>Felis silvestris</i>	Gato montés europeo
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Murciélago pequeño se herradura	<i>Sus scrofa</i>	Jabalí
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murciélago ratonero forestal	<i>Cervus elaphus</i>	Ciervo rojo
<i>Myotis natterei</i>	Murciélago ratonero gris	<i>Dama dama</i>	Gamo
<i>Myotis emarginata</i>	Murciélago ratonero pardo	<i>Capreolus capreolus</i>	Corzo
<i>Myotis daubentonii</i>	Murciélago ratonero ribereño	<i>Capra pyrenaica</i>	Cabra montés
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Murciélago enano	<i>Ovis gmelini</i>	Muflón
<i>Pipistrellus mediterraneus</i>	Murciélago de Cabrera	<i>Sciurus vulgaris</i>	Ardilla roja
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Murciélago de borde claro	<i>Arvicola sapidus</i>	Rata de agua
<i>Hypsugo savii</i>	Murciélago montaño	<i>Microtus duodecimcostatus</i>	Topillo mediterráneo
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastela	<i>Microtus cabrerae</i>	Topillo de cabrera
<i>Plecotus austriacus</i>	Orejudo gris	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo

<i>Miniopterus schreibersii</i>	Murciélago de cueva	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra
<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro rojo	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata parda
<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja	<i>Mus domesticus</i>	Ratón casero
<i>Mustela putorius</i>	Turón	<i>Mus spretus</i>	Ratón moruno
<i>Martes foina</i>	Garduña	<i>Eliomys quercinus</i>	Lirón careto
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	<i>Lepus granatensis</i>	Liebre ibérica

En Cazorla se conservan rincones naturales de alto valor ecológico, en ellos las aves han encontrado lugares idóneos para reproducirse. En el Atlas de las Aves Reproductoras de España del Ministerio de Medio Ambiente, podemos encontrar un gran número de las mismas.

Puesto que la escala de estudio usada para la identificación de las aves ha sido de cuadrículas UTM de 50 x 50 km, la influencia de la gran diversidad presente en el Parque Natural de Cazorla Segura y las Villas se hace patente en dicho inventario.

Aves			
Nombre científico	Nombre común	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	Águila-azor perdicera
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zampullín común	<i>Erithacus rubecula</i>	Petirrojo
<i>Coracias garrulus</i>	Carraca europea	<i>Falco naumanni</i>	Cernícalo primilla
<i>Podiceps cristatus</i>	Somormujo lavanco	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo vulgar

<i>Ixobrychus minutus</i>	Avetorillo común	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón
<i>Jynx torquilla</i>	Torcecuello euroasiático	<i>Falco subbuteo</i>	Alcotán europeo
<i>Ardea purpurea</i>	Garza imperial	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Colirrojo real
<i>Picus viridis</i>	Pito real	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino
<i>Anas strepera</i>	Ánade friso	<i>Saxicola torquata</i>	Tarabilla común
<i>Dendrocopos major</i>	Pico picapinos	<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade azulón	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Collalba gris
<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandria	<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz común
<i>Anas clypeata</i>	Cuchara común	<i>Oenanthe hispanica</i>	Collalba rubia
<i>Calandrella brachydactyla</i>	Terrera común	<i>Rallus aquaticus</i>	Rascón europeo
<i>Netta Rufina</i>	Pato colorado	<i>Oenanthe leucura</i>	Collalba negra
<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común
<i>Aythya ferina</i>	Porrón europeo	<i>Monticola solitarius</i>	Roquero solitario
<i>Galerida theklae</i>	Cogujada montesina	<i>Porphyrio porphyrio</i>	Calamón común
<i>Oxyura leucocephala</i>	Malvasía Cabeciblanca	<i>Turdus merula</i>	Mirlo común
<i>Lullula arborea</i>	Totovía	<i>Fulica atra</i>	Focha común
<i>Milvus migrans</i>	Milano negro	<i>Turdus philomelos</i>	Zorzal común
<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común	<i>Tetrax tetrax</i>	Sisón común
<i>Milvus milvus</i>	Milano real	<i>Turdus viscivorus</i>	Zorzal charlo
<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador	<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñuela común

<i>Neophron percnopterus</i>	Alimoche común	<i>Cettia cetti</i>	Ruiseñor bastardo
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Avión roquero	<i>Recusvirostra avosetta</i>	Aboceta común
<i>Gyps fulvus</i>	Buitre leonado	<i>Cisticola juncidis</i>	Buitrón
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común
<i>Circaetus gallicus</i>	Culebrera europea	<i>Locustella luscinoides</i>	Buscarla unicolor
<i>Hirundo daurica</i>	Golondrina dáurica	<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico
<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero occidental	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Carricero común
<i>Delichon urbica</i>	Avión común	<i>Tringa totanus</i>	Archibebe común
<i>Circus pygargus</i>	Aguilucho cenizo	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Carricero tordal
<i>Anthus campestris</i>	Bisbita campestre	<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico

<i>Accipiter gentilis</i>	Azor común	<i>Hippolais pallida</i>	Zarcero pálido
<i>Motacilla cinérea</i>	Lavandera cascadeña	<i>Larus ridibundus</i>	Gaviota reidora
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilán común	<i>Hippolais polyglotta</i>	Zarcero común
<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca	<i>Pterocles orientalis</i>	Ganga ortega
<i>Buteo buteo</i>	Busardo ratonero	<i>Sylvia undata</i>	Curruca rabilarga
<i>Cinclus cinclus</i>	Mirlo acuático	<i>Columba livia</i>	Palolma bravía
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	<i>Sylvia conspicillata</i>	Curruca tomillera

<i>Troglodytes troglodytes</i>	Chochín	<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz
<i>Hirundo pennatus</i>	Aguililla calzada	<i>Sylvia cantillans</i>	Curruca carrasqueña
<i>Cercotrichas galactotes</i>	Alzacola	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca
<i>Sylvia melanocephala</i>	Curruca cabecinegra	<i>Corvus corax</i>	Cuervo
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco común	<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro
<i>Sylvia hortensis</i>	Curruca mirlona	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	<i>Petronia petronia</i>	Gorrión chillón
<i>Sylvia communis</i>	Curruca zarcera	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinzón vulgar
<i>Otus scops</i>	Autillo europeo	<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo
<i>Sylvia atricapilla</i>	Curruca capirota	<i>Serinus citrinella</i>	Verderón serrano
<i>Bubo bubo</i>	Búho real	<i>Carduelis chloris</i>	Verderón común
<i>Phylloscopus Bonelli</i>	Mosquitero papialbo	<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo europeo	<i>Carduelis cannabina</i>	Pardillo común
<i>Phylloscopus collybita</i>	Mosquitero común	<i>Loxia curvirostra</i>	Piquituerto común
<i>Strix aluco</i>	Cárabo común	<i>Emberiza cirlus</i>	Escribano soteño
<i>Phylloscopus ibericus</i>	Mosquitero ibérico	<i>Emberiza cia</i>	Escribano montesino
<i>Asio otus</i>	Búho chico	<i>Miliaria calandra</i>	Triguero
<i>Regulus ignicapilla</i>	Reyezuelo listado	<i>Ardea cinerea</i>	Garza real
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Chotacabras europeo	<i>Bubulcus obus</i>	Garcilla bueyera
<i>Muscicapa striata</i>	Papamoscas gris	<i>Cinclus cinclus</i>	Mirlo acuático

<i>Caprimulgus ruficollis</i>	Chotacabras cuellirrojo	<i>Clamator glandarius</i>	Críalo europeo
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mito	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta
<i>Apus apus</i>	Vencejo común	<i>Motacilla flava</i>	Lavandera boyera
<i>Parus cristatus</i>	Herrerillo capuchino	<i>Picus viridis</i>	Pito real
<i>Tachymarptis melba</i>	Vencejo real	<i>Rallus aquaticus</i>	Rascón común
<i>Parus ater</i>	Carbonero garrapinos	<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea
<i>Alcedo atthis</i>	Martín pescador común	<i>Lanius senator</i>	Alcaudón común
<i>Parus caeruleus</i>	Herrerillo común	<i>Garrulus glandarius</i>	Arrendajo
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco europeo	<i>Cyanopica cyana</i>	Rabilargo
<i>Parus major</i>	Carbonero común	<i>Pica pica</i>	Urrana
<i>Sitta europaea</i>	Trepador azulk	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	Chova piquirroja

Especies de Cazorla catalogadas en la lista UICN		
<i>Peces</i>		
Barbus sclateri	Barbo gitano	LR,nt
<i>Anfibios</i>		
Alytes dickhilleni	Sapo partero ibérico	VU
<i>Reptiles</i>		
Emis orbicularis	Galápago europeo	LR,nt
Algyroides marchi	Lagartija de Valverde	VU
<i>Aves</i>		
Oxyura leucocephala	Malvasía Cabeciblanca	EN

Falco naumanni	Cernícalo primilla	VU
Tetrax tetrax	Sisón común	LR,nt
Mamíferos		
Rhinolophus hipposideros	Murciélago pequeño se herradura	VU
Myotis bechsteinii	Murciélago ratonero forestal	VU
Myotis emarginata	Murciélago ratonero pardo	VU
Barbastella barbastellus	Barbastella	VU
Miniopterus schreibersii	Murciélago de cueva	LR,nt
Lutra lutra	Nutria paleártica	VU
Capra pirenaica	Cabra montés	LR,nt
Sciurus vulgaris	Ardilla roja	NT
Arvicola sapidus	Rata de agua	LR,nt
Microtus cabrerae	Topillo de cabrera	LRnt
Eliomys quercinus	Lirón careto	VU

Al igual que ocurre con las especies de flora, las especies de fauna listadas en la tabla anterior necesitan ser tratadas con especial atención si el proyecto llegara a ser llevado a la práctica; la diferencia con la flora es que la fauna abarca hábitats menos definidos y zonas más amplias al moverse de un lugar a otro, con lo que se deberán extremar las precauciones cuando esté desarrollándose el proyecto, considerando las épocas de apareamiento, cría, etc. más importantes, y evitando realizar el grueso del proyecto durante las misma.

4.4 Medio socio-cultural y socio-económico

La ciudad de Cazorla está situada a unos 825 m, en la vertiente occidental de la sierra que lleva su nombre.

Está cobijada en un abrupto arco montañoso que la protege por el este/sureste, enmarcan su emplazamiento el murallón de la Peña de los Halcones y el Cerro de Salvatierra, sobre los que se alza, más al fondo, el Gilillo (1.849 m).

A sus pies, regados por el Río Cerezuelo o Cazorla, aparecen hacia poniente los suaves cerros cubiertos de olivos que anuncian el valle del Guadalquivir y la Campiña. Su término tiene una extensión de 303,25 Km² y una población de 8.190 habitantes.

4.4.1 Población

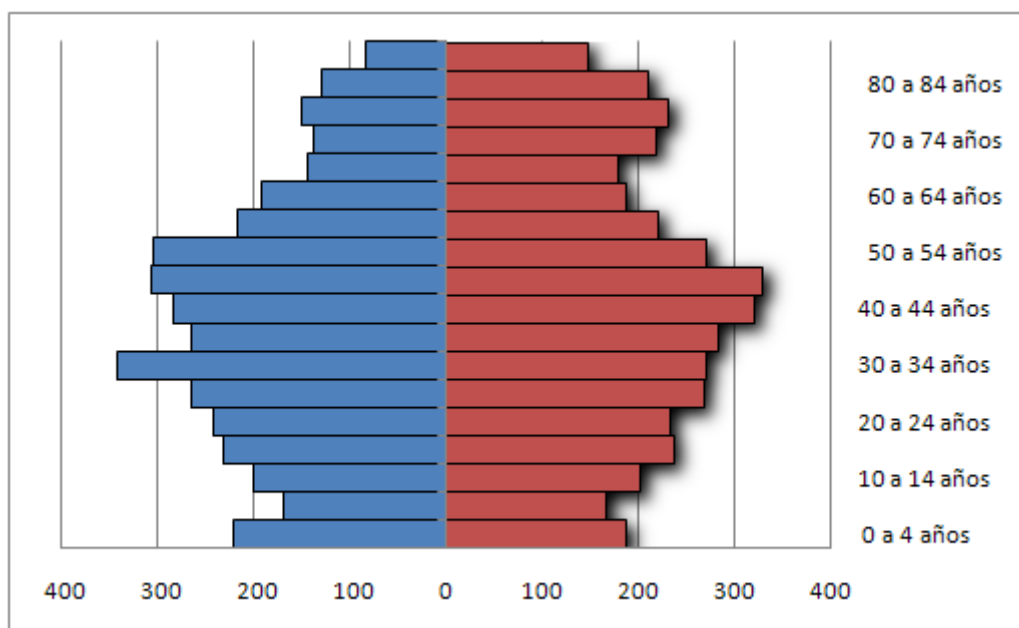


Gráfico 13. Pirámide de población de Cazorla ((Fuente: (SIMA , 2011))

Se puede observar que el grueso de la población corresponde al intervalo de población entre 20 y 50 años, indicativo del poco éxodo rural que se produce en el grueso de población activa.

La densidad de población es de aproximadamente 27 hab. /m², siendo más baja que la medio provincial, que es de 49 hab. /m². Dicha población queda repartida entre los núcleos de población habitados que configuran el municipio.

Respecto a la población inmigrante inscrita en el municipio de Cazorla, es necesario destacar su incremento en los últimos años, destacando la paridad en cuanto a su

origen, de manera que la representación de población procedente de otros países europeos, es similar a la procedente de África o América del Sur.

2011	Valor		Hombres		Mujeres	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%
Total	316	3,9	175	4,5	141	3,4
Europa	113	35,8	64	36,6	49	34,8
Reino Unido	24	7,6	11	6,3	13	9,2
Alemania	3	0,9	2	1,1	1	0,7
Francia	4	1,3	4	2,3	0	0
Rumanía	54	17,1	32	18,3	22	15,6
África	117	37	76	43,4	41	29,1
Marruecos	64	20,3	33	18,9	31	22
América	75	23,7	31	17,7	44	31,2
Colombia	5	1,6	1	0,6	4	2,8
Ecuador	8	2,5	4	2,3	4	2,8
Argentina	11	3,5	6	3,4	5	3,5
Asia	11	3,5	4	2,3	7	5

Tabla 65. Procedencia de la población inmigrante de Cazorla (Fuente: Elaboración propia)

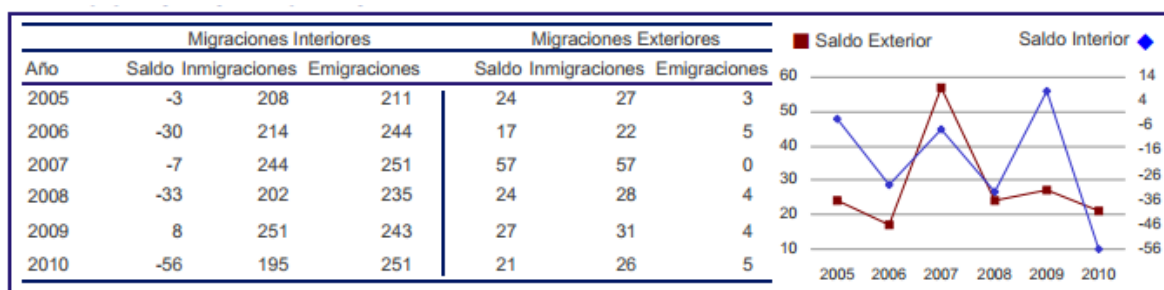


Tabla 66. Procedencia de la población inmigrante de Cazorla (Fuente: (Datos económicos y sociales de las unidades territoriales de España, 2011))

4.4.2 Calidad de Vida

La Calidad de vida de un municipio se deriva de los servicios disponibles en el mismo, siendo destacables equipamientos e infraestructuras presentes en el municipio; en Cazorla son remarcables la disponibilidad de:

Instalaciones deportivas: Piscinas, Pistas polideportivas, gimnasios, campos de fútbol, etc.

- **Centros culturales y de esparcimiento:** Colegios, Museos, Bibliotecas, Albergue juvenil, Auditorio, Casa de la Cultura, Teatro, Guadalinfo, Zonas Verdes etc.
- **Centros Sanitarios:** Centro de salud y consultorio médico.
- **Centros asistenciales:** Centro de Ocupación de Minusválidos Psíquicos, Oficina de la Mujer, Residencia de la Tercera Edad, Guardería, etc.

4.4.3 Niveles de Desempleo en Cazorla

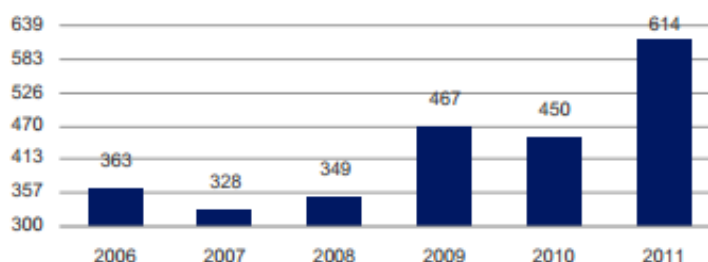


Gráfico 14. Datos de desempleo (Fuente: (Datos económicos y sociales de las unidades territoriales de España, 2011))

La grave crisis económica en la que se encuentra inmerso el país, no pasa desapercibida en el municipio de Cazorla; así pues, se puede observar el año 2008 como clave, pues el número de parados se incrementó en más de un 33%. En 2010 descendió levemente en un total de 17 parados, sin embargo, al año siguiente, en 2011, el número de parados sufrió otra gran crecimiento, pasando de 450 a 614 habitantes, con un incremento del 36% con respecto al año anterior y más de un 75% con respecto a 2008.

4.4.4 Economía

La economía de Cazorla ha girado históricamente en torno al sector agrario. La mayoría de la población ha encontrado su fuente de ingresos en la misma, en parte debido a la gran diversidad hidrológica, topográfica, edáfica y climática de la zona, permitiendo una gran variedad a la hora de aprovechar los recursos agrícolas, ganaderos y forestales.

Cazorla es un municipio de montaña, pues cerca de la mitad de su superficie está ocupada por monte; 12648 ha de las 30540 ha totales. La vocación silvopastoral de los montes ha conllevado la explotación de los recursos forestales, principalmente madera, generando empleo y riqueza en la actualidad.

4.4.4.1 Sector Primario

Agricultura

La superficie agraria útil es de unas 17273 ha, de las cuales, sólo 9898 ha se cultivaron en 2010, repartiendo su uso de la siguiente manera:

	Cultivos Herbáceos	Superficie (Ha)		Cultivos leñosos	Superficie (Ha)
	Total	1429			8460
Regadío	Cebada	54	Regadío	Olivar	1457
Secano	Trigo	729	Secano	Olivar	6973
	Otros cultivos	646		Otros cultivos	30

Tabla 67. Información de usos del suelo (Fuente: (SIMA , 2011))

Entre los otros cultivos herbáceos destacan la patata, la cebada, la remolacha, la alfalfa, el ajo, el haba, el tomate, etc. Y entre los otros cultivos leñosos: almendros y viñedos.

A modo de resumen se puede decir que olivo, cuya ocupación es del 81%, junto con los cereales, representan cerca del total de la superficie cultivada.

El segundo pilar que sustenta la economía de Cazorla es el sector Servicios; ello es debido a ubicación, junto al Parque Natural de Cazorla Segura y las Villas.

Ganadería

A continuación, se representa una gráfica que muestra el estado del sector ganadero en el municipio de Cazorla.

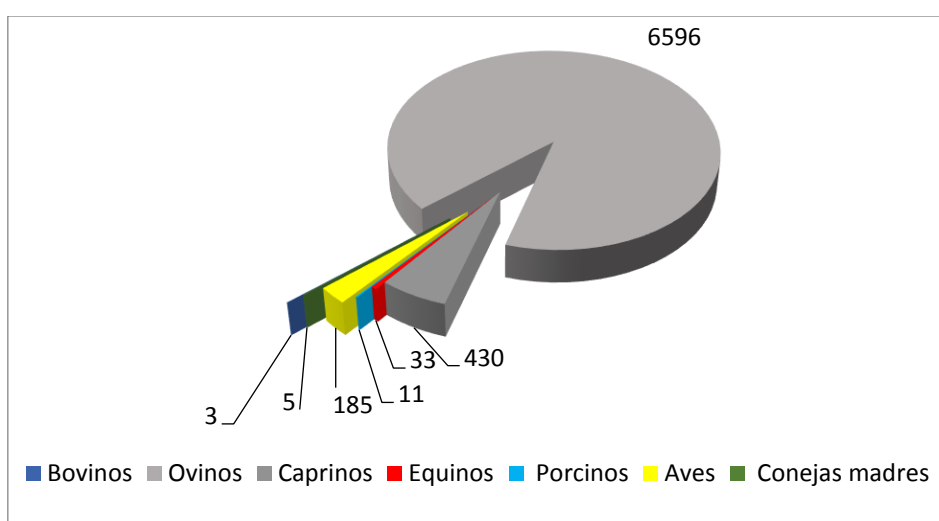


Gráfico 15. Datos sobre ganadería ((Fuente: (SIMA , 2011))

Como se observa en el gráfico anterior, el ganado ovino es el más representativo en el municipio, en los últimos diez años estudiados se ha producido un descenso del mismo en casi 1000 cabezas de ganado. Esta evolución se ha trasladado a todos los tipos de ganado, siendo el avícola el más afectado en número con un descenso en 10 años de casi un 90% y el porcino es que más ha bajado en porcentaje, casi un 97%. El ganado caprino se ha mantenido más o menos igual, y los ganados bovinos y de conejos han disminuido de manera no tan notable al no tener prácticamente representación.

4.4.4.2 Sector secundario

De las empresas que integran el parque empresarial de Cazorla, más del 90% son de reducidas dimensiones, menos de 5 trabajadores; los subsectores a los que se dedican son, entre otros, los siguientes:

- Industria de la alimentación: industrias cárnicas, Grasas y aceites, productos alimenticios, etc.
- Industria del cuero y del calzado.
- Industria de la Madera y corcho.
- Industria del Papel, edición, artes gráficas, reproducción.
- Industrias de productos minerales no metálicos.
- Metalurgia y fabricaciones productos metálicos.
- Industria de la construcción de maquinaria.
- Industrias manufactureras diversas.
- Industrias de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico.
- Energías, eléctrica, agua, gas.
- Construcción.

Existe un Polígono Industrial (P.I. Las Cabezuelas), situado en la Carretera de Quesada, para la ubicación de estas industrias; fue construido en 1999, con una superficie útil de 48106 m².

4.4.4.3 Sector Terciario

La gran importancia de este sector en el municipio de Cazorla queda reflejada en la gran oferta con la que cuenta en lo que a número de hoteles, pensiones, apartamentos, etc. posee.

Todo ello para satisfacer el gran número de turistas que visitan este municipio anualmente, ya sea para disfrutar de sus rutas, tanto a pie, en bici o en coche, visitar su patrimonio histórico-cultural, el Parque Natural de Cazorla Segura y Las Villas etc.

	Hoteles	Hoteles- Apartamento	Hostales y pensiones	plazas en Hoteles	plazas en Hoteles- apartamento	plazas en Hostales y pensiones
2010	13	1	5	537	160	94
2009	12	1	5	494	160	94
2005	11	1	6	452	160	108

	Apartamentos	Plazas en apartamentos totales	Nº plazas en Campamentos turísticos	Establecimientos turísticos rurales	plazas en establecimientos turísticos rurales
2010	41	189	568	10	56
2009	41	163	568	4	56
2005	25	89	568	1	15

Tabla 68. Evolución en el sector terciario en el municipio de Cazorla

Como se aprecia en las tablas resumen anteriores, en los últimos años se han incrementado las plazas de todos los servicios de alojamiento disponibles en Cazorla, a excepción de las plazas totales de Hostales y pensiones que ha visto disminuido su.

El entorno de Cazorla presenta las condiciones ideales para el desarrollo de un sinnúmero de actividades de ocio, y como lugar para visitar por turistas de todo tipo. Su diversidad en cuanto a relieve, clima, tipo de fauna y flora, ríos y zonas húmedas, etc. hacen del turismo en esta zona, uno de los pilares económicos más importantes, junto con la agricultura y la ganadería.

Es por ello que en Cazorla existe una amplia gama de empresas dedicadas al turismo rural, en su mayoría ofertando servicios de visitas guiadas, turismo rural, turismo activo y aventuras, excursiones en 4x4 a zonas restringidas del Parque Natural, rafting, piragüismo, descenso de barrancos, senderismo y trekking, rutas en BTT o a

caballo, tiro con arco, parapente, descenso de cañones, senderismo, rapel, tirolina, etc.



Figura 48. Actividades deportivas más llevadas a cabo en el municipio de Cazorla

4.5 Bienes protegidos

4.5.1 Patrimonio histórico-cultural

El municipio de Cazorla cuenta con un amplio catálogo de edificios, asentamientos, ruinas, fortalezas, etc., que da aún más valor al entorno que le rodea. Su patrimonio histórico-cultural data de diversas épocas y edades, quedando influencias de numerosas culturas, lo que le confiere un alto valor en lo que a patrimonio se refiere.

Entre las construcciones que forma parten de la historia de Cazorla se pueden citar los descritos a continuación:

Palacio de las Cadenas

El edificio consta en alzado de tres alturas bien remarcadas por un listón. El edificio es de un único cuerpo de planta rectangular con un patio interior de planta cuadrada que centra el conjunto. Se halla resguardado por un extenso jardín.



Figura 49. Palacio de las cadenas

Su construcción fue costeada por las arcas municipales para uso y disfrute de la poderosa familia de los Marqueses de Camarasa, se construyó fuera de los límites del casco urbano, segregando parte de la Alameda del Santo Cristo.

Sufrió sucesivos cambios de dominio hasta los primeros años del siglo XX, fecha en que pasó por venta a la familia Tamayo Ortega, que es actualmente su dueña.

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Fecha
Inscrito	BIC	Monumento	25/09/1978

Tabla 69. Datos monumento Palacio de las Cadenas

Fuente de Las Cadenas

La consta de tres cuerpos; un lienzo de sillares, un pasillo y un pilar abrevadero. Hay que fecharla a finales del Siglo XVI y dentro de la línea herreriana.

Castillo de la Yedra o Castillo de las Cuatro Esquinas

Tipologías	Actividades	P.Históricos/Etnias
Castillos	Defensa	Baja Edad Media
Asentamientos		Época romana

Tabla 70. Datos monumento Castillo de la Yeda



Figura 50. Castillo de la Yedra

Se conserva en pie una buena parte del mismo, y en él se pueden distinguir tres recintos sucesivos; alcaracejo, recinto y albacara.

Se pueden distinguir tres etapas constructivas:

- Primera: musulmana, probablemente del siglo XI o XII.

- Segunda: Correspondería a las obras de fortalecimiento emprendidas por los conquistadores cristianos en la segunda mitad del siglo XII.
- Tercera: entre 1357 y 1399. Modificó radicalmente el planteamiento del castillo. En la parte alta dispuso el alcazarejo con la torre del homenaje. Otros refuerzos serían los torreones de sillería adaptados a la alabacara.

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Fecha
Inscrito	BIC	Monumento	29/06/1985

Tabla 71. Datos monumento Castillo de la Yedra

Iglesia del Carmen

Tipologías	Actividades	P.Históricos	Cronología
Iglesias	Ceremonia cristiana	Edad Moderna	1563/1740

Tabla 72. Datos monumento Iglesia del Carmen

La traza de esta iglesia es obra de Blas Antonio Delgado (1653-1720) pero la fachada principal ya no es obra suya ya que se fecha alrededor de 1740.



Figura 51. Iglesia del Carmen

La planta es de cruz latina inscrita en un rectángulo.

Al exterior destacan la portada principal y la torre situada en el ángulo N.O con esbelto cuerpo de campanas y columnillas en los ángulos.

Centro Histórico de Cazorla

El Núcleo Urbano se encuentra dividido en dos por el Río Cazorla, que pasa entre el Conjunto Histórico (la Cazorla Medieval) y el resto del Casco Urbano. La Plaza de Santa María es el elemento de unión de ambas partes.

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Fecha
Inscrito	BIC	Conjunto histórico	01/08/1972

Tabla 73. Datos centro histórico

Ermita de San Miguel Arcángel

La ermita consta de dos cuerpos, uno rectangular con estribos que se corresponde con la nave de la iglesia y una torre de planta cuadrada y un solo cuerpo situada en el ángulo Noroeste.



Figura 52. Ermita de San Miguel Arcángel

La entrada a la ermita se hace por un arco de medio punto profundo. El interior está abandonado.

Ruinas de Santa María

Tipologías	Actividades	P.Históricos	Cronología
Iglesias	Ceremonia cristiana	Edad Moderna	1510/1575

Tabla 74. Datos Ermita de San Miguel Arcángel



Figura 53. Ruinas de Santa María

Es obra de Andrés de Vandelvira (1.500-1.575). Ha llegado hasta nosotros en forma de ruina. La iglesia es de una sola nave, con un crucero algo resaltado y un presbiterio poco formado.

Castillo de las Cinco Esquinas

El Castillo se ubica en un cerro, en una meseta rocosa cercana a la cumbre del mismo.



Figura 54. Ruinas de Santa María

La planta del recinto es rectangular. De los muros, se conserva en aceptable estado la mitad del que cerraba por el Este, está bastante destruido el lado Sur, y han desaparecido prácticamente los lienzos de muro Norte y Oeste. En el patio de armas corría otro muro que unía los lienzos Este y Oeste, dividiendo el espacio en dos patios. Se trata de una obra de la segunda mitad del siglo XIV. Es la época de Mohammed V, cuando los nazaríes conquistan Algeciras, Ronda y Gibraltar.

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Fecha
Inscrito	BIC	Monumento	29/06/1985

Tabla 75. Datos Castillo de las cinco esquinas

Cerro del Depósito

Tipologías	P.Históricos/Etnias
Asentamientos	Edad del Hierro II - Iberos
Asentamientos	Edad del bronce
Asentamientos	Edad del cobre
Asentamientos	Época romana

Tabla 76. Datos Cerro del Depósito

Cortijo de Cuadra

Tipologías	P.Históricos/Etnias
Villae	Edad del Hierro II – Iberos
	Época romana

Tabla 58. Datos Cortijo de Cuadra

Valdecuevas

Tipologías	P.Históricos/Etnias
Asentamientos	Edad del Hierro II - Iberos
Asentamientos	Edad del cobre
Asentamientos	Epipaleolítico
Asentamientos	Neolítico medio

Tabla 78. Datos Valdecuevas

Los Castellones

Tipologías	P.Históricos/Etnias
Poblados	Edad del Hierro II - Iberos
Poblados	Edad del bronce
Poblados	Neolítico

Tabla 79. Datos Los Castellones

Cabeza del Rey

Tipologías	P.Históricos/Etnias
Poblados	Edad del Hierro II - Iberos
Poblados	Edad del bronce

Tabla 80. Datos Cabeza del Rey

Otras edificaciones de importancia relevante son las citadas a continuación:

- Casa de las Siete Fuentes
- Casa de Estepa
- Castellon de Caviedes y de Torrecilla
- Cortijo de Pedro Lazcano
- Peralejos
- Las Salinas de Calderón
- Ermita de San Isicio
- Molino Harinero Emilio Fernandez Ramos
- Molino hidráulico con cubo, cao y bóveda.
- Molino harinero Juan Tíscar
- Molino Harinero Divina Concepción
- Fábrica de Harinas San Pascual
- Los Almiceranes
- El Molar
- Cortijo de Los Cucos

En principio, el Patrimonio del municipio de Cazorla no se va a ver afectado por la ejecución del proyecto descrito, puesto que todos los elementos descritos anteriormente, y que constituyen lo que es hoy día patrimonio histórico-cultural de Cazorla, se encuentran bastante alejados de la zona a intervenir, de manera que es muy poco probable que se produzcan daños al mismo, ya sea por emisiones de gases contaminantes, por accidentes, vertidos, o impacto visual.

4.5.2 Paisaje

La consideración del paisaje como un recurso a conservar y proteger está respaldada por una creciente preocupación social ante la acelerada degradación de los recursos paisajísticos, generada por pautas de desarrollo espacial escasamente respetuosas con el medio ambiente; esta preocupación se está plasmando en mayores demandas sociales en relación con los niveles de calidad de vida, es decir, a mayor calidad del paisaje se encuentra una mayor calidad de vida de los habitantes. Esta calidad de vida

es buscada activamente por los habitantes de las grandes ciudades, en las que la presión ambiental se hace muy fuerte. De ello se deriva que una parte de la población está dispuesta a pagar más por lugares de ocio situados en entornos favorecidos paisajísticamente.

Así, los territorios con una alta calidad paisajística pueden basar sus posibilidades futuras de desarrollo, en estos atractivos. En la política andaluza de turismo los paisajes de Andalucía están omnipresentes en las diversas manifestaciones de la promoción turística, ya que se trata de un recurso básico para el desarrollo de este sector económico.

4.5.2.1 Tipos de Paisaje en Cazorla

El municipio de Cazorla presenta las siguientes áreas paisajísticas principales:

Superficies forestales y naturales

La mitad del municipio es área de montaña, con frecuentes pinares de repoblación de *Pinus halepensis*, acompañados de vegetación arbustiva (romero, torvizco, enebro, etc.) En las zonas de mayor altitud aparecen pinares de pino negral (*Pinus pinaster*) también acompañados de matorral y de franjas de vegetación natural, como encinas, que enriquecen aún más el paisaje serrano.

Existen también zonas de paisaje más abrupto de macizos calcáreos, con pendientes de más de 1.500 metros, cubiertos de vegetación algo más escasa, adaptada a estas altitudes donde es más característica la aparición de matorral almohadillado.

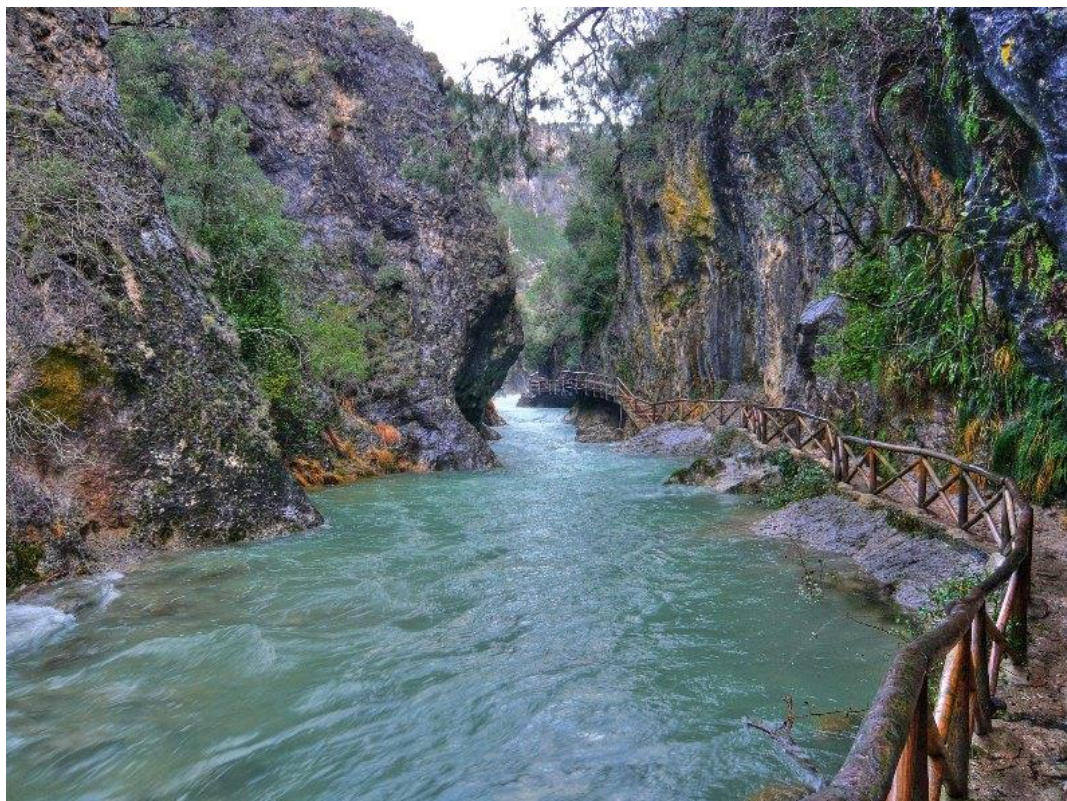


Figura 55. Detalle del paisaje de Cazorla

Superficie Agrícola

En el extremo oeste del término municipal, el relieve es más suave y alomado que en la parte oriental, en él se concentran las tierras labradas, ocupado en su mayoría por olivar de regadío y de secano. Este cultivo crea una cultura de suma importancia, tanto desde el punto de vista económico como social. El olivar es un ecosistema y, como tal, para su conservación se deben tener en cuenta todos los elementos que lo constituyen, suelo, agua, vegetación y paisaje. El olivar es un patrimonio paisajístico, productivo y cultural y sirve de soporte económico, de modo de vida y de seguridad alimenticia.



Figura 56. Detalle superficie agrícola en Cazorla

Son también representativas las áreas de cultivo de herbáceos (principalmente trigo), que se encuentran desprovistas de vegetación algunos meses del año. Igualmente, el mantenimiento de determinados elementos como setos, márgenes de vegetación, etc. que tradicionalmente han estado presentes en nuestros campos y que en la actualidad están desapareciendo, es vital para el enriquecimiento del paisaje, además de tener una gran importancia como refugio de flora y fauna ya que estos elementos actúan como corredores biológicos.

Superficies de agua

Corresponden a las aguas superficiales que atraviesan el término, siendo un elemento enriquecedor del resto de áreas paisajísticas más que un área en sí. Conlleva la aparición de vegetación típica de ribera que contribuye a acrecentar la diversidad paisajística, favoreciendo el establecimiento de un número de especies tanto de flora como de fauna.

Las áreas de ribera son uno de los sistemas más productivos del paisaje, teniendo una especial relevancia en el territorio, por tratarse de ecosistemas valiosos para los seres vivos, aunque la superficie total de la unidad es pequeña, tiene la particularidad

de estar distribuida en forma de red, con lo que su efecto o influencia sobre el resto de las unidades es muy destacable.



Figura 57. Detalle superficie de agua de Cazorla

Superficies urbanas

Formada principalmente por la localidad de Cazorla, al pie de la Peña de Los Halcones, está ubicada entre el cortado de la Sierra de Cazorla y el cerro del Castillo de La Yedra, en un entorno que conserva aún un paisaje típicamente rural, al igual que sus núcleos menores (Puente de la Cerrada, El Molar, Valdecazorla, Vadillo Castril, Los Broncos). Las localidades cuya estética se encuentra en armonía con el entorno, son elementos enriquecedores del paisaje, sin embargo, los bordes urbanos con edificaciones de baja calidad, las instalaciones industriales, la superposición incoherente de solares y edificaciones, empobrecen la imagen visual de la ciudad.

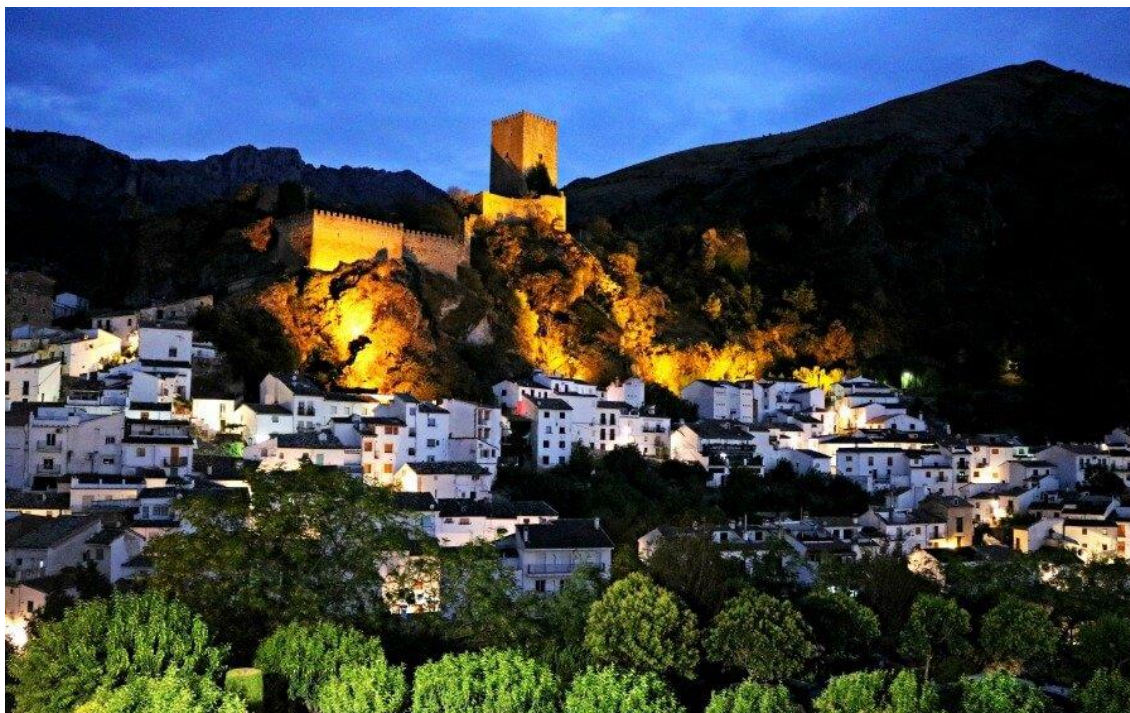


Figura 58. Detalle superficie urbana en Cazorla

4.6 Aspectos legislativos

Como legislación básica relativa a protección de espacios naturales y de conservación de la biodiversidad y, sin entrar en normativa específica sobre catalogación de especies florísticas o faunísticas protegidas, destaca la siguiente que atañe a la zona de estudio:

Legislación de ámbito comunitario (Unión Europea):

- Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva "Hábitats").
- Directiva de la Comisión 97/62/CE, de 27 de octubre de 1997, por la que se adapta al progreso científico y técnico la Directiva 92/43/CEE.
- Directiva 79/409/CEE de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres (Directiva "Aves").
- Directiva de la Comisión 49/97/CE, de 29 de julio de 1997, por la que se modifica la Directiva 79/409/CEE del Consejo.

Legislación de ámbito estatal:

- Ley 4/1989, de 27 de marzo de 1989, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres. Modificada por las leyes 40/1997 y 41/1997, de 5 de noviembre de 1997.
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre de 1995. Establece medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres. Está modificado por el Real Decreto 1193/1998, de 12 de junio de 1998. Ambos son la transposición al derecho estatal de la Directiva "Hábitats".

Legislación de ámbito autonómico:

- Decreto 199/1995, de 1 de agosto, por el que se modifica la composición, régimen jurídico y funciones de las Juntas Rectoras de los P.N. de las Sierras de Grazalema, Cazorla, Segura y las Villas, M. los Vélez, y Subbéticas y Cabo de Gata-Níjar.
- Decreto 11/1990, de 30 de enero, por el que se crean las Juntas Rectoras de los Parques Naturales declarados en la Ley 2/1989, de 18 de julio, se establece el régimen jurídico de las mismas y se fijan las líneas básicas de los PRUG para Parques Naturales.
- Decreto 340/1988, de 27 de diciembre por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Protección del Parque Natural de la Sierra de Grazalema.
- Orden de 23 de noviembre de 1998, por la que se aprueba el Reglamento tipo de Régimen Interior de las Juntas Rectoras de los Parques Naturales de Andalucía.

La Directiva "Hábitats" tiene por objetivo principal el mantenimiento de la biodiversidad. Esta norma comunitaria obliga a todos los Estados Miembros de la Unión Europea a entregar una Lista Nacional de Lugares que, en sucesivas fases, se transformará en la Lista de "Lugares de Interés Comunitario" (LIC) y después en "Zonas de Especial Conservación" (ZEC). Tales ZEC, junto con las Zonas de Especial

Protección para las Aves (ZEPA) de la Directiva "Aves", conformarán la Red Natura 2000.

La Lista Nacional de Lugares la proponen las Comunidades Autónomas en su ámbito territorial; el Ministerio de Medio Ambiente actúa como coordinador general del proceso y es responsable de su transmisión oficial a la Comisión Europea.

Así, la Red Natura 2000 será una red coherente de espacios protegidos a nivel comunitario que tendrán un tratamiento especial destinado a promover una política conservacionista que permita un desarrollo sostenible con ayudas económicas específicas.

En cuanto a las figuras de protección ambiental recogidas en la legislación del Estado Español, además de los Parques Nacionales –competencia del Estado- existen las siguientes, a considerar en la legislación autonómica y que serán de su competencia:

- Parque Natural
- Reserva Natural
- Monumento Natural
- Paisaje Protegido

4.6.1 Protección Ambiental

Según la "*Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía*", define que las instalaciones para la producción de energía hidroeléctrica van a estar sometidas a una Evaluación de Impacto Ambiental.

4.6.2 Espacios Naturales Protegidos

Por la "*Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, y se establecen medidas adicionales para su protección*". Existe un parque natural protegido, El Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas.

El Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas está situado al este y nordeste de la provincia de Jaén (España) y con 214.300 ha es el mayor espacio protegido de España y el segundo de Europa.



Figura 59. Mapa de espacios naturales protegidos de Cazorla

Estas sierras sirven de divisoria de aguas entre el Atlántico y el Mediterráneo, teniendo en ella su nacimiento dos de las corrientes más importantes de España y la Península: El río Guadalquivir, que tras recorrer unos 50 km dentro de estas sierras en dirección Norte gira hacia el Oeste; Hacia el Este transcurre el río Segura.



Figura 60. Localización del Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas

4.6.3 Protección de la Flora y Fauna silvestre

Se regula por la "Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres"

4.6.4 Vías Pecuarias

Véase la "Ley 3/1995, de 23 de Marzo, de Vías Pecuarias"

4.6.5 Terrenos Forestales

Todo lo relativo a terrenos forestales está regulado por la "Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía"

4.6.6 Contaminación Atmosférica

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera

4.6.7 Residuos

Los residuos vienen regulados por:

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Decreto 283/1995, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

4.6.8 Aguas

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

4.6.9 Prevención y Lucha de Incendios Forestales

Ley 5/1999, de 29 de junio, de Prevención y Lucha Contra los Incendios Forestales.

5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTO

5.1 Metodología

Una vez realizado el inventario ambiental (siempre teniendo en cuenta las acciones del proyecto susceptibles de causar posible impacto) hay que "listar" los elementos que pueden recibir el posible impacto.

Existen herramientas que ayudan a la identificación del impacto:

- Lista de chequeo
- Escenarios comparados
- Consulta a panel de expertos
- Matrices causa-efecto
- Grafo causa-efecto

Se ha usado las matrices causa-efecto, las cuales hay varios tipos pero la más usada en estos casos es la matriz de Leopold que permite identificar posibles acciones y posibles elementos del medio. Las matrices causa-efecto están especialmente recomendadas para identificar efectos-acciones sobre los elementos del medio.

5.2 Matriz de identificación de impactos

Esta técnica permite identificar los componentes de los factores ambientales que puedan ser influenciados o alterados debido a las acciones del proyecto. Esto se realiza por medio de dos tablas, la primera corresponde a los factores ambientales que pueden ser impactados por el proyecto y la segunda se refiere a las distintas etapas del proyecto que pueden presentar alguna interacción con el entorno. Es importante señalar que las actividades del proyecto y los factores ambientales identificados por esta técnica se emplearán para elaborar posteriormente la Matriz de Leopold.

5.2.1 Acciones del proyecto

Tras el exhaustivo análisis del proyecto que se va a realizar se extrae las acciones más importantes que se derivan del proyecto, divididas según el proyecto en:

- ❖ Preparación del sitio y Fase de Obra.
- ❖ Funcionamiento.
- ❖ Desmantelamiento.

5.2.2 Factores Ambientales del proyecto

A continuación, se exponen algunos factores ambientales afectados por la ejecución del proyecto:

- ❖ Atmósfera
- ❖ Geología y Geomorfología
- ❖ Hidrogeología
- ❖ Hidrología e Hidráulica
- ❖ Edafología
- ❖ Biogeografía
- ❖ Flora y Vegetación
- ❖ Fauna
- ❖ Paisaje
- ❖ Economía
- ❖ Industria e Infraestructuras

Finalmente, la matriz resultante de identificación de impactos es:

FACTOR AMBIENTAL		Preparación del sitio y Fase de Obra													Funcionamiento		Desmantelamiento						
		Preparación del terreno	Adecuación de las vías de	Movimientos de tierra,	Habilitación de zonas	Construcción de Obra Civil	Transporte de materiales,	Montaje de la central	Ocupación del suelo	Gestión de residuos	Elimina materiales, rehabilitar	Accidentes, derrames de HC,	Limpieza de lodos del canal	Saneamiento de la vegetación	Reparación de los	Renovación/construcción de	Presencia y funcionamiento	Generación de energía	Visitas y mantenimiento	Demolición de estructuras y	Desmontaje de los equipos	Limpieza y acondicionamiento	Recuperación de suelos y Re
ACCIÓN A REALIZAR																							
ATMÓSFERA	Ruidos y Vibraciones	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Cambio en la calidad del aire	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Cambios en el relieve	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Incremento de																						

	riesgos geológicos																					
	Afección a puntos de interés especial																					
HIDROGEOLOGÍA	Afección a aguas subterráneas																					
HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	Interrupción de la red de drenaje natural																					
	Alteración en el régimen																					

	erosión-sedimentación	/	/	/			/								/		/	/	/		
	Contaminación del suelo	/	/	/	/	/	/	/							/	/	/	/	/	/	
BIOGEOGRAFÍA	Interacción con las especies locales	/	/	/	/	/	/										/			/	
FLORA Y VEGETACIÓN	Eliminación de la vegetación																				
	Pérdida de hábitat	/																			
	Degradación de	/																			

	la vegetación	/																					
	Incremento de incendios	/																					
FAUNA	Alteración/disminución de los hábitats	/																					
	Afección sobre la fauna ligada al medio fluvial		/												/	/			/				
	Afección sobre la	/	/			/	/	/									/	/	/	/	/	/	/

	fauna terrestre		/	/			/	/	/									/	/	/	/	/
HÁBITAT NATURALES	Alteración de hábitats naturales																					
PAISAJE	Intrusión Visual	/	/			/	/								/			/	/	/	/	/
	Pérdidas de la Calidad							/														
	Mejora del empleo	/	/	/		/	/	/	/	/					/	/		/	/	/	/	/
POBLACIÓN	Molestias a la población																					
	Afección a las																					

5.3 Matriz de valoración cuantitativa de impactos

En la parte superior izquierda se califica de 1 a 10 la magnitud del posible impacto (1 la mínima y 10 la máxima alteración provocada en el factor) (con signo + o – según sea beneficioso o perjudicial) en la parte inferior derecha se califica de 1 a 10 la importancia del posible impacto, que representará el peso relativo que el factor considerado tiene dentro del proyecto o la posibilidad de que se presenten alteraciones (1 la mínima y 10 la máxima).

A continuación, se muestra el sumatorio de filas y de columnas, están señalados en oscuro los factores más perjudiciales. Las celdas señaladas en color azul claro, corresponden a los factores y acciones que son más beneficiosos.

Suma de filas: Fragilidad

Suma de columnas: Agresividad

A continuación, se muestra la matriz de Leopold Reducida Cuantitativa de Valoración de Impactos:

FACTOR AMBIENTAL		Fase de Obra y Adaptación del terreno										Fase de Operación		Fase de Desmantelamiento						
		Preparación del terreno	Adecuación de las vías de acceso	Movimientos de tierra, excavaciones, rellenos	Habilitación de zonas auxiliares	Construcción de Obra Civil	Transporte de materiales, maquinaria y equipos	Montaje de la central	Ocupación del suelo	Gestión de residuos	Elimina materiales, rehabilitar diseños y reafirmar superficies	Presencia y funcionamiento de la central hidroeléctrica	Generación de energía	Visitas y mantenimiento	Demolición de estructuras y Materiales	Desmontaje de los equipos complejos	Limpieza y acondicionamiento del terreno	Recuperación de suelos y Revegetación		
ACCIÓN A REALIZAR	Ruidos y Vibraciones	-2	-3	-3	-4	-3	-4	-3			-4	-6	-3	-2	-7	-4	-5	-3	-56	-87
	Cambio en la calidad del aire	5	3	3	2	2	3	3			8	1	1	1	4	1	6	7	50	
ATMÓSFERA	Cambio en la calidad del aire	-5	-6	-5			-8	-3							-4		-5	-3	-31	
		2	2	2			3	1					8	2	1	1	1	1	15	65

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Cambios en el relieve	-3 2	-2 1	-8 2	-2 2	-1 1			-6 1					-6 2		-4 4	4 4	-28 19	-28 19
	Afección a aguas subterráneas								-2 1					-2 1				-4 2	-8 2
HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	Alteración en el régimen de circulación de caudales										-8 5	-9 6			-2 2			-19 13	-41
	Alteraciones cuantitativas y cualitativas								-2 1						-3 1			-5 2	33

	Contaminación y alteración de la calidad	-1	-1		-3	-3			-5				-6		-4	6	-17		
		2	1		1	2			1				3		4	4	18		
EDAFOLÓGICA	Eliminación del suelo											-6	-5		-8	-5	6	-18	-57
											1	1		2		2	4	10	
	Cambios en la dinámica erosión-sedimentación		-1	-7	-5				-7				-7	-5	6		7	-19	
			1	3	2				2				4	1	5		3	21	64
	Contaminación del suelo		-3	-5		-4	-5	-1	-7	8			-5	-1	-5	5	-4	7	-20
			3	2		2	4	2	3	3		1	1	2	2	3	5	33	
BIOGEOGRFÍA	Interacción con las	-8	-8	-5	-6	-8			-3					-7			-7	-52	-52
		4	2	3	3	3			2					3			4	24	24

	especies locales																		
FLORA Y VEGETACIÓN	Pérdida de hábitat	-4 2																-4 2	-16
	Degradación de la vegetación	-4 3																-4 3	
	Incremento de incendios		-8 2															-8 2	7
	Alteración / disminución de los hábitats		-4 2															-4 2	-57
FAUNA	Afección sobre la fauna									-8 6	-8 6			6 4				-22 16	46

	ligada al medio fluvial																			
	Afección sobre la fauna terrestre		-6 4	-5 3			-5 5	-3 2	-3 2				-2 1	-6 3	-4 2	-4 2	7 4	-31 28		
PAISAJE	Intrusión Visual	-5 2	-3 2			-3 2		-5 2				-7 2		-5 1	-4 1	-3 1	6 5	-29 18	-36	
	Pérdidas de la Calidad								-7 2									-7 2	20	
ECONOMIA	Mejora del empleo	8 4	8 3	7 3		9 3	7 5	6 2		6 3	8 3	3 3	5 1		6 2	6 2	5 2	8 3	92 39	78
	Pérdidas en la productivi	-7 1			-6 2										-3 1		6 2	6 3	-4 9	

	dad del suelo																		
	Cambio en el uso del suelo	-5	-4		-8	-6		-7	-8		6	-5	-1		-7		4	7	-34
	Incremento de los ingresos públicos	3	2		1	2		1	2		3	1	1		2		4	3	25
	Dinamización económica						6	6											12
	Mejora en el aprovechamiento energético						3	2											12
INDUSTRIA E INFRAESTRUCTURAS	Mejora en el aprovechamiento energético											8	8						16
												3	3						6
																			37
																			85

Optimizac ión en el uso de un recurso energétic o											8	8					16	
											2	3					5	12
Afección a infrastru cturas eléctricas											5	3					5	
											1	1			-3		1	
	-36	-37	-31	-34	-19	-9	-10	-48	12	10	-19	-3	-5	-70	-3	-19	49	-272
	30	28	21	13	17	23	15	16	7	14	29	33	3	26	21	31	50	
	-202										-27			-43				
	184										65			128				377

5.4 Matriz de valoración cualitativa de impactos

Con el fin de trasladar los resultados derivados de la metodología de Leopold a una serie de criterios fácilmente evaluables, establecidos por ley, se recurre a usar el siguiente convenio para analizar los diversos resultados.

Existe una gran diversidad en cuanto a la transformación de impactos; en este caso se ha optado por analizar los impactos descritos a continuación:

Signo

Carácter beneficioso o perjudicial de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

- Beneficioso "+".
- Perjudicial "-".

Intensidad (In)

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.

- Afección mínima "M" (1)
- Situaciones intermedias "I" (2-11)
- Destrucción total "T" (12)

Extensión (Ex)

Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto del entorno en que se manifiesta el efecto)

- Puntual: efecto muy localizado "Pt" (1)
- Parcial: "Pc" (2)
- Total: influencia generalizada "T" (8)

Momento (Mo)

Tiempo que transcurre, entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

- Inmediato: tiempo transcurrido nulo "I" (4)
- Corto plazo: inferior a un año "CP" (4)
- Medio Plazo: 1-5 años "MP" (2)
- Largo plazo: más de 5 años "LP" (1)

Persistencia (Pe)

Tiempo que permanece el efecto desde su aparición y a partir de la cual el factor afectado retorna a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

- Efecto fugaz: menos de un año "F" (1)
- Efecto temporal: entre 1 y 10 años "T" (2)
- Efecto permanente: superior a los 10 años "P" (4)

Recuperabilidad (Rv)

Posibilidad de reconstrucción total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de intervención humana.

- Recuperación total de forma inmediata "In" (1)
- Recuperación total a medio plazo "MP" (2)
- Irrecuperable "Irr" (4)

Certidumbre (Ce)

Grado de seguridad con el que se espera que se produzca el efecto.

- Improbable "I" (1)
- Probable "P" (2)
- Cierto "C" (3)

La importancia del impacto surge de la siguiente fórmula:

$$I = \pm (In + Ex + Mo + Pe + Rv + Ce)$$

Así pues, una vez calculadas todas las intersecciones correspondientes a cada matriz, puede obtenerse la importancia total de cada efecto, así como también la importancia del grado de afectación de cada factor analizado. Si bien esta valoración es numérica, se parte de la asignación cualitativa de un valor en el cálculo.

La valoración vendrá dada por el rango de valores que se obtendría si el impacto fuera máximo (valor de la suma = 35), o mínimo (valor de la suma=6). De esta forma las valoraciones cualitativas de los impactos ambientales quedarían así

Importancia del impacto	
Entre 6 y 13	COMPATIBLE
Entre 14 y 21	MODERADO
Entre 22 y 29	SEVERO
Entre 30 y 35	CRÍTICO

La matriz de Leopold Cualitativa de Valoración de cada uno de los impactos será:

		Medio Abiótico								Medio Biótico					Paisaje		Medio Socio-económico									
		Atmósfera		Geología y	Hidrogeolo	Hidráulica		Edafología		Biogeografía	Flora y Vegetación		Fauna			Paisaje	Población	Economía			Industria e	Infraestructuras				
		Ruidos y Vibraciones	Cambio en la	Cambios en el	Afección a aguas	Alteración en el	Contaminación y	Eliminación del	Cambios en la	Contaminación del	Interacción con las	Eliminación de la	Degradación de la	Alteración/disminuc	Afección sobre la	Afección sobre la	Intrusión visual	Pérdida de calidad	Mejora en el	Pérdida de	Cambio en el uso	Incrementos de	Dinamización	Mejora en el	Optimización en el	Afección a
Construcción	Preparación del terreno: Desbroce,	- InM,ExPt	- In	- InI, Ex							- In	- In				- In		+In M, Ex	- In	- InI, Ex						
	Adecuación de las vías de acceso	- InI,ExPc, MoIn,Pe	- InI, Ex	- InI, Ex			- InI, Ex		- InI, Ex	- InI, Ex	- In		- In		- InI, E	- In		+In M, Ex		- InI, Ex						

Movimientos de tierra, explanaciones, excavaciones	- InI,ExPt, MoIn,Pe F,RvIn,C eP	- In M, Ex Pt, Pt,	- InI, Ex Pt, Mo						- InI, Ex Pt, Mo	- InI, Ex Pt, Mo	- In M, Ex Pt,				- InI, Ex Pt, Mo	- In M, Ex Pt,		+In M, Ex Pt, Mo						
Habilitación de zonas auxiliares (parque de	- InM,ExPt, MoIn,Pe F,RvIn,C		- In M, Ex				- InI, Ex Pt,		- InI, Ex Pt,	- In M, Ex								- In M, Ex	- In M, Ex					
Construcción de Obra Civil	- InI,ExPt, MoIn,Pe		- InI, Ex				- InI, Ex		- In M, M,	- In M,					- InI, Ex		+In M, Ex	- In M,	- InI, Ex					
Transporte de materiales,	- InI,ExPt, MoLP,Pe	- In M,							- In M,						- InI, Ex		+In M, Ex					+In M, Ex		
Montaje de la central	- InI,ExPt, MoIn,Pe	- In M,							- In M,						- InI, Ex	- InI, Ex	+In M, Ex	- In M,	- InI, Ex			+In M, Ex		
Ocupación del suelo			- InI, Ex	- In M,			- InI, Ex		- InI, Ex	- InI, Ex	- In M,				- InI, Ex	- InI, Ex	- In M,		- InI, Ex					

	Gestión de residuos							+In I,E xP			+In M, Ex								+In M, Ex							
	Eliminación de materiales,	- InI,ExPt, MoCP,P																	+In M, Ex		+In I,E xPt					
Funcionamiento	Presencia y funcionamiento de la	- InM,ExPt ,MoIn,Pe				- InI, Ex			- InI, Ex		- InI, Ex				- InI, Ex		- InI, Ex		+In M, Ex		+In I,E xPt	+In I,E xPt		+In I,E xPt	+In I,E xPt	+In I,E xPt
	Generación de energía	- InM,ExPt ,MoIn,Pe	+In M, Ex			- InI, Ex			+In I,E xT,						- InI, Ex			+In M, Ex		+In I,E xPt	+In I,E xPt		+In I,E xPt	+In I,E xPt	+In I,E xPt	
	Visitas y mantenimiento	- InM,ExPt ,MoIn,Pe F,RvIn,C									+In M, Ex Pt,					+In n M, Ex										
Desmantelamiento	Demolición de estructuras y	- InI,ExPt, MoCP,P	- InI, Ex	- InI, Ex	- In M,			- InI, Ex	+In I,E xP	+In I,E xP	- InI, Ex	- In M,				- In M,		- InI, Ex		+In M, Ex	- InI, Ex	- InI, Ex				
	Desmontaje de los equipos	- InM,ExPt ,MoIn,Pe				+In I,E xPt	+In I,E xP			+In M, Ex	- In M,				+InI ,Ex Pt,	- In M,		- In M,		+In M, Ex						- In M,

Limpieza y acondicionamiento del	+InM,Ex	-	+In				+In	+In		-					+I		-	-	+In	+In	+In				
	Pt,Moln,PeF,Rvl	Inl,Ex	I,E	xP			M,Ex	M,Ex		InM,					nl,Ex		Inl,Ex	Inl,Ex	M,Ex	M,Ex	M,Ex				
Recuperación de suelos y	+InM,Ex	-	-				-	+In	+In	-	+In				+I		+In	+In	+In	+In	+In				
Revegetación	Pc,Moln,PeT,Rvl	InM,	Inl,Ex				Inl,Ex	I,E	M,Ex	InM,	M,Ex				nl,Ex		M,Ex	I,E	M,Ex	I,E	I,E				

La matriz final de transformar la metodología de Leopold, mediante los criterios anteriormente descritos, tras su valoración cuantitativa, y posterior calcificación de los valores, origina como resultado una matriz cualitativa de impactos, fácilmente analizable:

		Medio Abiótico							Medio Biótico					Paisaje		Medio Socio-económico									
		Atmósfera		Geología	Hidrogeol	Hidráulica		Edafología		Biogeogr	Flora y Vegetación	Fauna		Paisaje		Población	Economía		Industria	Infraestructuras					
		Ruidos y Cambio en la	Cambios en el	Afección a aguas	Alteración en el	Contaminación y	Eliminación del	Cambios en la	Contaminación del	Interacción con las	Eliminación de la	Degradación de la	Alteración/disminuc	Afección sobre la	Afección sobre la	Intrusión visual	Pérdida de calidad	Mejora en el	Pérdida de	Cambio en el uso	Incrementos de	Dinamización	Mejora en el	Optimización en el	Afección a
Construcción	Preparación del terreno: Desbroce, retirada de elementos que puedan afectar a la obra	C O	C O	MO						C O	C O				C O		M O	C O	M O						
	Adecuación de las vías de acceso	M O	M O	MO			M O	M O	MO	C O		CO		MO	C O		C O		M O						

Movimientos de tierra, explanaciones, excavaciones y rellenos para la construcción de la obra	M O	C O	MO					M O	MO	C O				MO	C O	C O							
Habilitación de zonas auxiliares (parque de maquinaria, almacén y acopio de materiales)	C O		CO				M O	M O		C O						CO	C O						
Construcción de Obra Civil	M O		SE				M O		MO	C O				M O	C O	MO	SE						
Transporte de materiales, maquinaria y equipos	M O	C O							CO					MO	C O						C O		

	Montaje de la central	M O	C O							CO				MO	M O		C O	CO	M O		C O				
	Ocupación del suelo			MO	C O			M O		M O	CO			MO	M O	C O			M O						
	Gestión de residuos					MO				C O							C O								
	Eliminación de materiales, rehabilitación de daños y restauración de superficie	M O															C O			M O					
Funcionamiento	Presencia y funcionamiento de la central Minihidráulica	M O			SE			MO		MO				MO		M O		C O		M O	CO		MO	MO	MO
	Generación de energía	C O	C O		SE			MO						MO				C O		M O	MO		MO	MO	MO
	Visitas y mantenimiento	C O								CO				CO											

Desmantelamiento	Demolición de estructuras y movimientos de tierras	M O	C O	MO	C O			M O	MO	M O	CO	C O				CO		M O		CO	M O	MO				
	Desmontaje de los equipos empleados	C O				MO	MO			C O	CO				MO	CO		C O		CO						MO
	Limpieza y acondicionamiento del terreno	C O	C O	MO					C O	CO		CO				MO		M O	M O	CO	C O	CO				
	Recuperación de suelos y Revegetación	C O	C O	CO					M O	MO	C O	CO	C O				MO		M O	M O	CO	M O	MO			

5.5 Descripción de impactos

A continuación, se ofrece una descripción más detallada del tipo de impacto que produce cada acción en cada una de las fases del proyecto, con el fin de servir en la toma de decisión a la hora de dar el visto bueno a la ejecución del mismo o no.

- **Atmósfera:** dicho factor ambiental va a verse afectado durante la mayoría de las acciones: preparación del terreno, adecuación de las vías de acceso, movimientos de tierra, explanaciones y rellenos, habilitación de zonas auxiliares, construcción de la obra civil, transporte de materiales y maquinaria necesarios, montaje de la central, eliminación de materiales, rehabilitación de daños y restauración de superficie, durante la presencia y funcionamiento de la minicentral, durante la visitas y mantenimientos, en la supuesta demolición de estructuras y movimientos de tierras necesarios durante la fase de desmantelamiento, el desmontaje de los equipos empleados y demás acciones para llevar a su estado original el terreno. Las afecciones van a clasificarse en ruidos y vibraciones y alteraciones de la calidad del aire.

- **Vibraciones y Sonidos:** Su afección al medio, aunque esté presente en la mayoría de las acciones, y debido a la escala del proyecto, no será muy importante pues será puntual durante las acciones de la fase de construcción, con tiempos de duración despreciables. Durante la fase de operación los ruidos serán reducidos al mínimo posible mediante la implementación de barreras sonoras (vegetación o propia construcción), materiales aislantes acústicamente, etc. Y durante la fase de desmantelamiento los ruidos más importantes serán los causados por la maquinaria y operarios necesarios; la duración será la mínima posible y se evitará actuar en épocas de cría o de reproducción. En la mayoría de las acciones se clasifica como **COMPATIBLE**, excepto durante la adecuación de las vías de acceso, movimientos de tierra, explanaciones y rellenos,

construcción de la Obra Civil, Transporte de materiales y maquinaria, montaje de la central, rehabilitación de daños, funcionamiento de la central y demolición de la estructuras, clasificado como **MODERADO**, puesto que, aunque el proyecto esté situado en la periferia del municipio, podría entrar en contacto con especies de la zona que esté instaladas allí o que frecuenta la zona.

- **Calidad del Aire:** el número de acciones que afectan a la calidad del aire son menos que las relativas a vibraciones y sonidos. No tendría repercusiones durante las visitas para el mantenimiento, durante la operación de la central o desmonte de los equipos usados, por ejemplo. Además, puesto que las obras a realizar son mínimas, debido a que el proyecto será una adaptación de una antigua central minihidráulica reconvertida a estación de tratamiento de aguas, el posible levantamiento de polvo y arena será mínimo, sólo se producirá en la construcción de las obras necesarias, esto es una pequeña caseta para contener la turbina.

- **Geología y Geomorfología:** las dimensiones de las obras a realizar no son apenas representativas, puesto que las tuberías necesarias para el funcionamiento de la estación están prácticamente construidas y el depósito que alimentará la turbina formaba parte de la instalación de la estación potabilizadora de agua; sólo sería necesario la construcción de dos pequeños tramos de tuberías, con el fin de crear un bypass para garantizar el abastecimiento de agua ante la posible aparición de un fallo en el sistema.

Dentro de este apartado se distingue los cambios de relieve que podría afectar al terreno.

- **Cambios en el relieve:** puesto que se aprovecharán las tuberías y obras ya construidas de la mejor manera posible y se aprovecharán los desniveles naturales, con el fin de no realizar

desmontes ni rellenos, los cambios de relieve necesarios serán los mínimos imprescindibles. El impacto que pueda tener cada actividad sobre el terreno de estudio, va a depender fundamentalmente del grado de aprovechamiento que se pueda hacer de cada estructura y construcción ya existente. Así pues, el impacto a la hora de adecuar la zona proyectada (adecuación del terreno), de la adecuación de las vías para llegar, o de los posibles cambios necesarios en el relieve podrían ser considerados como **MODERADOS**, dependiendo de la profundidad de las alteraciones. La acción de construir la Obra Civil se ha valorado como un impacto SEVERO, sin saber a ciencia cierta qué daños pueden ser provocados por el mismo, o cuanto volumen de relieve va a verse afectado; ello se debe a que se desconoce si se deberán realizar adaptaciones considerables en los tramos nuevos de tuberías o a la hora de situar la caseta para la turbina; de todas maneras dicho impacto será puntual y podría ser corregido mediante medidas apropiadas a tal efecto.

- **Hidrogeología:** atendiendo a los mapas anteriormente estudiados, se puede observar que la zona afectada por el proyecto, constituida por formaciones detríticas, volcánicas, carbonatadas y cuaternarias, presenta una permeabilidad baja; ello supone disminuir el riesgo de posible contaminación del suelo y de las aguas subterráneas de la zona.
 - **Afección a las aguas subterráneas:** dicho impacto ha sido clasificado como **COMPATIBLE**, en la medida de que los materiales presente en la zona no son propicios a propagar un posible vertido o fuga; este diagnóstico se completa con el hecho de que los productos capaces de producir posibles focos de contaminación en aguas subterráneas y suelos son muy limitados, contemplándose de manera rápida como único un posible vertido de combustible de alguna unidad de transporte, hecho poco probable. La acción más destacable que pueda provocar dicho impacto sería sobretodo aquella que implique un cambio en el

relieve, tal como desmontes o rellenos que alteren la estructura y composición del suelo.

- **Hidrología e hidráulica:** es el factor ambiental por excelencia en este proyecto, al tratarse de un proyecto de aprovechamiento energético procedente del recurso hidráulico.
 - **Alteración en el régimen de circulación de caudales:** el aprovechamiento del recurso hidráulico del río Cazorla, aguas arriba del municipio homónimo, hace que se produzca una interrupción de la red de drenaje en la zona, lo que podría desencadenar graves consecuencias para la flora y fauna, que podría ver afectado su hábitat natural por la captación de agua donde desarrollan su vida. Puesto que el caudal extraído va a ser escaso (apenas $30 \text{ m}^3/\text{s}$), unido al hecho de que el agua desviada del curso del río va a ser similar a la que era extraída cuando estaba en funcionamiento la planta potabilizadora, las posibles afecciones sufridas en un principio por la fauna y flora habrían sido creadas por dicha planta potabilizadora. Otro factor a favor del aprovechamiento energético de dicho recurso recae en el hecho de que el caudal del río en el tramo proyectado es posiblemente insuficiente para albergar vida alguna, por su escaso volumen y poca regularidad. De esta manera, la alteración producida a dicho factor ambiental por la Generación de energía eléctrica, ha sido considerada como SEVERA por lo importante que puede llegar a ser para la supervivencia de la flora y fauna presente allí, así como para la regulación natural de cauces y acuíferos.
 - **Contaminación y alteración de la Calidad /Alteraciones cuantitativas y cualitativas:** a la hora de incidir sobre este factor puede ser muy importante la gestión de residuos que se haga en la zona, cuya función sería evitar la afección cualitativa de dicho factor ambiental en el caso de que se produzca algún tipo de

vertido, para eliminarlo en el menor tiempo posible y con el menor impacto posible.

Sin duda la acción que llevaría consigo la restauración cuantitativa del recurso llegaría en la fase de desmantelamiento, suponiendo la regeneración del régimen natural del río; sin embargo, y debido a la poca experiencia que se tiene en cuanto a la operación de desmantelamiento en centrales minihidráulicas, no se podría calcular con exactitud el periodo en el que esta acción sería llevada a cabo; además durante dicha fase, deberían de extremarse las precauciones para no alterar la calidad del recurso hídrico. De esta manera el impacto se ha clasificado como **MODERADO**, no tanto por desconocimiento de lo que repercutirían sobre la calidad y cantidad del recurso, sino más bien por el hecho de que el recurso que va a ser extraído es muy pequeño.

- **Edafología:** este factor ambiental representa el medio sobre el que va a desarrollarse el proyecto, de ahí la importancia a la hora de conocer sus características. Puesto que los cambios en el suelo previstos son mínimos debido a que las obras necesarias son mínimas, (construcción del edificio para la turbina, y dos tramos de tuberías), no se espera producir un gran impacto sobre la edafología de la zona. El suelo donde están proyectados los cambios están clasificados como improductivos o tierras marginales, y su tipología pasa por Cambisoles cálcicos, Regosoles calcáreos y Litosoles con Rendsinas, con litología compuesta fundamentalmente de arcillas, margas y dolomías. Las características del mismo, denominado como poco permeable lo que será un punto a favor para el desarrollo del proyecto. Por otro lado la situación del mismo está muy cerca del Parque Natural de Cazorla Segura y las Villas, aunque no dentro del mismo, esto hace que en todas aquellas acciones que puedan tener repercusiones sobre el medio, haya que tener especial cuidado en su ejecución. Dicho factor, junto con la atmósfera va a ser el más afectado por el proyecto, aunque como ya se ha comentado, debido a las escasas dimensiones de las acciones a realizar, no tendrá grandes repercusiones sobre el medio.

- **Eliminación del suelo:** como se ha comentado anteriormente, los cambios en el suelo van a ser los mínimos imprescindibles, pues el proyecto contempla el aprovechamiento de todas las infraestructuras y construcciones ya disponibles de la minicentral hidráulica anterior. De esta manera, las eliminaciones del suelo serán puntuales en cualquier zona que haya que acondicionar, ya sea para allanar el terreno, o producir pequeñas excavaciones, etc., con el fin de adecuarlo a las obras. Por otro lado, y dependiendo de las condiciones en las que se encuentren los accesos, se deberán o no realizar acciones de acondicionamiento que pueden conllevar eliminaciones del terreno. De todas formas, durante la fase de obra y construcción, se prevé que esta eliminación del suelo no sea muy importante, y están previstas acciones de rehabilitación de daños y restauración de superficies una vez se terminen. Sabido esto, el impacto producido por el proyecto respecto a la eliminación del factor ambiental suelo ha sido clasificado como **MODERADO**.

- **Cambios en la dinámica erosión-sedimentación:** el hecho de tener que extraer algún volumen de tierra determinado conllevaría la alteración del relieve natural de la zona, pudiendo afectar a la dinámica de erosión-sedimentación de las laderas y pendientes de la zona, resultado de la alteración de la capa superficial del suelo y de la vegetación por la que estaba recubierta. Puesto que las tuberías están trazadas conforme a la pendiente del terreno, y las proyectadas serán trazadas con pendientes muy pequeñas, y siempre que sea posible siguiendo las curvas de nivel existentes, se prevé una mínima alteración del suelo que pueda generar impactos considerables en este factor. Respecto al resto de obras, los depósitos, ya construidos, no afectarán de manera alguna, mientras que la construcción de la caseta para la turbina es la acción que podría afectar más respecto a la erosión del suelo, pero debido a sus pequeñas dimensiones, el posible allanamiento que

habría que hacer sería de apenas escasos metros cuadrados, no teniendo graves repercusiones para la dinámica de erosión y sedimentación. Además se recurrirá a medidas de revegetación en las zonas circundantes si fuera necesario. El impacto sobre este factor de las distintas acciones quedaría clasificado como **MODERADO**, pudiendo pasar a **COMPLATIBLE** si se tuvieran en cuenta en la fase de desmantelamiento.

- **Contaminación del suelo:** dicho impacto siempre puede aparecer, y debe de ser tenido en cuenta, cuando en dichas acciones aparece la presencia de maquinaria y de materiales no habituales en las zonas naturales; sin embargo, considerando las pocas acciones que requiere el proyecto y el tipo de maquinaria que debería emplearse por la situación del mismo (pequeña maquinaria y escaso personal), la probabilidad de que se produzcan vertidos y otras afecciones es escasa. Así pues, se ha valorado como **MODERADO** y **COMPATIBLE**, dependiendo de la acción que se contemple. (ver matriz).

- **Biogeografía:** a pesar de la puntualidad del proyecto, en lo que a obra civil se refiere, se deberá hacer un estudio de campo para hacer revisiones periódicas del estado de las tuberías, cuyas medidas oscilan en torno al kilómetro de longitud. Es por ello que la influencia humana durante todo el proceso de construcción adaptación y funcionamiento, se extenderá más allá de la simple central, aumentando así la posibilidad de entrar en contacto con especies de fauna que circunden los alrededores, o que tengan establecida allí su hábitat. La fase de construcción quedará bien definida, teniendo en cuenta las épocas más críticas para las especies autóctonas en lo que a cría, migraciones o reproducción se refiere. La construcción se concentrará lo máximo posible y se reducirá al mínimo imprescindible.

- **Interacción con las especies locales:** como se ha comentado anteriormente, durante las diversas operaciones, es muy probable

que se entre en contacto con las especies de fauna presentes en la zona. A pesar de que el proyecto se encuentra entre la periferia del municipio y el Parque Natural, debido a la gran biodiversidad que presenta la zona es muy probable, por ello es necesario, en la medida de lo posible, interaccionar lo menor posible con dichas especies. Durante la mayoría de las acciones el impacto será **COMPATIBLE**, por situarse en una zona de transición con una zona muy rica en especies, y no en la zona específicamente. Otras acciones influirán más sobre las mismas, aunque suponiendo un impacto no mayor que **MODERADO**.

- **Flora y vegetación:** la flora circundante no va a verse afectada de manera tan importante como la fauna, pues en el caso de que sea necesario realizar alguna tarea que conlleve la retirada de la misma, ésta no será de grandes dimensiones. Hay que prestar especial atención a las especies catalogadas en la lista de la UICN, por estar bajo algún grado de amenaza, pues pueden suponer la diferencia entre un tipo de emplazamiento y otro para una determinada acción. Aún teniendo esto en cuenta, en caso de que se produjera daño alguno en alguna zona, a pesar de no estar ocupada por una especie contemplada en dicha lista, se contemplaría la opción de restauración de la zona una vez terminada la fase de obra.
 - **Pérdida de hábitat:** este impacto no tendrán una gran incidencia en lo que al desarrollo del proyecto respecta; de hecho se ha calificado como uno de los impactos con menos gravedad de todos los contemplados. Ello es debido a que, como ya se ha comentado anteriormente, las dimensiones y el lugar de desarrollo del proyecto no suponen una gran alteración del medio, en gran parte por el aprovechamiento que se va a hacer de las antiguas instalaciones. Por todo ello se ha clasificado el impacto como **COMPLATIBLE**.
 - **Degradación de la vegetación:** al igual que en el caso anterior, pero a una mayor escala, las posibles obras de relleno,

excavaciones, habilitación de zonas para el acopio de materiales o maquinaria, supondrá en mayor o menor medida una alteración de la zona que sea temporalmente ocupada. También se verá afectada la vegetación en el caso de que sea necesario adaptar los márgenes de carreteras o carriles o viales para llegar al lugar y transportar materiales. En el caso de que se produzca algún tipo de operación, se producirá la revegetación pertinente, a ser posible con las especies alteradas anteriormente, lo antes posible. Se califica como **COMPATIBLE** para todas las acciones que puedan afectar dicho factor ambiental.

- **Incremento de los incendios:** existe poca probabilidad de que se produzcan incendios durante alguna de las fases llevadas a cabo durante el proyecto. Sin embargo, no es imposible que llegue a producirse, puesto que habrá maquinaria con posibles productos inflamables presentes en la zona; también jugará un papel fundamental la climatología en lo que a humedad y temperaturas se refiere. El proyecto se llevará a cabo con todas las medidas de seguridad estimados para este tipo de obras, teniendo en cuenta que se está trabajando en una zona de una riqueza y biodiversidad inigualables. A pesar de calificarse como **COMPATIBLE-MODERADO**, habrá que tener especial cuidado, pues si se desencadenara un incendio en dicha zona podría desencadenar graves daños irreparables.

- **Fauna:**

- **Afección sobre la fauna ligada al medio fluvial:** el aprovechamiento energético de parte del caudal de río Cazorla, dependiendo del volumen usado para su transformación energética respecto al total del río, podría o no tener graves repercusiones sobre la fauna del río. Si se produjera un turbinado del total del cauce del río podría producirse situaciones de estrés para especies

que dependa directa o indirectamente del mismo para vivir, por lo que sería un impacto inaceptable. Si el porcentaje desviado hacia la minicentral no fuese representativo respecto al total. Tendría un impacto positivo, pues se generaría energía limpia, permitiendo además servir como hábitat para las especies allí presentes y las que vivan en su zona de influencia.

- **Afección sobre la fauna terrestre:** su afección sería mucho menor que para la fauna acuática, pues la posible necesidad de agua podría ser saciada, desplazándose aguas arriba o aguas abajo del tramo interceptado por la central, esto es, las tuberías y la central, en total un recorrido de aproximadamente un kilómetro. Así pues el impacto sobre esta fauna sería de **COMPATIBLE a MODERADO**

- **Paisaje:** dicho factor ambiental está cobrando una gran importancia en los últimos años; además se debe prestar especial atención al mismo por el entorno en el que se desenvuelve el proyecto. Por esto, a pesar de que las magnitudes del proyecto no son significativas, se debe poner especial cuidado en todas aquellas acciones que puedan ejercer un impacto visual o de pérdida de calidad, en el lugar y periferia de la zona afectada.
 - **Pérdida de calidad:** se consideraría de gravedad si disminuyera la misma, ello sería posible en el caso de que por ejemplo el proyecto tuviera que llevarse a cabo desde cero, con lo que ello supondría (creación de accesos, movimientos de maquinaria pesada, de gran número de obreros y operarios, etc.). puesto que ese no es el caso, todo pequeño impacto que pudiera generarse podría ser fácilmente recuperado. Para ello se estudiarían las medidas necesarias a tomar, tales como revegetación de zonas afectadas, uso de pinturas sin brillo y de colores similares a los del entorno en tuberías y edificios, etc. Se evitará afectar al paisaje que envuelve el entorno, con el fin de que éste quede en las mismas condiciones que antes de haber

realizado el proyecto. Dada la magnitud del proyecto, se ha clasificado este impacto como **COMPATIBLE** y **MODERADO**, para todas las acciones. Está claro que en algunas tareas como el transporte de materiales y personal, movimientos de tierra, construcción de la obra, dicha alteración de la calidad será temporal y de corta duración, mientras que en otras como el funcionamiento de la central será permanente, pero de escasa magnitud.

- **Intrusión visual:** está relacionada con lo visible o no que es la infraestructura en su conjunto, y desde dónde puede llegar a ser vista, esto es mapa de cuencas visuales. El objetivo fundamental sería que se mimetizase lo mejor posible con el entorno de manera que la presencia del proyecto fuese lo más desapercibida posible desde la mayor parte de puntos desde los que se puede observa la zona. Con ello se consigue una doble función, la generación de energía eléctrica de forma limpia sin renunciar a una pérdida calidad paisajística de la zona. Para ello se usaran las medidas apropiadas para que la obra se adapte visualmente lo mejor posible al medio mediante el uso de colores, texturas, materiales, etc. Lo más parecidos posibles a los de origen natural. Al igual que en los casos anteriores, el impacto va a oscilar entre **COMPATIBLE** y **MODERADO**, dependiendo de la acción que se contemple, pero dentro de esos márgenes por sus pequeñas dimensiones.
- **Población:** está claro que toda acción que conlleve la realización de obras, trae consigo un movimiento de capital que terminan dejando ingresos en la zona de influencia, en este caso el municipio de Cazorla; así pues, las diversas empresas de construcción, fontanería, ingeniería, materiales, etc. Que sean necesarias para la realización del proyecto tendrán ámbito local. Ello supone un incremento de los ingresos en la zona, que afecta positivamente a la población, y más teniendo en cuenta la situación de crisis actual que se vive hoy día. De esta manera, aunque el proyecto no tenga

unas dimensiones deseables para cualquiera de los contratistas implicado desearía, generará un impacto positivo en la zona.

- **Mejora del empleo:** aunque de forma temporal, el proyecto producirá un movimiento en diferentes ámbitos que la población local agradecerá. Este hará disminuir la lista de para, de manera temporal, influyendo positivamente sobre la población afectada. Se generarán así numerosos puesto de trabajo temporales, pero también, aunque en menor número, algunos permanentes, encargados de comprobar periódicamente el funcionamiento, las medidas correctoras y protectoras que se contemplen en le PVA, etc. Por ello se ha clasificado como un impacto positivo, entre **COMPATIBLE** y **MODERADO**, dependiendo de la acción que se trate.
- **Economía:** la rehabilitación de la central minihidráulica tendrá un impacto económico positivo sobre Cazorla, aunque de magnitud poco representativa si se compara con los sectores que mueven la economía local.
- **Pérdidas en la productividad del suelo:** no está muy claro que se pierda productividad en el suelo usado por el proyecto, pues va a usarse prácticamente la misma superficie que ya fuera usada para la antigua central minihidráulica, con la excepción de la construcción de la caseta para la turbina y los nuevos tramos de tubería. Así pues, y puesto que el uso derivado del proyecto fomentará el uso de energías limpias y renovables, y disminuirá la factura del ayuntamiento, podría considerarse como una ganancia en la productividad del uso del suelo. Por lo que en algunas acciones el impacto será positivos, mientras que en otras será negativo. En líneas generales ha sido clasificado como **COMPATIBLE** y **MODERADO** para la mayoría de las acciones proyectadas.

- **Cambio en el uso del suelo:** como es normal, en las zonas afectadas se producirá un cambio en el uso del suelo que, dependiendo del uso que se le dé, podrá ser de tipo reversible o irreversible. En general, como se viene comentando, el cambio en el mismo va a ser prácticamente despreciable, por lo que dicho impacto carecerá de importancia en cuanto a la extensión, pero sí respecto al impacto global del proyecto, puesto que puede haber parte de la superficie ocupada que difícilmente sean recuperables.

- **Incremento de los ingresos públicos:** puesto que la central hidráulica generará energía para consumo propio del municipio de Cazorla, que supondrá la disminución de la factura eléctrica, supondrá una mejora para el municipio, traducida en un incremento de los ingresos públicos, positivo para todos los ciudadanos que podría traducirse en una disminución del impuesto de luz. De esta manera sería un impacto positivo para la población, cuya duración dependería del tiempo que pueda explotarse el recurso, y la minicentral hasta que se plantee su desmantelamiento.

- **Dinamización económica:** no supondría una gran dinamización de la economía de la zona, pero sí fomentaría el apoyo que pudiera tener un futuro el apostar por el sector de las energías renovables, y concretamente de la minihidráulica en la zona, por la gran abundancia de recursos hídricos. Por lo tanto, a pesar de que no tendría un gran impacto sobre la economía local, sí podría suponer un revulsivo orientado hacia en cambio de los sectores en los que actualmente se basa la economía municipal.

- **Industria e Infraestructuras:** dependiendo de la adaptación que se deban hacer a los viales, edificaciones y redes eléctricas para desarrollar el proyecto, se producirá un mayor o menor impacto sobre el medio. En principio, serán mínimas las acciones a tomar en cuanto a edificaciones y estructuras; respecto a la red eléctrica se debe tener en cuenta que aproximadamente la mitad de la longitud de la instalación eléctrica hacia

el centro de transformación es superficial bajo tubo con una longitud aproximada de 250 m, un tramo subterráneo con una longitud de 50 m aproximadamente y el resto en disposición sobre bandeja con una longitud aproximada de 300 m hasta llegar al CT El Solarillo.

- **Mejora en el aprovechamiento energético:** este se produce por el hecho de rehabilitar y darle función a las instalaciones de la antigua central minihidráulica, cuyas instalaciones ya suponían un impacto visual y sobre el medio; además se retoma la generación del energía eléctrica, suponiendo un impacto positivo. Puede valorarse dicho impacto como **MODERADO**, pues no tiene una gran repercusión sobre la energía requerido por el municipio, al ser el caudal bombeado poco representativo, pero supone el aprovechamiento de un recurso renovable y la rehabilitación y reutilización de unas instalaciones ya existentes.
- **Optimización en el uso de un recurso energético:** la renovación y restauración de la central minihidráulica supondrá una mejora de la tecnología mediante la que el recurso hidráulico se aprovechaba antaño, suponiendo mejoras de rendimiento y de regulación a la hora de verter la energía a la red, con las especificaciones de frecuencia de la misma. Dicho impacto tendrá una repercusión **MODERADA** sobre el entorno y sobre las acciones por las que se ve afectada.
- **Afección a infraestructuras eléctricas:** la energía generada por la central minihidráulica será vertida a la red de Baja Tensión, debido a que la potencia inyectada a la misma se genera a 400V. Este hecho tendrá repercusiones sobre la misma, tanto a la hora de inyectarla como en la fase de desmantelamiento cuando se detenga su producción. Puesto que la central está pensada para generar de manera continua una potencia más o menos estable, garantizada mediante el uso de depósitos reguladores, ofrecería estabilidad y continuidad a la disponibilidad eléctrica en la red.

Dicho impacto se clasifica para las acciones por las que se ve afectado como **MODERADO**.

El sumatorio por filas nos indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por tanto su fragilidad ante el proyecto.

CONCLUSIONES

Teniendo este aspecto en cuenta, el factor ambiental más influenciado *negativamente por el proyecto* va a ser la atmósfera en lo que a ruidos y vibraciones se refiere. Es cierto que su importancia es considerable, sin embargo, debido a que las obras son una acción puntual y poco duradera, y considerando que las obras a realizar serán las mínimas imprescindibles, y a pequeña escala, y que su construcción no se dilatará significativamente en el tiempo, no sería tan importante como otro tipo de impactos cuya permanencia o duración sean mayores. Así pues los factores ambientales más frágiles serían de mayor a menor: la fauna y la edafología por igual, teniendo una mayor importancia la edafología. La fauna por su parte, va a verse afectada con una menor importancia que la edafología puesto que la generación de ruidos ahuyentará a la fauna circundante. El factor ambiental "biogeografía" se deduce del anterior, pues están entrelazados el uno con el otro. La hidráulica, dependiendo del caudal dedicado al proyecto tendrá una mayor o menor importancia.

El factor ambiental con la mayor magnitud, es de signo positivo, siendo el económico, al afectar, de manera tan diversa a empresas locales para la ejecución y mantenimiento del proyecto.

La suma por columnas nos dará una valoración del efecto que cada acción producirá en el medio y, por tanto, su **agresividad**.

Como acciones más agresivas llevadas a cabo en las distintas fases del proyecto, se puede citar las siguientes: demolición de estructuras y movimientos de tierras de la fase de desmantelamiento afección del suelo, puesto que se

producirán, a parte de los impactos propios de la construcción como emisión de partículas, afecciones sobre fauna y flora de lugar adaptación de viales, generación de ruidos, etc., escombros que habrá que retirar, y que podrían generar residuos u otras afecciones al medio. Le sigue con mayor valoración en cuanto a agresividad del medio, la ocupación del suelo, puesto que a pesar de que la superficie afectada no es representativa, el proyecto se extiende a lo largo de una gran área, y su ocupación puede ser permanente.

En cuanto a la acción que va a afectar *positivamente al proyecto*, se podría citar la de "Recuperación del suelo y revegetación" de los lugares afectados por el mismo, pues se establecerían las medidas necesarias para dejar la zona tal y como se encontraba antes de realizar el proyecto, en la medida de los posibles, habiendo extraído del medio el recurso necesario, en este caso energía limpia.

La fase que mayor agresividad va a representar para el ámbito del proyecto, va a ser la de construcción, en gran medida por el mayor número de acciones que se han considerado en la misma.

Teniendo en cuenta la valoración realizada, de las distintas acciones necesarias para realizar el proyecto, como los distintos factores ambientales que se ven afectados, se puede concluir que el proyecto sería **viable desde el punto de vista medioambiental**. Puesto que los impactos sobre el medio siempre van a existir, y en este caso se minimizan al mínimo al estar parte de las infraestructuras necesarias ya creadas, y ser de tan reducidas dimensiones el mismo.

Además la generación y potenciación del uso de energías limpias es un punto positivo a favor que hace de este tipo de proyectos, un punto a tener en cuenta como método factible y de bajo coste para el abastecimiento energético.

TIPO DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN
COMPATIBLE	La recuperación es inmediata tras el cese de la actividad. No precisa medidas protectoras o correctoras.
MODERADO	La recuperación de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo. Si se requieren medidas protectoras, éstas no son muy intensivas.
SEVERO	La recuperación requiere medidas correctoras importantes, y aún con estas medidas, la recuperación requiere un periodo de tiempo dilatado.
CRÍTICO	Supone una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras.

Tabla 81. Clasificación de Impactos en base a su ponderación final

Por lo tanto, se puede llegar a la conclusión de que la valoración del **impacto global es COMPATIBLE**.

En el impacto ambiental la recuperación de las condiciones ambientales iniciales requiere un pequeño tiempo pero las repercusiones son mínimas y se recuperan tras el cese de la rehabilitación. Las medidas protectoras, no son muy intensivas y se llevan a cabo sobre todo en la fase de construcción.

6. MEDIDAS PROTECTORAS Y/O CORRECTORAS

A continuación, se proponen diferentes medidas para paliar los efectos que las diferentes acciones a realizar, provocan en los factores enumerados

Ruido y vibraciones

- Es necesario que el edificio de la central tenga un buen aislamiento.

- Los vehículos deberán circular con el tubo de escape cerrado y a baja velocidad, tanto en los caminos de acceso como dentro de la zona de actuación.
- Los equipos instalados contarán con los dispositivos de mitigación de ruido de acuerdo a las especificaciones de diseño del fabricante, teniendo en cuenta que son equipos modernos y con tecnología punta.

Geología y geomorfología

- Cuando sea posible, el material producto de excavaciones y despalmes se utilizarán actividades de relleno y nivelación dentro del sitio. El material sobrante será enviado a sitios previamente autorizados por la autoridad local, y será dispuesto adecuadamente para evitar que sea arrastrado por la acción del viento o de la lluvia.
- No se permitirá el depósito de materiales producto del despalme y relleno fuera del sitio de la obra, o de los lugares indicados por las autoridades correspondientes.

Suelo

- Se establecerá un programa de recolección, clasificación, almacenamiento temporal y disposición para todos los residuos generados en la etapa de construcción.
- Todos los residuos susceptibles de ser reciclados serán enviados a empresas autorizadas para este fin si este tipo de empresas existe en la región.
- Los residuos sólidos domésticos que se generen se almacenarán en contenedores especiales con tapa para evitar su diseminación por ratas y otros animales. Los residuos sólidos sanitarios se dispondrán por medio de una empresa autorizada por la autoridad local. La disposición de estos residuos se hará bajo los procedimientos que establezca la autoridad ambiental local.

- No se implementará el uso de agroquímicos para las actividades de despalle y/o deshierbe.
- Durante las actividades de construcción del proyecto, los vehículos automotores deberán transitar exclusivamente por los caminos de acceso ya construidos para evitar la erosión del suelo. En ningún momento deberán invadir terreno fuera del derecho de vía de los caminos.
- Respetar la pendiente natural del terreno, en caso de que esta no ofrezca condiciones de estabilidad conformar terrazas.
- Evitar el relleno u obstrucción de drenajes naturales.
- No mezclar, enterrar o cubrir, piezas de acero, madera, plásticos, llantas y demás desechos de la obra con el suelo.

Vegetación

- Cuatro semanas antes de la realización de dichas actividades, se realizará un inventario y se revisará cuidadosamente el área de trabajo para corroborar que no existan especies bajo algún estatus de protección.
- Rescate de especies de interés que establecerá las medidas de supervisión, control y seguimiento con el fin de reubicarlas a un sitio previamente autorizado por las autoridades correspondientes.
- Se establecerán procedimientos y reglamentos internos para evitar que los empleados de la planta dañen o hagan mal uso de las especies vegetales de los alrededores.

Fauna

- Sería necesario fijar el calendario de obras de acuerdo a los periodos de cría de las diferentes especies. Se pretende no alargar el periodo de obras más allá de lo estrictamente necesario.
- Seleccionar las turbinas de forma adecuada para evitar al máximo la muerte de la fauna piscícola.
- Colocación de mallas protectoras en la toma de agua, para evitar la entrada de peces.

- No se utilizarán agroquímicos para las actividades de despalme para evitar su incorporación en la cadena alimenticia de las especies de fauna.
- Previo a las actividades de despalme, excavación, nivelación y todas aquellas que impliquen el movimiento de materiales en áreas naturales, se revisará cuidadosamente el área de trabajo para corroborar que no existan especies bajo algún estatus de protección.
- Insonorización del edificio y turbinas.

Paisaje

- Deben de seleccionarse materiales y tipo de construcción acordes con los empleados en el entorno de las construcciones tradicionales.

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Según el reglamento: "se establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de Impacto Ambiental".

En el artículo 28 del reglamento el objetivo del programa de vigilancia es:

- Velar para que, en relación con el medio ambiente la actividad se realice según el proyecto y las condiciones en que se hubiera autorizado
- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental.

El Programa de Vigilancia es un documento que contiene el conjunto de criterios técnicos que, en base a la predicción realizada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá a la administración realizar un seguimiento sistemático tanto

del cumplimiento de lo estipulado en la declaración de impacto ambiental, como de aquellas otras alteraciones de difícil previsión que pudieran aparecer. Por esto debe:

- Indicar a la administración responsable los aspectos objeto de vigilancia, los cuales pueden referirse al medio o al proyecto.
- Ofrecer a dicha administración un método, sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.

7.1 Objetivos del plan de vigilancia ambiental

Estos tres objetivos se corresponden con los tres siguientes aspectos de la Vigilancia:

1. Control del proyecto.
2. Seguimiento del proyecto: en la fase de funcionamiento, que permite gestionar los efectos (impactos) no anticipados.
3. Auditoría del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental: que permite la crítica de todas las fases y competencias del propio procedimiento por el que se ha hecho la valoración y evaluación de los impactos que el proyecto produciría en el Medio Ambiente.

En cierta manera, un Plan de Vigilancia Ambiental se convierte en un control (necesario) del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. Entre las ventajas del Plan de Vigilancia está, en primer lugar, la de tomar las medidas oportunas y adecuadas respecto de los efectos no anticipados en la E.I.A. En segundo lugar, constituye una fuente de información para futuros estudios de impacto ambiental de proyectos semejantes o que causen impactos comparables.

7.2 Plan de vigilancia ambiental

Para la definición de un Plan de Vigilancia (y posterior desarrollo del mismo) se parte de tres puntos básicos que se han de conocer previamente:

- Situación del Medio en el estado "preoperacional" o "estado cero".
- Estudio de Impacto Ambiental del proyecto realizado.
- Análisis de la eficacia de las medidas correctoras adoptadas.

La "foto fija" que supone el "estado cero" es el punto de referencia con el que se comparará la calidad ambiental del Medio con el proyecto en funcionamiento.

El Plan de Vigilancia Ambiental debe establecer los siguientes aspectos:

- Comprobación directa de la realización de las medidas preventivas y correctoras encaminadas a minimizar o paliar los efectos producidos por el proyecto, condicionantes ambientales para la aprobación del mismo.

- Seguimiento del área de influencia del proyecto, respecto a planes y proyectos que puedan incidir en dicha área.
- Definición de las variables sometidas a control.
- Programa de medidas de las variables de control.
- Identificación de los impactos producidos.
- Caracterización de los impactos producidos.
- Valoración de los impactos producidos.
- Análisis de comparación de los impactos identificados, predichos y valorados respecto de los realmente producidos con y sin medidas correctoras.

Durante la ejecución de las distintas actuaciones urbanísticas previstas y después de éstas, se considerarán las siguientes medidas:

- Vigilancia ambiental de obra, con inspección visual de residuos, aguas, ruidos, atmósfera, fauna, vegetación y otros parámetros ambientales, así como la redacción de actas de inspección y la redacción de un informe mensual descriptivo de la marcha de las obras y el cumplimiento de todos los requerimientos ambientales establecidos por la legislación. Incluye informe fin de obra. Control mensual durante el tiempo que dure la obra.
- Se controlarán las emisiones de olores, ruidos, vibraciones y gases nocivos, no pudiendo superarse los niveles establecidos en la normativa y la legislación vigente. Control mensual.
- Se vigilará la presencia de partículas sólidas sobre la vegetación afectada durante la realización de las obras derivadas de la ejecución del proyecto, así como las posibles afecciones de éstas a la población o la fauna, mediante controles periódicos a lo largo de la duración de las mismas. Control quincenal.
- Las actuaciones que puedan producir incendios serán controladas así como el cumplimiento de las medidas legales de prevención establecidas. Control mensual en verano y trimestral en invierno.
- Se efectuar un censo de las especies más características de la fauna, dicho censo se llevará a cabo durante la época de reproducción. En caso de detectarse disminuciones importantes en la densidad de sus poblaciones se adoptarán medidas eficaces para la disminución en los niveles de ruido y molestias, al menos durante la época reproductora.

- Anualmente y durante los dos años siguientes a la finalización de la actuación se remitirá un informe sobre el estado y progreso de las medidas protectoras y correctoras aplicadas, y de eficacia de las mismas.
- Actividades de mantenimiento del programa de reforestación. Realización durante los dos años siguientes al proyecto. Vigilancia ambiental en explotación, incluyendo campaña acústica, control de emisión de olores, control de la integración paisajística, control de la gestión de lodos y vigilancia ambiental de medio receptor y calidad del efluente. Control mensual durante el primer año.

ESTUDIO ECONÓMICO

VIII: ANEXO ESTUDIO ECONÓMICO

1.INTRODUCCIÓN	401
2.SITUACIÓN ACTUAL.....	401
3.SITUACIÓN FUTURA	403
4.ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	409
4.1 VAN.....	409
4.2 TIR	410
4.3 PAY-BACK.....	411
4.4 FLUJOS DE CAJA	411

1.INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como objeto determinar los beneficios económicos que aporta la instalación hidroeléctrica de autoconsumo "Aguas de Cazorla" al suministrar la totalidad de la energía generada a varios puntos de consumo.

2.SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad tanto Ayuntamiento como el alumbrado están siendo abastecidos por la compañía "Endesa Distribución".

Para saber la cantidad que se ha abonado por el suministro de energía eléctrica durante un año, se han analizado las facturas de electricidad mensuales del año 2019 del Ayuntamiento y alumbrado. Obteniéndose los siguientes resultados:

1º.Se ha determinado el consumo diario y horario durante los 12 meses del año

Horas/días	1	2	3	...	24
1	3 kWh	5 kWh	4 kWh	.	3 kWh
2	2 kWh	2 kWh	2 kWh	.	4 kWh
3	4 kWh	4 kWh	5 kWh	.	4 kWh
...
365	6 kWh	5 kWh	6 kWh	.	4 kWh

Tabla 82. Consumo diario y horario durante 2019 (Fuente: Elaboración propia)

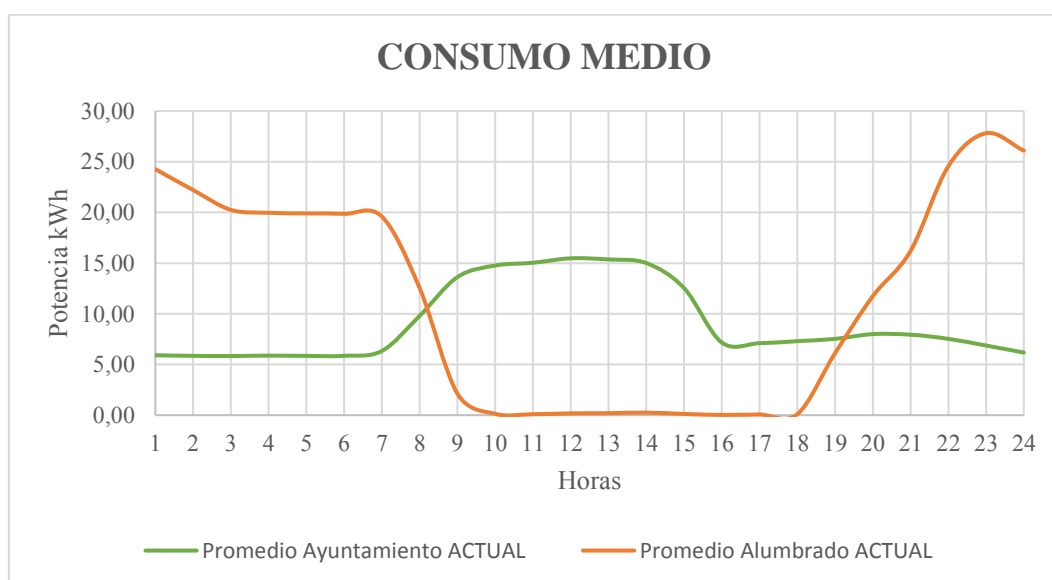


Gráfico 16. Consumo medio en los puntos de consumo (Fuente: Elaboración propia)

2º Se ha determinado el precio kWh diario y horario durante los 12 meses del año

Horas/días	1	2	3	...	24
1	0,089 €	0,089 €	0,089 €	.	0,089 €
2	0,089 €	0,089 €	0,089 €	.	0,089 €
3	0,089 €	0,089 €	0,089 €	.	0,089 €
...
365	0,065 €	0,065 €	0,065 €	.	0,065 €

Tabla 83. Precio kWh diario y horario durante 2019 (Fuente: Elaboración propia)

3º Conocido el precio kWh y los valores de energía consumida, se ha calculado el precio anual que se ha pagado en el año estudiado.

Horas/días	1	2	3	...	24
1	0,260 €	0,449 €	0,359 €	.	0,269 €
2	0,179 €	0,179 €	0,179 €	.	0,359 €
3	0,359 €	0,359 €	0,359 €	.	0,359 €
...
365	0,394 €	0,329 €	0,394 €	.	0,263 €

Tabla 84. Precio kWh diario y horario abonado a la empresa comercializadora durante 2019 (Fuente: Elaboración propia)

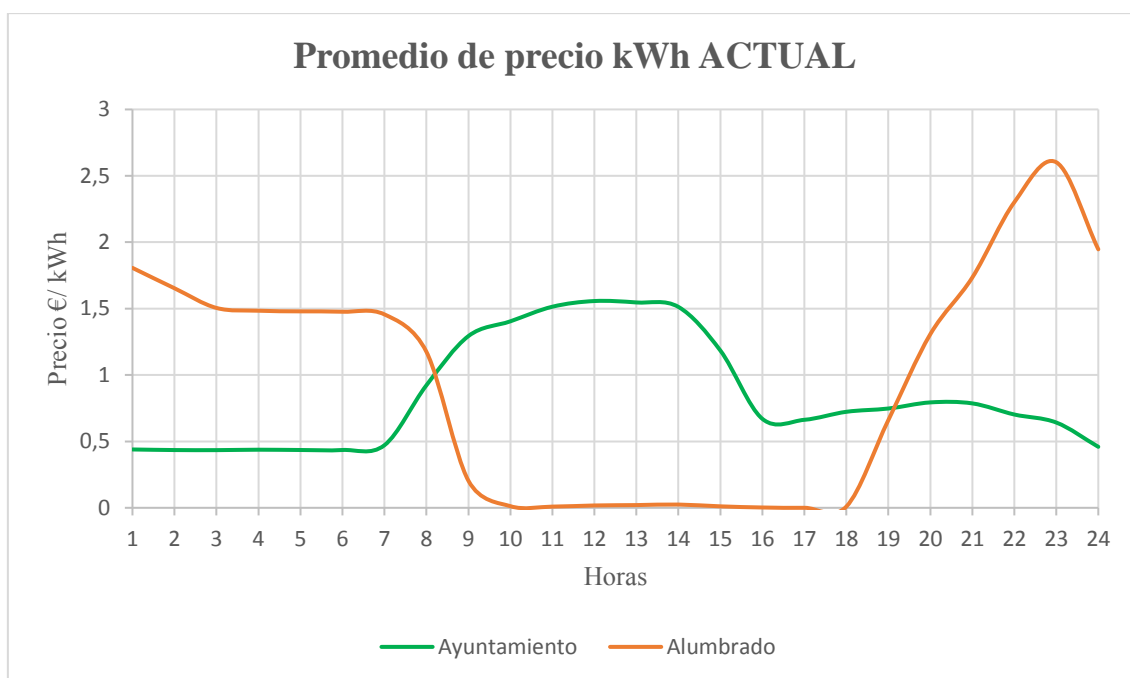


Gráfico 17. Precio medio actual (€/ kWh) abonado a la empresa comercializadora durante 2019 (Fuente: Elaboración propia)

	Ayuntamiento	Alumbrado
Consumo de energía anual	79828 kWh	100145 kWh
Importe total pagado a la compañía distribuidora	7376,824 €	8360,504 €

Tabla 85. Resumen del consumo de energía y del importe total anual (Fuente: Elaboración propia)

3.SITUACIÓN FUTURA

Los puntos de consumo en los cuales se suministrará la totalidad de energía generada por la minicentral serán el Ayuntamiento y el Alumbrado público, cada uno de ellos tendrá disponibilidad de esta según el tramo horario en el que se encuentren.

El aprovechamiento de la energía producida por la minicentral hidroeléctrica hará que se reduzca en gran parte el importe a pagar por la energía consumida por los puntos de consumos, para ello se ha realizado el siguiente análisis:

1º Se ha estudiado la energía diaria y horaria aportada por la minicentral hidroeléctrica durante todo un año (kWh)

Horas/días	1	2	3	...	24
1	18,49 kWh	18,49 kWh	18,49 kWh	.	18,49 kWh
2	18,49 kWh	18,49 kWh	18,49 kWh	.	18,49 kWh
3	18,49 kWh	18,49 kWh	18,49 kWh	.	18,49 kWh
...
365	17,93 kWh	17,93 kWh	17,93 kWh	.	17,93 kWh

Tabla 86. Energía diaria y horaria aportada por la minicentral durante un año (Fuente: Elaboración propia)

Realizando una comparación de la energía que aporta la minicentral hidroeléctrica con la energía diaria consumida por los puntos de consumo, se ha analizado la cantidad de energía que es capaz de suministrar la minicentral. Debemos de tener en cuenta dos casuísticas:

→ Si la minicentral no llega a cubrir la totalidad de energía consumida por parte de alguno de los puntos de consumo (sobre todo horas punta), en este caso el resto de la energía la suministrará la red de la empresa comercializadora.

→ Si la minicentral genera más energía de la que se llega a consumir, este excedente se contabiliza como energía vertida a red y será retribuido al precio medio del pool en la franja horaria en la que se encuentre.

Los resultados han sido los siguientes:

	Ayuntamiento	Alumbrado
Consumo de energía anual actual	79828 kWh	100145 kWh
Aportación energética anual de la minicentral kWh	42268,74 kWh	76729,18 kWh
Aportación de la red kWh	37559,26 kWh	23415,82 kWh
Cantidad de energía vertida a red	30451,65 kWh	9213,10 kWh

Tabla 87. Resumen de la aportación de energía de la minicentral y de los excedentes vertidos a red
(Fuente: Elaboración propia)

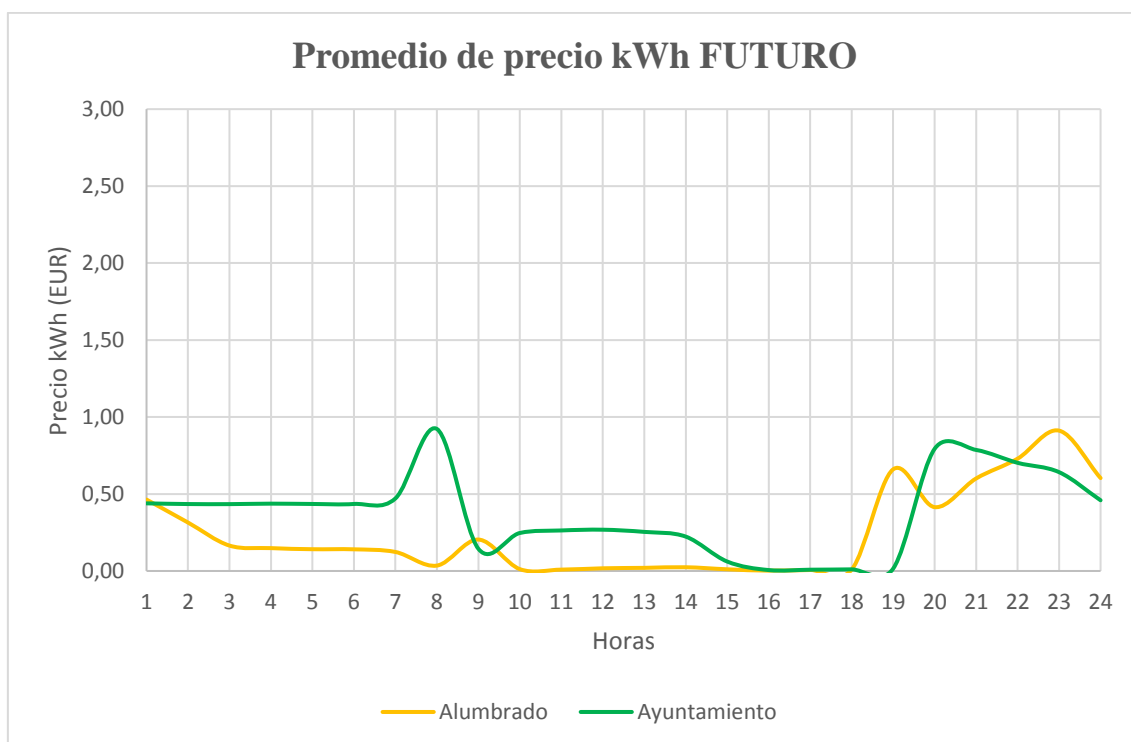


Gráfico 18. Precio pagado por kWh abonado a la empresa distribuidora (Fuente: Elaboración propia)

Una vez conocidos estos valores de energía, se analizará los distintos ingresos/costes asociados a los suministros:

	Ayuntamiento	Alumbrado	Total
Importe total pagado ACTUAL	7376,82 €	8360,50 €	15737,32 €
Ingresos por ahorro por autoconsumo de la central	4129,89 €	6254,24 €	10384,13 €
Importe total pagado a red FUTURO	3246,92 €	2106,26 €	5353,18 €
Ingresos vertidos a red	1420,07 €	448,80 €	1868,16 €

Tabla 88. Resumen del beneficio que se obtendría con la aportación de la energía de la minicentral
(Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 7 actualmente se está abonando a la empresa comercializadora una cantidad de 7376,824 € por la energía consumida en el Ayuntamiento de Cazorla y 8360,50 € para el alumbrado. Esta cantidad se verá disminuida al introducir la acción de autoconsumo por parte de la minicentral, pasando a pagar 3246,92 € por la energía consumida en el Ayuntamiento y 2106,26 € para el alumbrado.

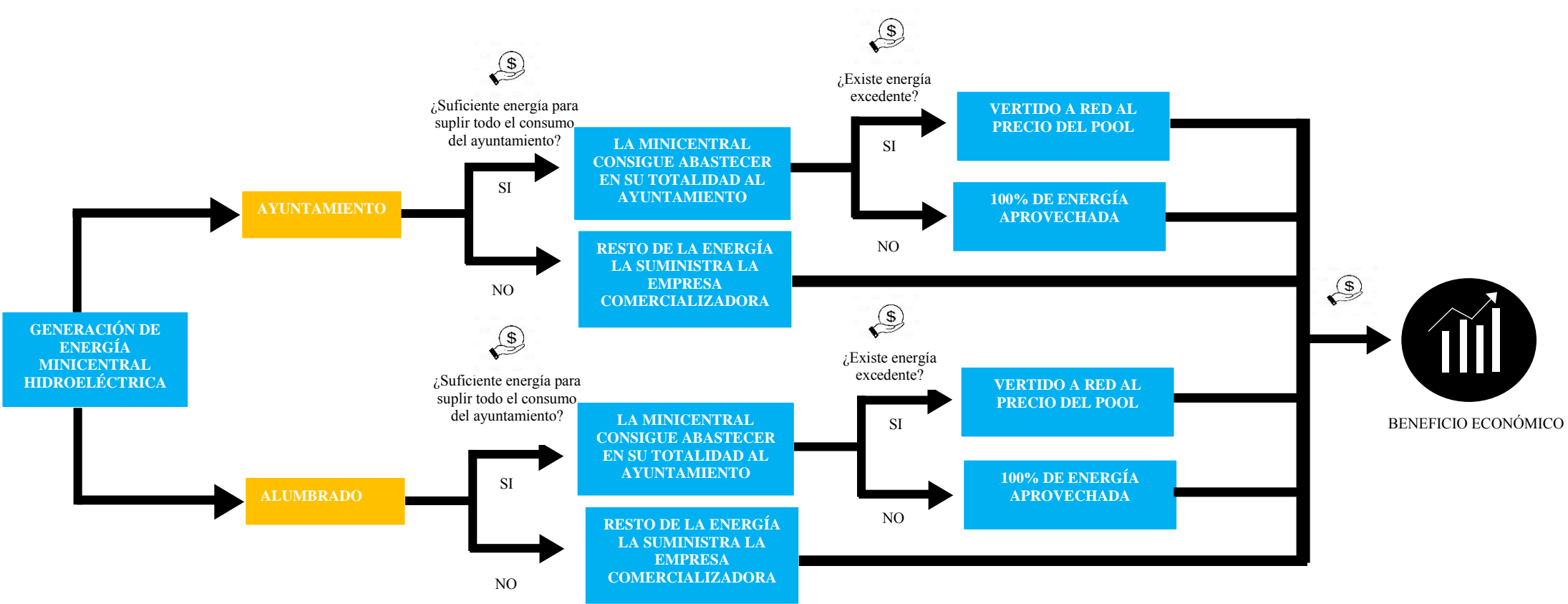
Además de conseguir un ahorro de 10384,13 € en el importe total pagado a red, se obtendrá una cantidad de 1868,16 € de ingresos vertidos a red (caso que se dará cuando exista un excedente de energía).

Por lo tanto los beneficios totales cuentan con :

- El ahorro que se obtiene al reducir el importe abonado a la empresa distribuidora
- Los ingresos obtenidos al verter a red cuando exista excedente de energía.

	Ayuntamiento	Alumbrado	Total
Ingresos por ahorro por autoconsumo de la central	4129,89 €	6254,24 €	10384,13 €
Ingresos vertidos a red	1420,07 €	448,80 €	1868,16 €
Total beneficios:	5549,97 €	6702,33 €	12252,29 €

Tabla 89. Tipos de beneficios que se obtendría con la actuación de la minicentral (Fuente: Elaboración propia)



4. ESTUDIO DE VIABILIDAD

Se ha utilizado para estudio de viabilidad económica métodos dinámicos de evaluación económica de proyectos. Estos tienen en cuenta la variación temporal del dinero. Los métodos utilizados han sido: VAN, TIR Y PAY BACK.

4.1 VAN

El VAN (Valor Actual Neto) es uno de los criterios más sencillos para evaluar la rentabilidad de una inversión. Representa la ganancia neta generada por el proyecto, obtenida por equivalencia financiera en el momento cero. Si es mayor que cero, el proyecto es viable para ese tipo de interés. Se trata, pues, de una condición necesaria, aunque no tiene por qué ser suficiente.

Si el sumatorio de los flujos de caja actualizados en el horizonte temporal elegido para evaluar el proyecto, resulta mayor que el valor de la inversión inicial, entonces el proyecto está en situación de ser elegido, ya que será rentable en términos netos. La expresión para obtener el VAN es la siguiente:

$$VAN = -K + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+i)^j}$$

Dónde:

- A: Inversión inicial
- VAN: Valor Actual Neto
- i: Año de estudio.
- Q_i: Flujo de caja correspondiente al año i
- k: Tasa de actualización
- n: Vida útil del proyecto

Por tanto, los criterios de aceptación o rechazo serán:

- Si VAN > 0: Se acepta el proyecto de Inversión ya que produce beneficios
- Si VAN < 0: Se rechaza el proyecto de inversión, produce pérdidas

- Si VAN = 0: se rechaza el proyecto de inversión, no genera ni beneficios ni pérdidas

4.2 TIR

La tasa interna de rendimiento (TIR) es aquel tipo de actualización, r , que hace nulo el VAN para el total de la vida útil de la central.

Sólo se aceptarán como viables por tanto aquellos proyectos que cumplan la condición de "efectuabilidad": $TIR > k$, siendo k el tipo de interés que se corresponde con el "coste del capital". Cuanto mayor sea r mejor será la inversión.

Se puede hallar por medio de la expresión, similar a la empleada para calcular el VAN:

$$0 = -A + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(1 + TIR)^i}$$

Dónde:

- A: Inversión inicial
- TIR: Tasa Interna de Rentabilidad
- i: Año de estudio
- Qi: Flujo de caja correspondiente al año i
- n: Vida útil del proyecto

Al igual que con el VAN, sometemos el TIR obtenido a los criterios de aceptación o rechazo. Por último, se recomienda que la TIR tenga un valor superior al 10% para que la rehabilitación de la central sea rentable:

- Si $TIR > k$: Se acepta el proyecto
- Si $TIR \leq k$: Se rechaza el proyecto

4.3 PAY-BACK

Se entiende por plazo de recuperación o Pay-Back de una inversión el número de períodos que transcurren desde el momento inicial de un proyecto hasta que la suma de las cuasi-rentas actualizadas es exactamente igual al desembolso realizado. Es decir, el periodo de tiempo necesario para recuperar el desembolso inicial de la inversión realizada.

Su expresión de cálculo será:

$$\sum_{j=1}^{PBT} \frac{Q_j}{(1+i)^j} = A$$

Dónde:

- A: Inversión inicial
- PBT: Pay back Time
- i: Año de estudio.
- Qi: Flujo de caja correspondiente al año i.

4.4 FLUJOS DE CAJA

Parámetros básicos financieros:

Coste inicial	97730,74€
Operación y mantenimiento	1000€/año
Pago anual (€)	2034€
Tasa de descuento	6%
Tasa variación. Precio electricidad	2%
IPC (%)	1%
Valor residual (€)	4950 €
Ingresos (ahorros en facturación)	
Inversión inicial	97730,74 €

Con los parámetros iniciales descritos anteriormente, se han calculado los flujos de caja

	Inversión	Ingresos Expl	Gastos expl	Q _t a _i	Q _t a _i acum.
0	-97.730,74 €			-97.730,74 €	-97.730,74 €
1		12.252,00 €	1.000,00 €	11.252,00 €	-86.478,74 €
2		12.374,52 €	1.010,00 €	11.364,52 €	-75.114,22 €
3		12.498,27 €	1.020,10 €	11.478,17 €	-63.636,05 €
4		12.623,25 €	1.030,30 €	11.592,95 €	-52.043,11 €
5		12.749,48 €	1.040,60 €	11.708,88 €	-40.334,23 €
6		12.876,98 €	1.051,01 €	11.825,97 €	-28.508,27 €
7		13.005,74 €	1.061,52 €	11.944,22 €	-16.564,04 €
8		13.135,80 €	1.072,14 €	12.063,67 €	-4.500,37 €
9		13.267,16 €	1.082,86 €	12.184,30 €	7.683,93 €
10		13.399,83 €	1.093,69 €	12.306,15 €	19.990,08 €
11		13.533,83 €	1.104,62 €	12.429,21 €	32.419,28 €
12		13.669,17 €	1.115,67 €	12.553,50 €	44.972,78 €
13		13.805,86 €	1.126,83 €	12.679,04 €	57.651,82 €
14		13.943,92 €	1.138,09 €	12.805,83 €	70.457,64 €
15		14.083,36 €	1.149,47 €	12.933,88 €	83.391,53 €
16		14.224,19 €	1.160,97 €	13.063,22 €	96.454,75 €
17		14.366,43 €	1.172,58 €	13.193,85 €	109.648,61 €
18		14.510,10 €	1.184,30 €	13.325,79 €	122.974,40 €
19		14.655,20 €	1.196,15 €	13.459,05 €	136.433,45 €
20		14.801,75 €	1.208,11 €	13.593,64 €	150.027,09 €
21		14.949,77 €	1.220,19 €	13.729,58 €	163.756,67 €
22		15.099,27 €	1.232,39 €	13.866,87 €	177.623,55 €
23		15.250,26 €	1.244,72 €	14.005,54 €	191.629,09 €
24		15.402,76 €	1.257,16 €	14.145,60 €	205.774,69 €
25		15.556,79 €	1.269,73 €	28.946,67 €	234.721,35 €

Tabla 90. Flujos de caja (Fuente: Elaboración propia)

Y los resultados obtenidos han sido los siguientes:

TIR	14%
VAN	93.535 euros
PAY-BACK	9 años

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

REGLAMENTACIÓN.....	415
PROGRAMA DE CÁLCULO UTILIZADOS.....	418
BIBLIOGRAFÍA	419

REGLAMENTACIÓN

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las
- Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Recomendaciones UNESA.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08). (BOE. núm. 148, de 19 de junio de 2008).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, aprobado por Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1976.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-4/88, (Orden Ministerial de 21 de Enero de 1988). Modificación del PG-4/88 (O.M. de 8 de Mayo de 1989 y 28 de Septiembre de 1989).
- Norma Sismo-Resistente NCSR-02.
- Código Técnico de la Edificación CTE (2006)
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LEY 31/1995 de 8-11-95). (B.O.E. 10-11-95).
- Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de riesgos laborales. (R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre)
- Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 39/1997 de 17-1-97) (B.O.E. 31-1-97).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (R.D. 485/1997 de 14-4-97) (B.O.E. 97/23-04-1997)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/1997, de 14-4-97) (B.O.E. 97/23-04-1997)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (R.D. 487/1997 de 14-4-97) (B.O.E.97/23-04-1997)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (R.D. 488/1997 de 14-4-97) (B.O.E. 97/23-04-1997)
- Normas de seguridad para el ejercicio de Actividades Subacuáticas en zonas marítimas e interiores (14 Octubre 1997)
- Estatuto de los trabajadores
- Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 16-3-71), a excepción de los capítulos I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, X XI, XII y XIII del Título II que se sustituyen por el real decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre

disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo.

- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-8-70) (B.O.E. 5/7/8/9-9-70).
- Utilización de equipos de protección individual (R.D. 773/1997, de 30-05-1997) (B.O.E. 140/12-06-1997)
- Condiciones mínimas a cumplir por los equipos de protección individual (R.D. 1407/1992, de 20 de Noviembre)
- Utilización de equipos de trabajo (R.D. 1.215/1997, de 18 de Julio)(B.O.E. 188/7-08-1997)
- Reglamento de Explosivos (R.D. 230/1998 DE 16-023-1998)
- Reglamento general de Normas Básicas de Seguridad minera (R.D. 836/1985 de 2-04-1985)
- Disposiciones relativas a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. Directiva del Consejo 89/392/CEE (R.D. 1435/1992 de 27-11-1992) (B.O.E. 297/11-12-1992)
- Modificación del R.D. 1435/1992 mediante el (R.D. 56/1995 de 20-01-1995) (B.O.E. 33/8-02-1995)
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Normas para Señalización de obras en las carreteras. Instrucción 8.3.-IC, Ministerio de Fomento, D.G.C. año 1994
- Manual de ejemplos de señalización de obras fijas. Ministerio de Fomento, D.G.C. año 1998.
- Plan General de Prevención de Riesgos Laborales de Andalucía. B.O.J.A. RD 313/2003 de la C^a de Empleo y Desarrollo tecnológico 03/02/2004
- Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 70/2009, de 31 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento Sanitario y Calidad del Agua de Consumo Humano de Andalucía.

PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS

- AutoCAD 2014
- ProfiCAD
- Presto 8.8
- Project 2019
- Microsoft Project 2019 Profesional

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R. G. (1998). *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*.
- *Agenda 21*. (2008). Obtenido de http://www.agenda21jaen.com/export/sites/default/galerias/galeriaDescargas/agenda21/municipios/Cazorla/Diagnosis-tecnica-y-cualitativa/DT_pdf_01.02_Aguas_Superficiales_Cazorla.pdf
- *Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén*. (1997). Obtenido de <http://aguas.igme.es/igme/publica/libro76/lib76.htm>
- chgualdalquivir. (2020). *chgualdalquivir*. Retrieved from <https://www.chgualdalquivir.es/saih/RedControl.aspx>
- Climate-data. (2016). *Climate-data*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/europe/espana/andalucia/cazorla-56958/>
- Colmenar, A., & Hernandez, J. L. (2012). *"Diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje"*. Ra-ma.
- *Confederación Hidrográfica del Guadalquivir*. (2020). Obtenido de <https://www.chgualdalquivir.es/inicio>
- *Datos económicos y sociales de las unidades territoriales de España*. (2011). Obtenido de https://www.expreso.info/noticias/espana/20069_informe_2011_economico_y_social_de_municipios_provincias_y_autonomias
- ESHA. (2004). *Guide on how to develop a small Hydropowe Plant*.
- *Fedenatur*. (2012). Obtenido de Fedenatur: <http://www.fedenatur.org>
- Fernández, A. L. (2015). *Diseño de herramientas para el cálculo de minicentrales hidroeléctricas en tramos no aforados*.
- *Instituto geológico y minero de España*. (s.f.). Obtenido de <http://www.igme.es/>
- Junta de Andalucía. (2010). *WMS Mapa de radiación solar de Andalucía: radiación solar global media anual*. Retrieved from http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_radiacion_solar_global_media_anual

- Junta de Andalucía. (2019). *Red de Información Ambiental de Andalucía*. Retrieved from <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>
- *Junta de Andalucía*. (2020). Obtenido de Junta de Andalucía: <http://atlas.andaluciajunta.es/atlasweb/atlas/tierra/agua/otools/hidrologia.pdf>
- *mma*. (2012). Obtenido de mma: www.mma.es
- Ogayar, B. (2012). Minicentrales Hidroelectricas. In B. O. Fernández, *Minicentrales Hidroelectricas*. Jaén: Joxman.
- Ogayar, B., Gomez, P., & Medina, J. A. (2006). *Introducción histórica a las centrales generadoras de energía eléctrica en la comarca de Sierra Mágina*. Obtenido de https://www.cismamagina.es/app_sumuntan/pdf/23/23-45.pdf
- REBT, G. t. (2002). *Guías técnicas para la aplicación del reglamento electrotécnico de Baja tensión*
- *SIMA* . (2011). Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/index2.htm>
- Turismo en Cazorla. (2020). *Turismo en Cazorla*. Retrieved from <http://www.turismoencazorla.com/comollegar/parquenatural.php>
- UNESA. (1989). *Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de 3ª Categoría*. Obtenido http://nol.infocentre.es/ictnol/pdf/CENTROS_TRANSFORMACION.pdf
- weatherspark. (2016). *weatherspark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/36676/Clima-promedio-en-Cazorla-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>