PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MICRORRED EN ISLA EN EL VALLE DE GISTAÍN MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Autor: Luis Martín Rodríguez-Medel

Director: Mariano Sanz Badía

Noviembre de 2011

Centro Politécnico Superior

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Universidad de Zaragoza

Contenido

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 Justificación 1

1.2 Objeto 1

1.3 Estructura 2

2 ESTADO ACTUAL 3

2.1 Situación y emplazamiento 3

2.2 Antecedentes 4

2.3 Instalaciones Campamento Virgen Blanca 4

2.3.1 Instalación eléctrica 4

2.3.2 Instalación térmica 6

2.4 Instalaciones Camping El Forcallo 6

2.4.1 Instalación eléctrica 6

2.4.2 Instalación térmica 7

3 ESTUDIO DE CONSUMO Y NECESIDADES 8

3.1 Método de estudio de los consumidores 8

3.2 Estudio de consumos Campamento Virgen Blanca 8

3.3 Estudio de consumos Camping El Forcallo 10

3.4 Necesidades de los consumidores 12

4 RED EN ISLA A TRAVÉS DE FUENTES RENOVABLES 14

4.1 Esquema de instalaciones 14

5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS 16

5.1 Proyecto de iluminación 17

5.2 Instalación fotovoltaica 18

5.2.1 Situación actual 18

5.2.2 Memoria de la instalación 19

5.3 Proyecto central micro-hidroeléctrica 20

5.3.1 Situación actual 20

5.3.2 Estudio de caudales 25

5.3.3 Turbina 26

5.3.4 Generador y sistema eléctrico 27

5.3.5 Memoria de la instalación 27

5.4 Control de consumos 31

5.5 Acumuladores de energía 31

6 INSTALACIONES TÉRMICAS 33

6.1 Proyecto instalación termosolar Virgen Blanca 33
6.1.1 Sistema de captadores solares 33
6.1.2 Producción de los captadores 33
6.2 Proyecto instalación Biomasa El Forcallo 34
6.2.1 Comparativa económica combustibles 34
7 RESUMEN PRESUPUESTO 35
8 VIABILIDAD DE LAS INSTALACIONES 36
8.1 Inversión 36
8.2 Costes actuales de combustible y mantenimiento 36
8.3 Rentabilidad de la creación de una microrred 37
8.4 Rentabilidad individual de las instalaciones 37
8.4.1 Rentabilidad micro-central hidroeléctrica 37
8.4.2 Rentabilidad instalación termosolar 38
8.4.3 Rentabilidad instalación biomasa 38
9 CONCLUSIONES 39
9.1.1 Ampliaciones futuras 39
9.1.2 Una mirada hacia el futuro inmediato 40

ANEXOS

I. ANEXOS 42
I.1. Sistemas de almacenamiento ACS 43
I.2. Estudio de Caudales 49
I.3. Cálculos Tubería de Derivación 55
I.4. Estudio de insolación 58
I.5. Cálculos eléctricos 61
I.6. Cálculos estructurales 63
I.7. Descripción grupo turbina-generador 66
I.8. Dimensionado instalación termosolar para ACS 71
I.9. Cronología de documentación 80
I.10. Estudio de iluminación 81
I.11. Presupuestos recibidos 113
I.12. Presupuesto 128
I.13. Estudio económico 139
I.14. Anteproyecto central hidroeléctrica 152
I.15. Planos 163
II. REFERENCIAS 164
III. SOFTWARE 165

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

En la sociedad actual, las personas tenemos gran dependencia con la energía para realizar nuestras funciones básicas. Utilizamos aparatos eléctricos y térmicos para conseguir una buena calidad de vida. Es necesario mantener la higiene, realizar tareas con un mínimo de confort y en un tiempo reducido de forma continua, siendo indiferente el sitio donde nos encontremos. Incluso en lugares alejados del entorno urbano requerimos de un consumo energético que se suple con unas instalaciones que funcionan, casi su totalidad, con recursos energéticos fósiles.

El modelo energético actual se basa, en su mayoría en el consumo de recursos fósiles como fuente energética primaria. Cada vez son más las alternativas al uso de estos combustibles y a precios competitivos existiendo amplias posibilidades aplicables a escenarios distintos.

1.2 Objeto

El presente proyecto pretende mostrar la validez de un modelo de microrred basado en la generación de energía en el punto de consumo mediante fuentes energéticas renovables haciendo una gestión inteligente de ellas.

El proyecto se llevará a cabo en el Valle de Gistaín (Huesca), donde dos puntos de consumo cercanos necesitan de grupos electrógenos para satisfacer sus elevadas necesidades energéticas derivadas del elevado número de personas a las que tienen que dar servicio. Se creará una microrred de interconexión de los consumidores auto-regulada y eficiente compuesta por la ampliación de las instalaciones fotovoltaicas existentes, la rehabilitación de una micro-central hidroeléctrica y otras nuevas instalaciones termosolares y de biomasa eliminando el uso de combustibles fósiles.

La instalación eléctrica se realizará mediante una microrred de corriente continua para disminuir las pérdidas y por las ventajas que presenta desde el punto de vista de control e interconexión de elementos y reducción de fases de transformación de la corriente desde su generación hasta el punto de consumo final. Con el fin de reducir la potencia pico demandada por la instalación se dispondrá de un control jerárquico de los consumos evitando la activación de elevadas potencias simultáneamente sin perjudicar la calidad del servicio.

Para satisfacer las necesidades térmicas de agua corriente sanitaria se dispondrán dispositivos de captación termosolar y calderas de biomasa. Adicionalmente se contará con resistencias eléctricas que entrarán en funcionamiento cuando exista exceso de producción eléctrica.

Se pretende con este proyecto mostrar, a través de un ejemplo concreto de proyecto de ejecución, la viabilidad tecnológica y mejora energética y medioambiental de esta tipología de microrred eléctrica e instalaciones para que sirva como ejemplo para zonas rurales y

urbanas. Se quiere mostrar el método de estudio, diseño y ejecución de distintas formas de obtención de energía renovable.

1.3 Estructura

El proyecto engloba 5 partes fundamentales que se desarrollan a lo largo de sus capítulos. En la Ilustración 1 se presenta un esquema de las fases de ejecución del proyecto

Ilustración 1. Esquema de la estructura del proyecto.

Una vez recopilados todos los datos de los consumidores se realizan simulaciones de posibles sistemas que den solución a las necesidades energéticas. Una vez definidas las variables principales de la red se proyecta cada una de las instalaciones con el suficiente detalle para su correcta ejecución y puesta en marcha.

2 ESTADO ACTUAL

2.1 Situación y emplazamiento

En la provincia de Huesca, en pleno Pirineo Aragonés, se encuentran el Campamento *Virgen Blanca* y el Camping *El Forcallo*. Se trata de lugares aislados de la red eléctrica nacional, emplazados al final del Valle de Gistaín (o Valle de Chistau) y a escasos 200 metros del límite del Parque Natural Posets-Maladeta. La red eléctrica general más cercana se encuentra a 9km de distancia lo que hace inviable la conexión a la misma.

Lat. 42° 39´ 41,99´´ N

Lon. 0° 22´ 2,86´´ E

Ilustración 2: Situación y emplazamiento del proyecto.

Se ha estudiado la inclusión de un establecimiento cercano con las mismas necesidades (Refugio de Viadós) en el proyecto pero los costes del tendido eléctrico de más de 1km hacen inviable su adhesión.

El conjunto de edificios da refugio durante los meses de verano a multitud de campamentos infantiles, campistas y montañeros, llegando a acoger a gran cantidad de personas al mismo tiempo. Las necesidades eléctricas mínimas necesarias en un lugar como este, son básicamente luz durante las horas nocturnas en zonas comunes, baños y

estancias de la casa, así como la energía necesaria para los equipos de cocina durante todo el día. Las necesidades térmicas de estos lugares es proporcional al número de visitantes siendo básicamente su uso en agua corriente sanitaria en aseos.

Actualmente la necesidad energética de ambos lugares es muy elevada, de modo que para abastecerse utilizan **grupos electrógenos** y **calderas de gasoil** que suponen un gran gasto anual. Además producen un ruido muy molesto para estas zonas de descanso, así como emisiones contaminantes en uno de los parajes menos explotados del Pirineo. La eliminación de estos equipos supone una mejora ambiental y de la calidad del servicio. Estos aspectos son cada vez más influyentes en la toma de decisiones. Como se va a ver, la sustitución de estos equipos por otros sistemas basados en energías renovables supone una mejora ambiental.

2.2 Antecedentes

Para la elaboración del presente proyecto se ha recopilado información de los consumidores y de fuentes externas como la CHEbro. La documentación que se ha tenido en cuenta es:

- "Anteproyecto de centralita eléctrica para el campamento 'Virgen Blanca' en T.M. de Gistaín (Huesca) facilitado por un técnico de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

En el anexo I.9 se muestra una cronología de las reuniones con terceros y trabajos en campo.

2.3 Instalaciones Campamento Virgen Blanca

2.3.1 Instalación eléctrica

El campamento cuenta una instalación eléctrica formada por una línea de 220V 50Hz monofásica y otra de 48V de corriente continua. A continuación se desglosan todos los componentes de la instalación.

Cuenta con una **instalación fotovoltaica** que permite mantener consumos eléctricos de demanda permanente sin necesidad de tener encendido el grupo electrógeno permitiendo el ahorro en combustible y reducción de la contaminación acústica. Las placas tienen orientación Este y su reorientación mejorará la eficiencia de la instalación. El grupo de placas consta de 16 unidades de 24V y 150W siendo la potencia instalada de fotovoltaica de 2,4kW. Las horas de sol al día que incide sobre ellas es de 6h/día.

El almacenamiento de energía se hace en un grupo de **acumuladores** formado por 24 unidades Classic Solar Exide Thecnologies de 2V, capacidad de 1080Ah C_{120} 1,85V/cell a 20°C. La energía total almacenada a plena carga es de 51,84kWh. Su carga se controla mediante un regulador Victron Energy de 48V.

Todos los consumos son de 220V en corriente alterna. Para su transformación se utiliza un grupo de inversores de onda sinusoidal pura formado por 2 unidades Victron

Energy Phoenix de 48V de corriente continua de entrada y 3KVA de potencia de salida a 220V, 50Hz siendo la potencia total de salida de 6kVA.

El **grupo electrógeno** monofásico de 15KVA se utiliza para alimentar a los grandes consumos de maquinaria industrial para los que la instalación fotovoltaica no tiene capacidad, así como de apoyo para la carga de las baterías. La unión entre grupo electrógeno y baterías se realiza mediante un rectificador Tudor 2100TP configurado en entrada monofásica 220V y salida 48V de continua.

Existe además una antigua **micro-central hidroeléctrica deshabilitada** que abastecía al campamento de energía eléctrica años atrás. El potencial de esta instalación es muy elevado y su rehabilitación supone una fuente de energía renovable, continua y de gran potencia.

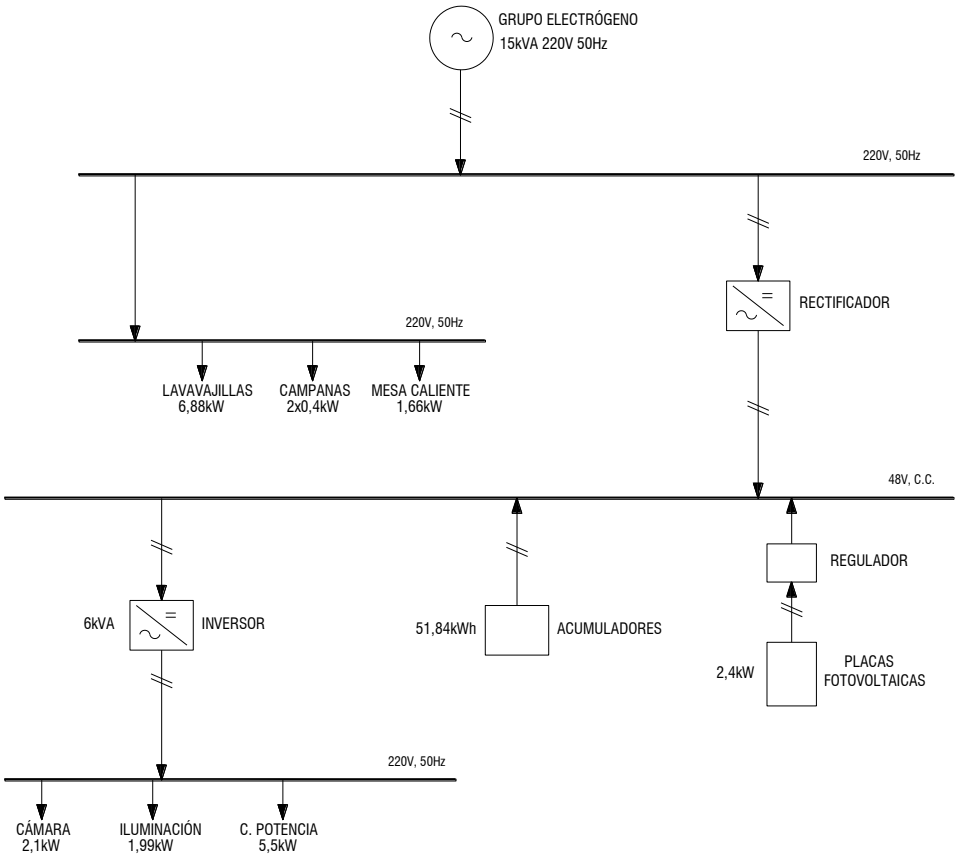


Ilustración 3: Instalación eléctrica actual del Campamento Virgen Blanca.

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	POTENCIA
Grupo electrógeno	Gasolina, 1500rpm monofásico	15kVA
Rectificador	Tudor 2100TP 400/230 12,6-21,9A	4,04kW
Inversor	2 x Victron Energy Phoenix 48V 3kVA	6kVA
Placas Fotovoltaicas	16 x Placas 24V 150W	2,4kW
Acumuladores	24 x Classic Solar Exide Thecnologies 2V 1080Ah C_{120} 1,85V/cell a 20^{0}C Capacidad total: 51,84kWh	

Tabla 1: Componentes instalación actual Virgen Blanca.

CONSUMO	POTENCIA (W)
Lavavajillas	6.880
Campanas extractora	2 x 400
Mesa Caliente	1.660
Cámara	2.100

Tabla 2: Consumos eléctricos principales instalación actual Virgen Blanca.

2.3.2 Instalación térmica

Cuentan con dos instalaciones independientes de agua corriente sanitaria. Una de ellas es una caldera doméstica de precalentamiento de 18 litros que usa como fuente energética gas propano. La otra instalación consiste en una **caldera de gasoil** que calienta el agua almacenada en un depósito de 1500 litros. La temperatura de entrada del agua a la instalación es de 6^0C según mediciones realizadas in situ. Toda la instalación térmica se encuentra a la misma cota.

La utilización de sistemas de precalentamiento termosolares y por efecto Joule supondrían la eliminación del uso de energías no renovables salvo para casos excepcionales.

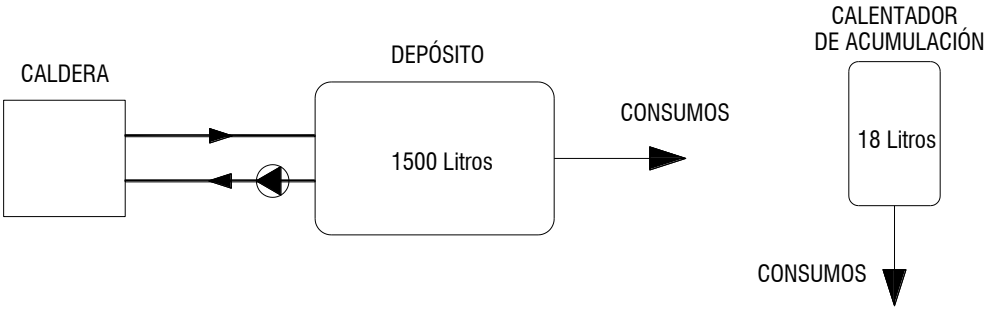


Ilustración 4: Instalación térmica actual del campamento Virgen Blanca.

2.4 Instalaciones Camping El Forcallo

2.4.1 Instalación eléctrica

Este consumo tiene un sistema eléctrico básico de 220V 50Hz monofásico al que está conectadas todas las cargas y que tiene como única fuente un **grupo electrógeno** de 10KVA. Esta instalación no dispone de acumuladores por lo que para disponer de corriente es necesario que el generador esté en funcionamiento.

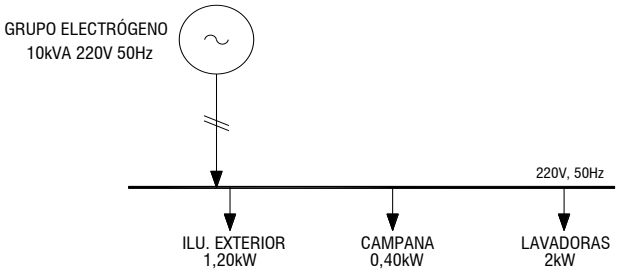


Ilustración 5: Instalación eléctrica actual del camping El Forcallo.

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	POTENCIA
Grupo electrógeno	Gasolina, 1500rpm monofásico	15kVA

Tabla 3: Componentes instalación actual El Forcallo.

CONSUMO	POTENCIA (W)
Lavadoras	2 x 1000
Campana extractora	400
Zona instalaciones	184

Tabla 4: Consumos principales instalación actual El Forcallo.

2.4.2 Instalación térmica

El camping dispone de una **caldera de gasoil** que calienta el agua que se almacena en un depósito de 1000 litros que abastece de agua a las dos plantas del edificio para servicios y hospedaje del complejo.

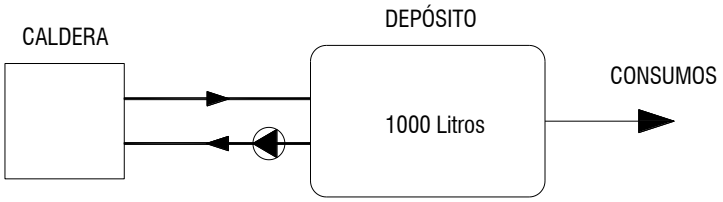


Ilustración 6: Instalación térmica actual del Camping El Forcallo.

3 ESTUDIO DE CONSUMO Y NECESIDADES

3.1 Método de estudio de los consumidores

En los sistemas en isla es muy importante saber las necesidades energéticas de los consumidores. En el apartado eléctrico las perturbaciones que sufran los puntos de generación y consumo no están compensadas por la acción de la red general y pueden provocar la inestabilidad del mismo.

La viabilidad de sistemas en isla depende del ajuste que se haga en el diseño de las instalaciones que la componen. La instalación debe satisfacer la demanda diaria y soportar los picos de consumo que se produzcan sin sobredimensionar las instalaciones.

Para el estudio de consumos se han mantenido una serie de reuniones con los usuarios para conocer la situación actual de las instalaciones, las perspectivas de ampliación de las mismas y el perfil de consumos que tienen. También se han visitado las instalaciones en varias ocasiones para ver su estado y recopilación de datos y medidas. El procesamiento de los datos recogidos consiste en primer lugar en generar el perfil de demanda de los usuarios y considerar las ampliaciones de la demanda esperadas. En segundo lugar se evalúan las instalaciones actuales para realizar mejoras, ampliaciones o sustracciones. Finalmente se estudian las distintas posibilidades de ampliación de la instalación mediante energías renovables según las condiciones del escenario.

Para analizar los sistemas energéticos actuales se ha utilizado el software Homer que permite calcular sistemas en isla con gran detalle.

3.2 Estudio de consumos Campamento Virgen Blanca

El Campamento Virgen Blanca mantiene sus puertas abiertas durante 70 días al año ininterrumpidos (del 15 de Junio al 23 de Agosto). En un futuro se piensa aumentar los días de apertura no aumentando en ningún caso el número de personas simultáneas en las instalaciones.

El consumo eléctrico del campamento se caracteriza por tener varios consumos puntuales de gran potencia (maquinaria de cocina industrial) junto con otros consumos constantes durante todas las horas del día (cámara frigorífica). Se tiene proyectado añadir a la instalación una congeladora industrial de 3kW.

Conocido el gasto anual en combustible para generación eléctrica, los días de apertura y el perfil de demanda diaria según el uso de las instalaciones, se compone un cuadro de potencia instalada y de consumo equivalente diario que se muestra en la Tabla 5 así como el perfil medio de consumo horario a lo largo del día que se muestra en la Ilustración 7.

CONSUMO	POTENCIA (kW)	CONSUMO EQUIVALENTE (kWh/dia)
Cámara	2,1	5,04
Congeladora	3	10,80
Iluminación	1,99	4,38
Lavavajillas	6,88	2,75
Mesa Caliente	1,6	5,76
Campana	0,8 (2x400W)	1,60
Circuito de potencia	5,5	20,09
TOTAL	**20,42**	**51,23**

Tabla 5: Potencia instalada y consumos de Virgen Blanca

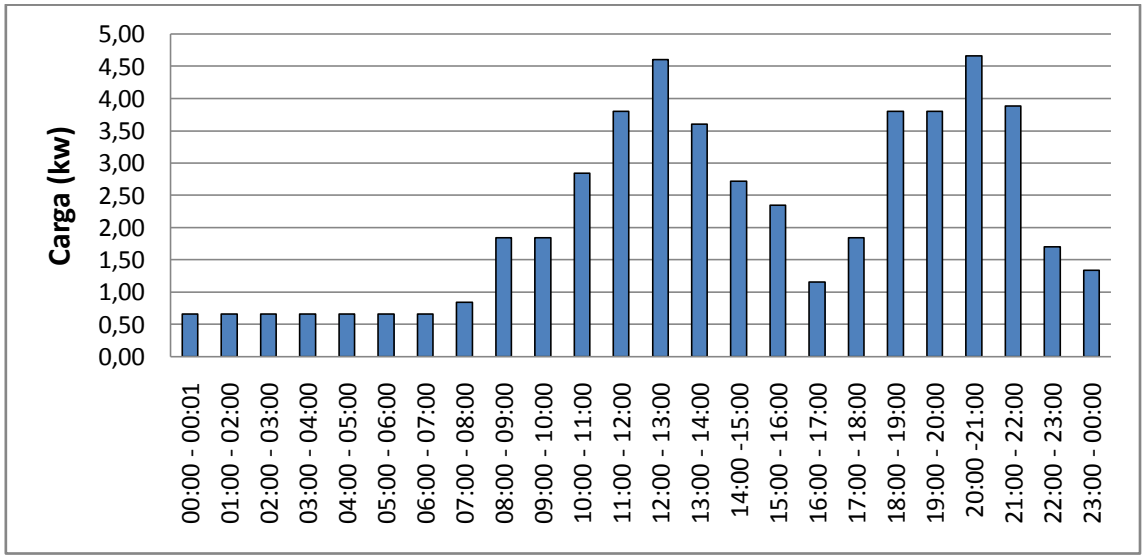


Ilustración 7: Perfil de consumo eléctrico de Virgen Blanca.

La instalación térmica del campamento consiste en 2 instalaciones independientes como se ha descrito en el apartado 2.3.2. La instalación principal consiste en un depósito de 1500 litros que proporciona agua caliente a las duchas para los campistas y zona de enfermería. El consumo medio diario es de una media de 4000 litros. Para calentar el agua requerida de 6^0C a 45^0C se necesitan 182,00kWh de energía. La eficiencia de la instalación es del 87,69% teniendo en cuenta las pérdidas diarias de almacenamiento de 8,942kWh como se describe en el apartado 0 del presente.

La caldera pequeña de gas propano tiene un consumo medio diario de 60 litros de agua, para calentar el agua se necesitan 2,73kWh de energía.

Para los cálculos de insolación se ha tenido en cuenta lo indicado en el apartado I.4 Estudio de insolación en el cual se tienen en cuenta los accidentes geográficos que afectan a la captación solar y se realiza un modelo tridimensional con la trayectoria del sol.

Con los datos de consumo se simula el sistema actual con ayuda del programa Homer viendo que el perfil que se ha confeccionado se asemeja muy bien a los datos reales de

consumo de combustible anual. Más del 50% de la energía eléctrica es proporcionada por el grupo electrógeno. Los datos resumen son los que aparecen en la Tabla 6.

Consumo gasolina del grupo electrógeno [l]	1.413
Consumo diesel de la caldera [l]	1.407
Consumo de gas propano [kg]	14,05
Emisiones de CO_2 [kg]	7.186
Producción elec. Fotovoltaica [kWh]	2.799 (42,23%)
Producción elec. Generador [kWh]	3.829 (57,77%)
Producción caldera grande [kWh]	12.738
Producción caldera pequeña [kWh]	191,1
Producción total energía no renovable [kWh]	16.692,1

Tabla 6. Consumo energético anual actual de Virgen Blanca.

3.3 Estudio de consumos Camping El Forcallo

El camping El Forcallo abre sus puertas al público durante 91 días al año en la época estival (del 1 de Junio al 30 de Agosto), al igual que el campamento Virgen Blanca. No tienen pensado ampliar los días de apertura. El consumo del camping se caracteriza por ser de menor potencia sin disponer de maquinaria industrial como cámaras frigoríficas o congeladoras. Durante las horas nocturnas el consumo eléctrico se detiene debido a la desconexión del único punto de generación disponible, un grupo electrógeno, y no disponer de elementos de acumulación.

Conocido el gasto anual en combustible para generación eléctrica, los días de apertura y el perfil de demanda diaria según el uso de las instalaciones, se compone un cuadro de potencia instalada y de consumo equivalente diario que se muestra en Tabla 7 así como el perfil medio de consumo horario a lo largo del día que se muestra en la Ilustración 8.

CONSUMO	POTENCIA (kW)	CONSUMO EQUIVALENTE (kWh/dia)
Iluminación	1,82	4,76
Lavadoras	2,00	1,36
Campana	0,40	0,80
Circuito de potencia	5,50	15,30
TOTAL	9,72	19,52

Tabla 7. Potencia instalada y consumos de El Forcallo.

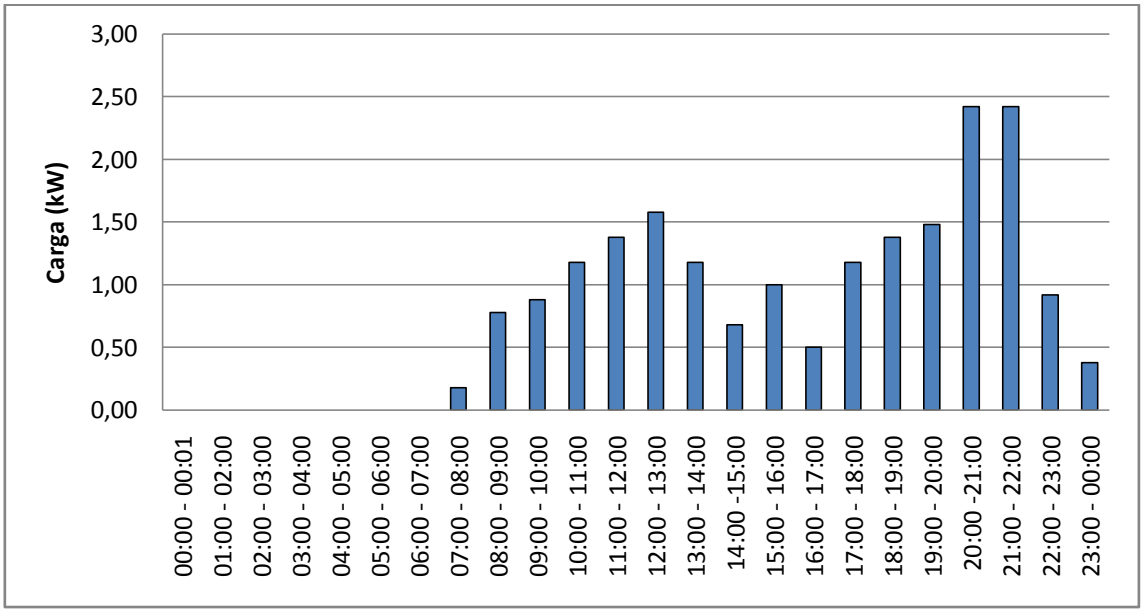


Ilustración 8: Perfil de consumo eléctrico actual de El Forcallo.

El Forcallo desea realizar una serie de ampliaciones incorporando a la instalación cámaras y congeladora para reducir el número de viajes para aprovisionamiento. Estas ampliaciones requieren de una fuente energética las 24h del día. El perfil de consumo esperado es el mostrado en la Tabla 8 e Ilustración 9.

CONSUMO	POTENCIA (kW)	CONSUMO EQUIVALENTE (kWh/dia)
Iluminación	1,82	4,76
Lavadoras	2,00	1,36
Campana	0,40	0,80
Cámara	2,1	5,04
Congeladora	3	7,2
Circuito de potencia	5,50	15,30
TOTAL	14,82	31,76

Tabla 8. Potencia instalada y consumos esperado de El Forcallo.

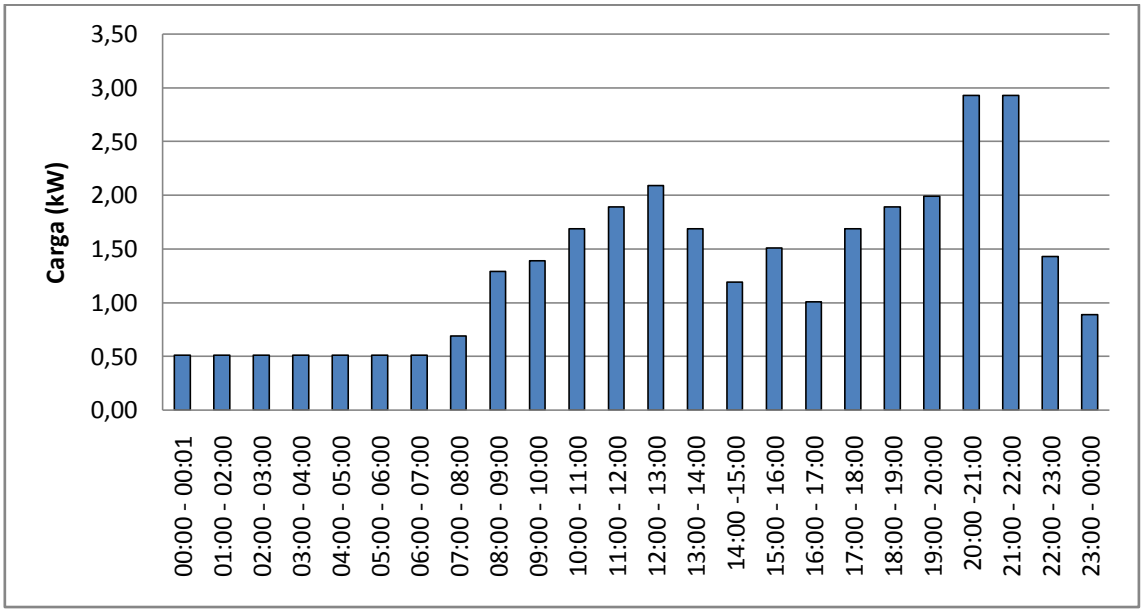


Ilustración 9: Perfil de consumo eléctrico esperado de El Forcallo.

El consumo térmico medio diario es el necesario para calentar 2.500 litros de agua de 6^0C a 45^0C a través de una caldera de gasoil. La energía necesaria para calentar esta agua es de 113,76kWh, la eficiencia de la caldera es de un 87,21% y las pérdidas por almacenamiento de 6,250kWh como se describe en el apartado 0 del presente.

Con los datos de consumo se simula el sistema actual con ayuda del programa Homer viendo que el perfil que se ha confeccionado se asemeja muy bien a los datos reales de consumo de combustible anual. El 100% de la energía eléctrica es proporcionada por el grupo electrógeno. Los datos resumen son los que aparecen en la Tabla 9.

Consumo gasolina del grupo electrógeno [litros]	3.385
Consumo diesel de la caldera [litros]	1.208
Emisiones de CO2 [kg]	11.053
Producción elec. Generador [kWh]	6.552 (100%)
Producción caldera [kWh]	10.366
Producción total energía no renovable [kWh]	16.918

Tabla 9. Consumo energético anual actual de El Forcallo.

3.4 Necesidades de los consumidores

Los consumidores tienen una serie de necesidades energéticas y de servicios que quieren satisfacer:

- Necesidad de eliminar toda fuente energética que necesite de un aporte de combustible que haya que transportar al lugar de consumo en grandes cantidades y con cierta peligrosidad.
- Eliminación de puntos de generación que tengan un alto coste de operación y mantenimiento.
- Mejorar la calidad del servicio prestado con la eliminación total o parcial de los grupos electrógenos.

- Reducir las emisiones contaminantes provenientes de la combustión de combustibles fósiles para integrarse con el medio natural que les rodea.

4 RED EN ISLA A TRAVÉS DE FUENTES RENOVABLES

Para satisfacer las necesidades eléctricas de los consumidores se estudia la creación de una red eléctrica en isla compuesta por ambos puntos de consumo y que a través de puntos de generación renovables suplan la totalidad de la demanda. La instalación térmica pasa a disponer de puntos de generación renovables.

La instalación eléctrica tiene como punto de generación principal una micro-central hidroeléctrica rehabilitada que produce energía de manera constante e ininterrumpida compartida por ambos consumidores. Además cuenta con una instalación fotovoltaica existente en el campamento Virgen Blanca. En El Forcallo se instala un conjunto de acumuladores para almacenar energía. Los grupos electrógenos se mantienen para su funcionamiento en casos aislados de mantenimiento o avería. Se crea un nuevo circuito de corriente continua para los nuevos consumos a 12V.

La instalación térmica es independiente para cada establecimiento. Se sustituye el uso de las calderas por una instalación termosolar para precalentar el agua en Virgen Blanca y una instalación de Biomasa en El Forcallo. Las calderas se mantienen para su uso en caso de avería y para suplir el déficit de producción del sistema termosolar por falta de insolación siguiendo lo dispuesto en el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios).

La central hidroeléctrica debe disponer de regulador de carga para que la turbina permanezca en su rango de funcionamiento independientemente de la carga que tenga conectada. Para ello se utiliza una regulación por balastro electrónico que disipa la energía sobrante en los depósitos de agua caliente sanitaria mediante Efecto Joule.

La iluminación de los edificios se sustituirá por bombillas de bajo consumo y de inducción conectadas a un circuito de Corriente Continua de 12V, reduciendo así el número de transformaciones de corriente y mejorando por lo tanto el rendimiento de la instalación. Debido al elevado número de pantallas fluorescentes se mantienen en algunas dependencias hasta agotar la vida útil de los equipos existentes para finalmente pasar a iluminación de corriente continua.

Los consumos de más potencias se controlarán de manera jerárquica, evitando que varios de ellos entren en funcionamiento a la vez y puedan generar inestabilidades en el sistema, con la finalidad de reducir la potencia pico de la instalación sin verse reducida la calidad del servicio de manera significativa. El control se puede realizar mediante PLC's o dispositivos como contactores y relés. Se escoge el uso de contactores y relés para dotar a la instalación de dinamismo y simplicidad con la finalidad de posibilitar la realización de ampliaciones del control por la adición de nuevos equipos por un instalador eléctrico oficial sin tener que recurrir de ingenierías para reprogramar los dispositivos PLC's.

4.1 Esquema de instalaciones

En la Ilustración 10 se muestra el esquema de conexión de la red en isla donde la central hidroeléctrica es la fuente energética principal y los dos consumidores tienen instalaciones que difieren básicamente en la potencia instalada. Se proponen instalaciones térmicas distintas para cada consumo para mostrar 2 tipologías de instalación típicas para

este tipo de consumidores. La instalación eléctrica se compone de paneles fotovoltaicos para Virgen Blanca, y de baterías y condensadores para ambos formando una instalación de transición de c. alterna a c. continua en ambos lugares. Se mantienen los grupos electrógenos existentes aunque su uso no se contempla necesario.

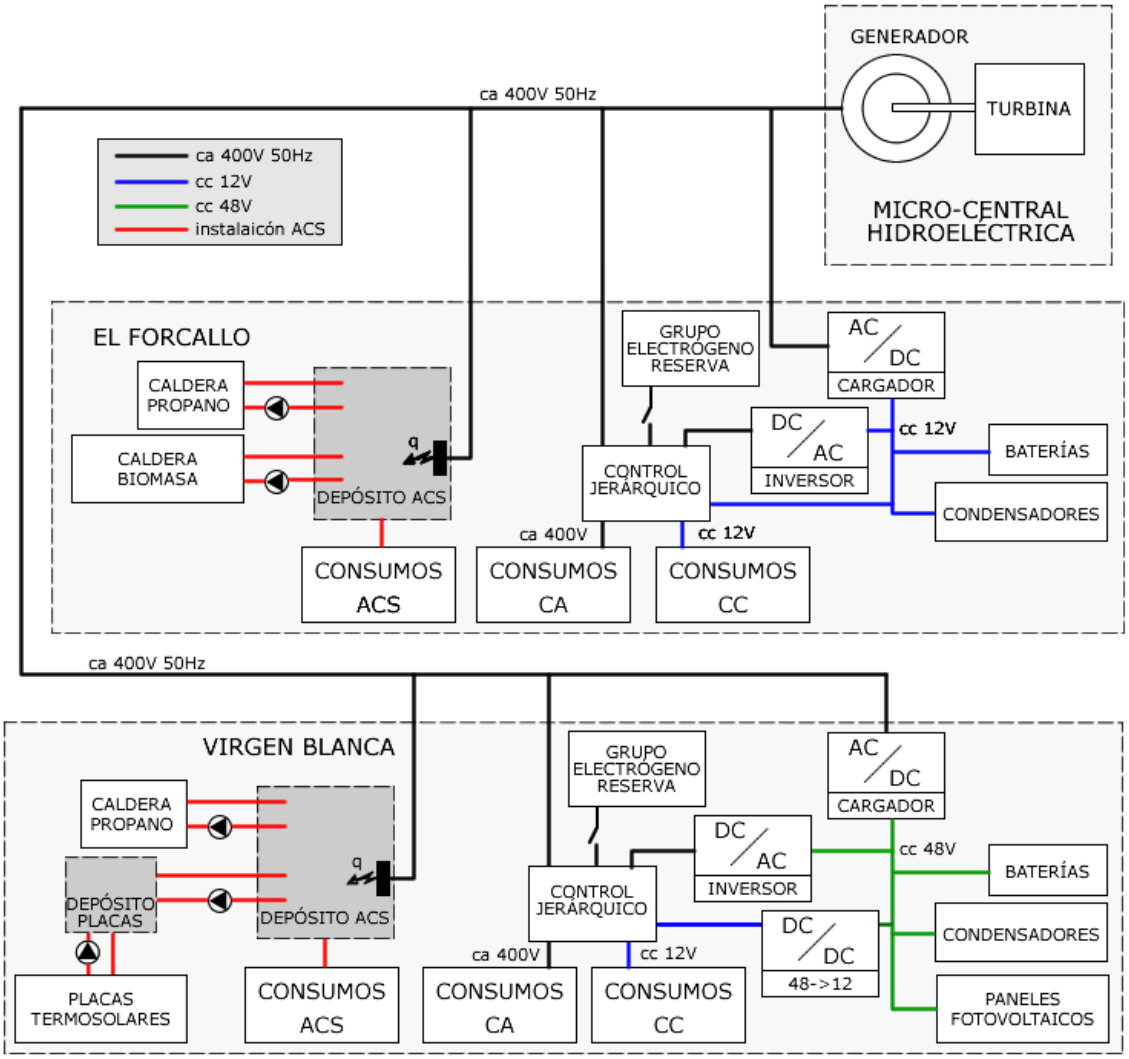


Ilustración 10. Esquema general instalaciones.

Todas las instalaciones se detallan en los apartados 5 y 6 del presente.

5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El esquema del sistema eléctrico propuesto es el indicado en la Ilustración 11 donde la central hidroeléctrica es común y la instalación particular es similar para ambos consumidores, salvo para El Forcallo que no dispone de generación fotovoltaica.

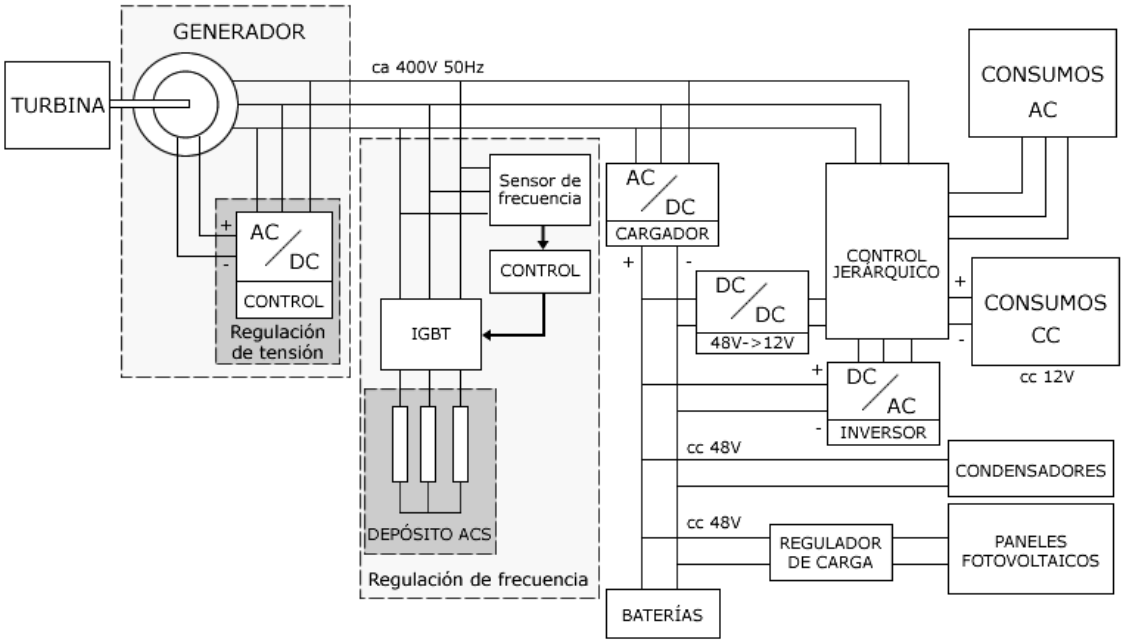


Ilustración 11. Sistema eléctrico híbrido hidroeléctrico-fotovoltaico.

Las **fuentes de generación** eléctrica son las siguientes:

- Micro-hidroeléctrica: genera electricidad renovable a partir de la energía del agua de un río debida a un salto de agua. Es una fuente energética continua y constante salvo en casos en que el caudal del río sea inferior al caudal ecológico del mismo. Produce corriente trifásica 400V 50Hz que es de transporte eficiente.
- Fotovoltaica: generación eléctrica renovable a partir de la luz solar que incide sobre unos paneles que producen corriente continua que es almacenada en acumuladores.

Se guarda la energía generada en **acumuladores** para su futura utilización. Las baterías se cargan a través de las dos fuentes de generación; mediante un cargador ca/cc almacena energía de la micro-hidroeléctrica y directamente de la fotvoltaica mediante un regulador de carga. Es importante basar la instalación eléctrica en la utilización de acumuladores puesto que su ratio prestaciones/coste está aumentando de forma importante.

Los **consumos** son en corriente alterna y en continua. En un futuro se pasará de manera progresiva todos los consumos a corriente continua eliminando los inversores de la instalación. Los consumos son de las siguientes características:

- Corriente continua: circuitos de continua de 12V del que se alimentan las luminarias y los equipos que se vayan incorporando a la instalación.
- Corriente alterna: circuitos trifásicos de 400V 50Hz del que se alimenta a las máquinas que requieren c. alterna como lavadoras, lavavajillas, y fluorescentes que se irán reemplazando al llegar al fin de su vida útil por equipos de c. continua. El control de frecuencia que calienta el ACS mediante efecto Joule es el principal consumo trifásico. Se realiza reparto de las cargas monofásicas en las distintas líneas.

El **control jerárquico** se dispone en un cuadro individual que tiene como entradas las líneas de corriente continua y alterna. En función de las necesidades energéticas y las prioridades que se den a los equipos este cuadro mediante contactores y relés distribuye la energía eléctrica de manera que no coincidan grandes consumos evitando picos de potencia que hagan inestable el sistema. Este sistema es dinámico pues resulta de fácil modificación para ajustarlo a las necesidades cambiantes de los consumidores.

5.1 Proyecto de iluminación

Actualmente se ha avanzado mucho en instalaciones de iluminación gracias a la proliferación de las lámparas fluorescentes compacta o CFL (*compact fluorescent lamp*). Estás lámparas en comparación con las incandescentes consumen aproximadamente una cuarta parte de energía para obtener el mismo nivel de iluminancia siendo su vida útil de unas 8.000h viéndose reducida por los ciclos de encendidos a los que son sometidas. Su funcionamiento consiste en transformar la corriente alterna a 230V mediante un balasto electrónico, donde un rectificador diodo de onda completa la convierte en corriente continua para posteriormente un circuito oscilador convertirla nuevamente a corriente alterna de 20 a 60kHz.

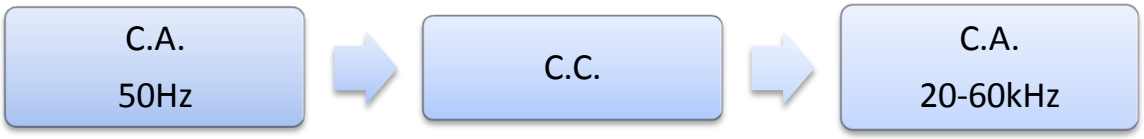


Ilustración 12. Esquema transformaciones energía eléctrica en CFL.

Al realizar la distribución eléctrica en corriente continua no es necesaria la primera fase de transformación de 50Hz a c. continua aumentando así la eficiencia de la lámpara. Existen en el mercado CFL con alimentación a 12V y 24V c.c.

Para el cálculo lumínico de las estancias interiores y zonas exteriores se ha utilizado el programa de cálculo Dialux siguiendo las recomendaciones de la Norma UNE 12464-1 sobre alumbrado de instalaciones interiores y las recomendaciones de niveles de iluminación del instalador Airfal.

ESTANCIA	NIVEL DE ILUMINACIÓN (lux)		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO
Cuarto de baño	50	100	250
Cocinas	150	300	600
Estancias comunes	70	200	400
Dormitorios	50	100	250
Almacén	-	100	-
Reparaciones	200	300	500
Pasillos	-	100	-

Tabla 10. Nivel de iluminación de las distintas dependencias.

Se debe conseguir un nivel de iluminación mayor a 75 lux según lo marcado en el Documento Básico DB-SU4.

En el anexo I.10 se muestran los resultados lumínicos incluyendo detalles de las zonas que requieren de buena iluminación como son cocinas, enfermerías y zonas exteriores.

5.2 Instalación fotovoltaica

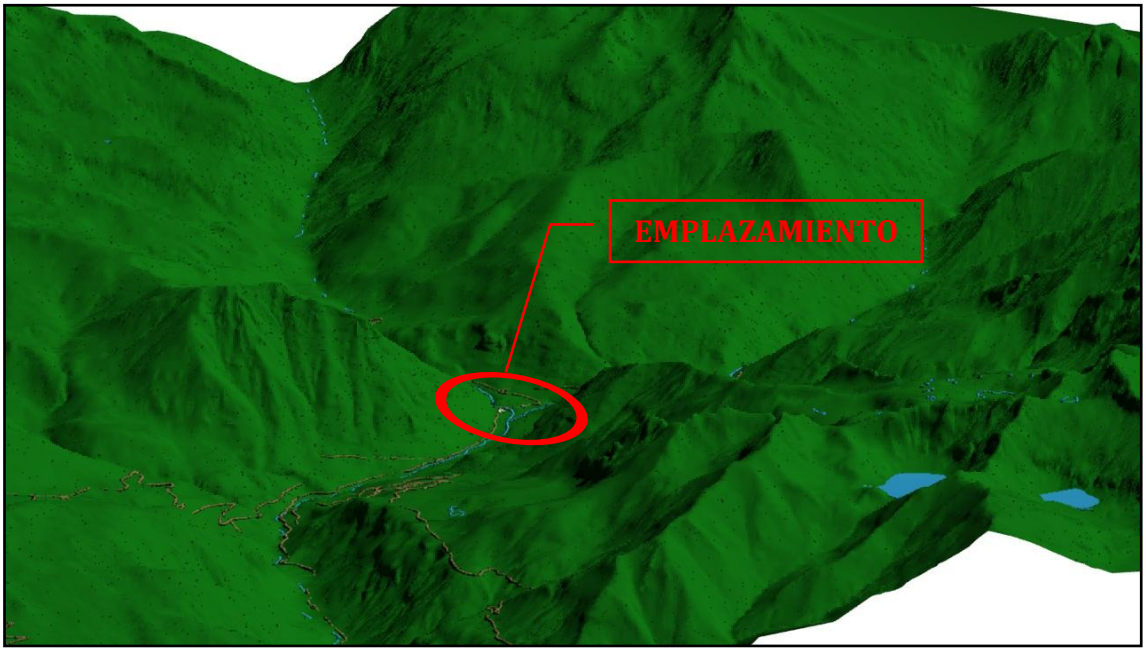


Ilustración 13. Emplazamiento del aprovechamiento fotovoltaico y topografía.

El emplazamiento del objeto del proyecto es en el fondo de un valle de alta montaña donde la topografía que le rodea es a cotas más elevadas lo que perjudica a la captación solar ya que en parte de las horas de insolación existen obstáculos que no permiten el paso de la luz solar a los sistemas de captación termosolar y fotovoltaico.

5.2.1 Situación actual

El campamento Virgen blanca dispone de una instalación fotovoltaica como ya se ha comentado en el apartado 2.3 del presente. Dicha instalación permite disponer de energía limpia durante todo el día. En la Ilustración 14 se muestra una imagen de la instalación actual de las placas fotovoltaicas sobre cubierta.

Ilustración 14. Placas fotovoltaicas Virgen Blanca.

Las placas fotovoltaicas tienen una orientación Azimuth de -68^0. Para mejorar el rendimiento de las mismas hay que reorientarlas hacia el Sur (Azinuth de 0^0). La instalación únicamente se utiliza en época estival lo que influye en el diseño de su disposición.

El camping El Forcallo no dispone de instalación fotovoltaica. Su ejecución no es necesaria puesto que las necesidades eléctricas quedan sobradamente cubiertas por la micro-central hidroeléctrica.

La generación mediante estas instalaciones no produce contaminación acústica ni de gases perjudiciales para el medio ambiente.

5.2.2 Memoria de la instalación

La insolación en las placas se ve perjudicada por sombras debido a la orografía del terreno cercano. En un entorno urbano resulta fácil calcular las pérdidas por sombras debida a edificios (elementos ortogonales cercanos) pero ante obstáculos naturales el estudio es más complejo. Se ha realizado un modelo 3D del lugar y se ha simulado el movimiento del sol para calcular las sombras y así utilizar los niveles de insolación reales.

Según el estudio de insolación descrito en el anexo I.4 Estudio de insolación, los valores de orientación e inclinación de las placas para los consumidores son las mostradas en la Tabla 11.

	Virgen Blanca	El Forcallo
Orientación (Azimuth)	-15^0	-5^0
Inclinación	27^0	27^0

Tabla 11. Valores de diseño de placas fotovltaicas.

VIRGEN BLANCA

Este consumidor dispone de una instalación fotovoltaica de 2,4kW descrita en el apartado 2.3.1 del presente documento. Todos sus elementos son reutilizados (placas fotovoltaicas, baterías de acumulación, reguladores, inversores y cargador). Se modifica la inclinación y orientación de las mismas según valores de diseño siguiendo esquema y detalles de los planos.

Con el cambio de orientación se consigue un aumento de la producción fotovoltaica del 8,9% como se muestra en la Tabla 12.

Producción actual [kWh/año]	Nueva producción [kWh/año]	Incremento
2.799	3.049	8,9%

Tabla 12. Incremento producción fotovoltaica Virgen Blanca.

El sistema de generación y acumulación actual es de 48V por lo que se dispondrá de un convertidor c.c. ⟶c.c. de 48V a 12V.

5.3 Proyecto central micro-hidroeléctrica

5.3.1 Situación actual

En las inmediaciones del Campamento Virgen blanca se encuentran los restos de una micro-central hidroeléctrica que ha venido utilizando el Campamento Virgen Blanca desde su instalación en la Partida de "Els Plans" del término municipal de Gistaín (Huesca) en el año 1966 hasta el verano de 1988 que dejó de utilizarse por agotamiento de la misma y de parte de su equipo.

La instalación se compone, como se muestra en la Ilustración 15 de un azud donde se capta el agua que es transportada mediante una tubería de derivación al depósito de carga donde se estabiliza el flujo de agua. Posteriormente se transporta el agua mediante la tubería forzada a la caseta de máquinas donde se le hace pasar por una turbina que a su vez mueve un generador que produce finalmente la energía eléctrica.

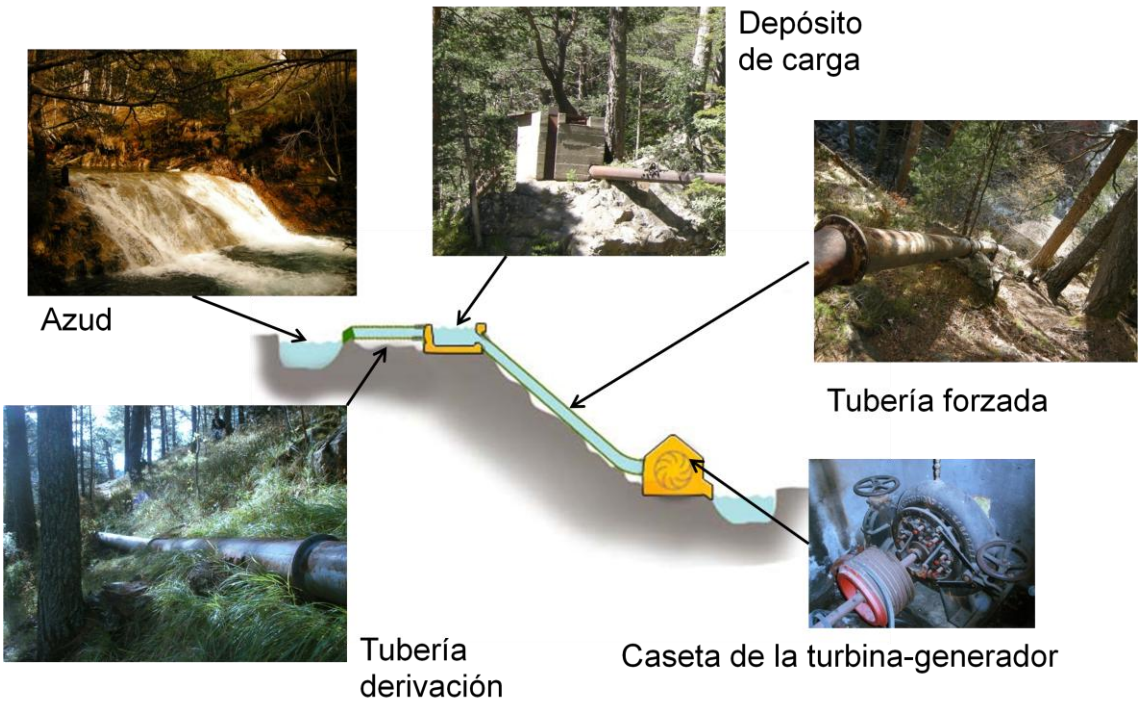


Ilustración 15. Esquema de la instalación hidroeléctrcia.

El **azud** consta de un salto de unos 2,2m que supone un pequeño remanso natural que se recreció mediante 30cm de hormigón sobre la roca y amarrado con barras de acero de Ø25c40. Actualmente sólo existen rastros de la obra civil como se muestra en la Ilustración 16.

Ilustración 16. Azud y restos de obra civil de toma de agua.

El tramo de **tubería de derivación** tiene una longitud de 65,5m situado en la margen derecha del río apoyado sobre terreno natural. La antigua tubería se encuentra corroída y en mal estado como se puede apreciar en la Ilustración 17.

Ilustración 17. Tubería derivación existente.

Este tramo de tubería tiene que salvar 2 vuelos al inicio y al final de 8,5m y 14,4m respectivamente. El primero estaba resuelto mediante dos apoyo con estructura metálica en forma de "L" invertida con perfiles tipo "U" incrustados en una pared de roca que pueden ser reutilizados. El segundo tramo se resolvió mediante un cable tensado sobre la tubería y apoyado en los extremos mediante zapatas de hormigón y rocas de gran tamaño como se puede ver en la Ilustración 18.

Ilustración 18. Tramo final en vuelo de tubería derivación.

En la Ilustración 19 se puede ver el **depósito de carga** es de planta cuadrada de aproximadamente 1,5m de lado de hormigón insitu de 15cm de espesor y 1,35m de altura. Disponía de un sistema básico de rejas metálicas de agujeros de Ø5mm y una tapa superior

ambas metálicas y existentes aunque corroídas. Dispone de una compuerta para su vaciado tipo "tajadera".

Ilustración 19. Depósito de carga.

La tubería forzada de 16m de longitud es de fundición y baja a la caseta de máquinas con una pendiente del 117% y se encuentra apoyada en muretes de roca y hormigón. Se encuentra en un estado de posible reutilización como puede apreciarse en la Ilustración 20.

Ilustración 20. Tubería forzada.

La **caseta de máquinas** que se muestra en la Ilustración 21 es de planta cuadrada de 3,00x3,30m con cubierta de uralita a un agua. El cerramiento es de ladrillo con enfoscado de mortero exterior e interior sin pintar. La estructura de cubierta está formada por 6 viguetas de hormigón armado y la caseta se encuentra sobre-elevada con apoyo en roca natural y hormigón insitu sobre la que hay una plataforma compuesta de 3 vigas longitudinales IPE240 y 6 semi-viguetas transversales de hormigón armado que sobresalen de la planta de la caseta para formar la entrada en voladizo a la caseta. El forjado undireccional está realizado mediante ladrillo cerámico plano en mal estado.

El suelo de la caseta es una solera de unos 5cm sin mallazo de compresión que dispone de un hueco para la salida de la turbina y de pedestales de hormigón para amarrar la maquinaria. La carpintería es de acero y consta de 2 pequeñas ventanas de una hoja y una puerta de doble hoja para el acceso de maquinaria y personas. La situación general del forjado es mala.

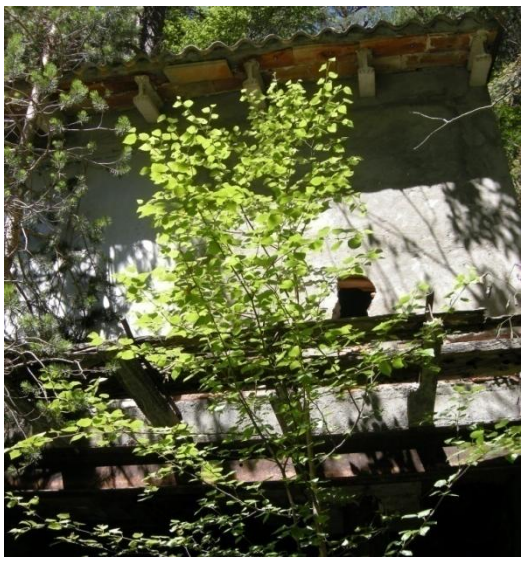


Ilustración 21. Caseta de máquinas. Izq. Frontal y Dcha. Interior.

La línea eléctrica hasta el campamento era tendido aéreo que cruzaba dos veces el río y los postes eran de madera amarrados a una zapata de hormigón.

La **turbina hidráulica** es de reacción de tipo Francis fabricada por Electricidad de Sabadell, donde el flujo de agua entra en la turbina de manera radial y sale en dirección axial. Cuenta con una regulación de flujo, como se puede apreciar en las imágenes, de accionamiento manual.

La transmisión de energía mecánica de la turbina al generador se realizaba mediante correas de goma de relación de transmisión i=1:1.

El **generador era** trifásico síncrono con excitatriz de corriente continua que transforma la energía mecánica de rotación en energía eléctrica con salida 220V 50Hz, su estado es inservible.

Ilustración 22. Turbina Francis y generador trifásico.

El salto de agua del aprovechamiento es de **10m.**

5.3.2 Estudio de caudales

Los aprovechamientos hidroeléctricos están sujetos a restricciones de salto y caudal definidos por su localización. Con estas restricciones se sabe hasta cuanta potencia hidráulica se puede obtener. La selección final del equipamiento se obtiene de la mejor relación entre la potencia obtenida y el coste de la instalación teniendo en cuenta los equipos existentes en el mercado.

Así pues, se indican primero los valores máximos de caudal, salto y potencia del aprovechamiento, así como los equipos idóneos para el aprovechamiento en particular. Con esta primera caracterización se puede dimensionar la instalación en función del escenario existente en el momento de su ejecución.

Se dimensiona el caudal de equipamiento teniendo en cuenta la capacidad del río y el caudal ecológico que debe mantenerse. Para la selección del caudal se utilizan los datos históricos de los aforos de la Confederación Hidrográfica del Ebro. El aforo más cercano se encuentra a pocos kilómetros aguas abajo del Río Cinqueta, el aforo "Cinqueta en Molino de Gistain"' que es la estación Nº: 9171. Los datos se encuentran en la web de la Confederación Hidrográfica del Ebro y en la web del Ministerio de Medio Ambiente.

- http://oph.chebro.es/documentacion/CaudalEA/CaudalEA.htm
- http://hercules.cedex.es/anuarioaforos/afo/estaf-datos.asp?indroea=9171

Los valores de caudal recogidos en el aforo son mayores que los existentes en la ubicación de la central hidroeléctrica aguas arriba debido a la incororación de afluentes al caudal del río. Para interpolar los datos del aforo al punto de interés se ha calculado la relación que existe entre ambos caudales.

Para obtener la relación entre ambos caudales hay que medirlos en el menor intervalo de tiempo posible empezando por el que esté más aguas arriba. Para el cálculo del caudal se utiliza el **método del flotador** que consiste en medir la velocidad del agua en una zona

concreta con ayuda de un objeto flotante como se detalla en el anexo 0 siendo la probabilidad de aparición de caudal la mostrada en la Ilustración 23.

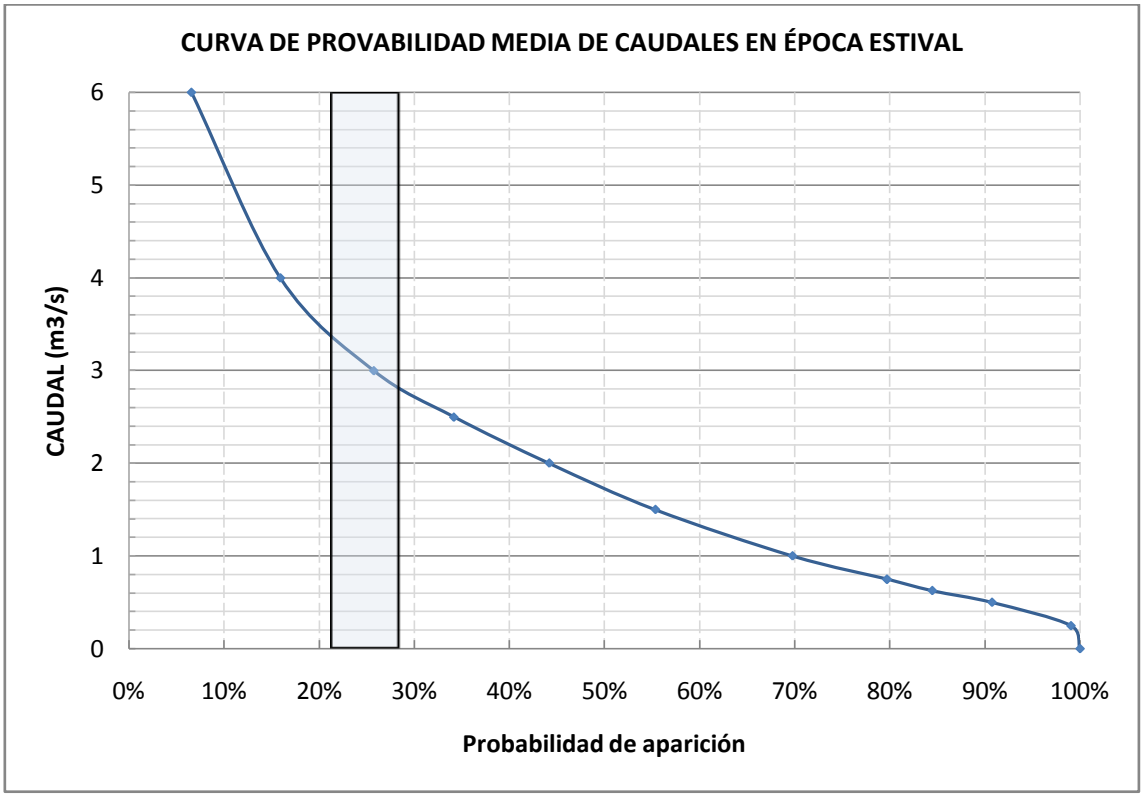


Ilustración 23. Curva de probabilidad media de caudales en época estival.

5.3.3 Turbina

La turbina es el principal componente de un aprovechamiento hidroeléctrico. De su correcta selección depende el rendimiento de la instalación. Existen varias tipologías de turbinas, para este pequeño salto de 10m son óptimas las turbinas Michell Banki y las Kaplan, estas últimas mejores para elevados caudales.

Por lo especificado en el anexo I.7 Descripción grupo turbina-generador, la mejor opción es una turbina de tipo Michell Banki similar a la de la Ilustración 24.

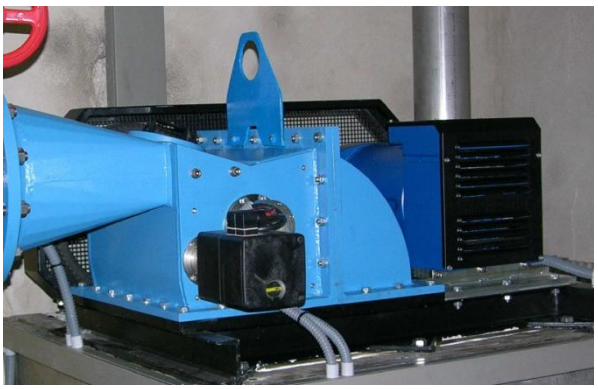


Ilustración 24. Imagen de turbina Michell Banki.

5.3.4 Generador y sistema eléctrico

La selección del generador y del sistema eléctrico se ha realizado según lo expuesto en el anexo I.7 Descripción grupo turbina-generador. Según la potencia producida y el rendimiento de los equipos se instala un **generador trifásico síncrono sin escobillas** de grado de protección mínimo IP20 con regulador de tensión incorporado según fabricante y control de frecuencia externo mediante balastro electrónico.

5.3.5 Memoria de la instalación

5.3.5.1 Dimensionado del aprovechamiento

La producción de electricidad del aprovechamiento hidroeléctrico será utilizada por 2 consumidores a partes iguales.

La probabilidad de tener un caudal de 200l/s según la Ilustración 23 es del 99,5% lo cual asegura la energía de este aprovechamiento la totalidad del tiempo de uso. La potencia eléctrica obtenida es de:

$$P = g \cdot H \cdot Q \cdot \eta_{turbina} \cdot \eta_{generador} = 9{,}81 \cdot 10 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}97 = 15{,}22kW$$

Las pérdidas por distribución hasta los consumidores se indican en la Tabla 13 según los cálculos realizados indicados en el Anexo I.5.

	Virgen Blanca	El Forcallo
Distancia [m]	180	285
Sección de cable [mm²]	35	2x35
Perdidas [W]	53,14	42,07
Rendimiento línea [%]	99,30	99,45

Tabla 13. Rendimiento de la línea eléctrica.

Con esta potencia se consigue la energía anual mostrada en la Tabla 14 para cada consumo:

	Virgen Blanca	El Forcallo
Potencia generada [kW]	7,61	7,61
P menos pérdidas transporte [kW]	7,56	7,57
Energía diaria [kWh/día]	181,36	181,63
Días de utilización	70	91
Producción anual [kWh/año]	12.695	16.529
Demanda total [kWh/año]	16.692,1	16.918
Aporte hidroeléctrica [%]	76,06	97,70

Tabla 14. Producción micro-central hidroeléctrica.

Con este dimensionado se cubren ampliamente las necesidades eléctricas de los consumos y el sobrante se utiliza para cubrir parte de las necesidades térmicas. En el caso de El Forcallo se satisfacen casi por completo las necesidades energéticas.

5.3.5.2 Azud

Para la captación de agua se recrecerá la altura de agua mediante el uso de gaviones (cajón de malla metálica relleno de piedras del lugar) para cubrir la totalidad del tubo de captación. Mediante esta técnica se consigue recrecer el río sin necesidad de realizar un exceso de obra en el cauce del río que implicaría perforaciones en la roca y uso de hormigón y ferralla. El impacto ambiental con el uso de gaviones es mínimo y temporal.

El tubo de captación se dispondrá sobre el borde del azud sujeto mediante zuncho de hormigón. La entrada del tubo dispondrá de una primera etapa de filtrado de material de grandes dimensiones (ramas y rocas) mediante rejilla de barras metálicas Ø8c10.

Mantenimiento: Los gaviones deberán ser vaciados y recogidos a final de temporada y recolocados al inicio de cada temporada. Se debe inspeccionar el filtro de captación de forma periódica.

5.3.5.3 Tubería de derivación

El desnivel que debe salvar esta canalización es de 3,5m y una longitud de 65,5m. Debe ser capaz de transportar el caudal requerido por la turbina, para su simulación se utiliza el programa informático Epanet 2.0 de flujo de tuberías simulando los escenarios posibles.

Se puede utilizar tuberías de fundición que requieren mucha mano de obra para su instalación o tuberías de plástico no rígidas para una instalación más económica. Se aplica un coeficiente de seguridad del 20% y se simula para obtener un nivel en la cámara de carga de 0, 1 y 2m ya que al ganar nivel en la cámara de carga el salto aumenta en altura siendo mayor la producción eléctrica. Las simulaciones se detallan en el apartado I.3 del documento.

Se va a mantener 1m de altura en la cámara de carga como mínimo para así ganar un 10% de potencia en el salto. Existen 2 formas constructivas de realizar la canalización:

1. Mediante un tubo de fundición de 400mm rígido que requiere de más mano de obra así como de codos para salvar los cambios de dirección en su recorrido.
2. 3 tubos de polietinelo (PE) de baja densidad de 200mm distribuidos en barras de 6 y 12m que permiten salvar los cambios de dirección sin el uso de codos.

Se proyectan 3 tubos de polietileno.

Para salvar el barranco de 14,4m que hay en la parte final de la canalización se utiliza un rack de estructura metálica mostrado en la Ilustración 25 según cálculos que se muestran en I.6 Cálculos estructurales y fabricación y montaje según se indica en planos.

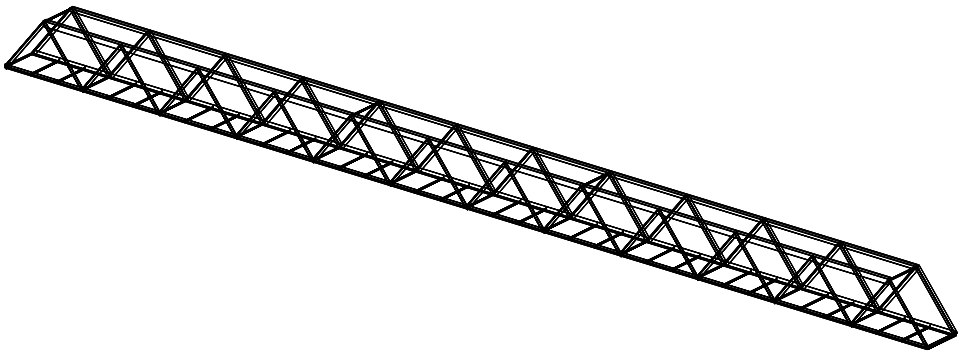


Ilustración 25. Rack metálico para canalización en barranco de 14,4m

5.3.5.4 Cámara de carga

La cámara actual es de dimensiones pequeñas para el caudal de equipamiento de 200l/s. Se realizará una ampliación longitudinal del mismo. Dispondrá de una barrera de sedimentos, de aliviadero, tubería de vaciado, tapa superior y de un filtro horizontal de limpieza manual con agujeros del diámetro que evite el paso de partículas dañinas para la turbina según indique fabricante.

En los planos se aprecian los detalles constructivos del mismo. Debido al poco salto del aprovechamiento no es necesario el uso de chimenea de equilibrio. Debido a la limpieza del agua de proceso la limpieza será de manera manual, sin limpia-rejas automático.

5.3.5.5 Tubería forzada

Su longitud en pendiente es de 16m con una inclinación del 117%. Dispone de un tramo horizontal a la entrada de la turbina de al menos 1m de longitud.

El diámetro de entrada de la turbina Banki para este salto es de 400mm y será de acero al carbono soldada helicoidalmente con un espesor de 6,3mm PN máx 20 Atm en acero S235 JR G2 según Norma de Fabricación UNE EN 10025:1994.

La unión de los tubos se realizará mediante juntas acerrojadas que permiten transferir los esfuerzos axiales de un elemento a otro asegurando el enganche. Con ella se evita la construcción de macizos de anclaje intermedios, pudiendo utilizar los actuales como simple apoyo para evitar en pandeo y reducir las vibraciones.

5.3.5.6 Grupo turbina-generador

Se instala un sistema compacto trubina-generador que dispone de turbina hidráulica que transforma la energía del agua en energía mecánica, transmisión mediante correa de goma y generador eléctrico que transforma la energía mecánica en eléctrica incluyendo sistema de control de tensión.

Como se ha explicado en el apartado 5.3.3 se instala una turbina Michell-Banki con un rendimiento del 82%. El generador será siguiendo lo comentado en el apartado 5.3.4 un

generador síncrono sin escobillas con la placa de control de tensión correspondiente según fabricante.

La potencia de la instalación es de 15,22kW a 400V trifásico 50Hz.

El control de frecuencia se realizará mediante un sistema por balastro disipando la energía mediante efecto Joule en el depósito de ACS de cada consumidor. Su rango de actuación es de 50±1Hz multi-etapa controlado mediante dispositivo Triac. La distancia entre la central hidroeléctrica y los consumidores es significativa y el grupo queda desprotegido de control de potencia ante un fallo en la línea. Para su protección se dispone de un sistema de detección de frecuencia mediante relé que ante variaciones de frecuencia elevadas ±5Hz activa una resistencia de valor tal que pueda disipar toda la energía producida, como se muestra en la Ilustración 26:

$$R_{protecci\ ónY} \geq \frac{\sqrt{3} \cdot 400^2}{15.220} = 18{,}21\Omega$$

De este modo cuando se restablezca la línea a los consumidores no es necesario el accionamiento manual de elementos en la caseta de máquinas.

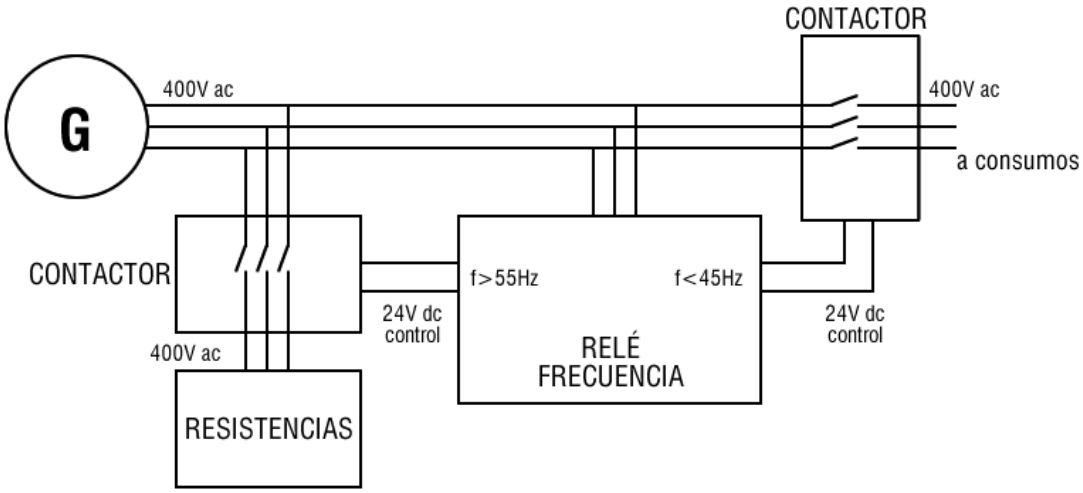


Ilustración 26. Protección en frecuencia del grupo turbina-generador.

Ante un descenso significativo de la frecuencia, debido a exceso de potencia consumida, el relé de frecuencia activa el seccionamiento de la línea desconectando a los consumidores y protegiendo al grupo turbina-generador de la reducción de velocidad de giro.

OBRA CIVIL EN CASETA

Del suelo de la caseta sólo se mantienen las vigas IPE principales. El nuevo forjado se realiza mediante semiviguetas de hormigón armado, bovedillas de hormigón hueco y una capa de compresión de 5cm con mallazo de Ø5c15 según se especifica en el anexo de planos. Hay que habilitar un hueco para la salida del agua de la turbina así como de unos pedestales de hormigón para recibir al grupo turbina-generador según fabricante.

5.4 Control de consumos

Para reducir la potencia pico que pueda aparecer en la instalación eléctrica instalará un cuadro de control jerárquico de consumos con el que gestionar la puesta en marcha de los equipos en función de los elementos que se encuentren en ese momento accionados. Este cuadro está compuesto por contactores que tienen como señal de activación la de aquel equipo que jerárquicamente está en un nivel superior y que regulan la activación o corte el circuito del equipo que controlan.

Este cuadro al estar formado por contactores y relés está dotado de dinamismo y sencillez, lo que permite una fácil modificación u ampliación del mismo. En la Ilustración 27 se muestra el esquema jerárquico de consumos en Virgen Blanca y en la Ilustración 28 se muestra el control jerárquico de El Forcallo que es muy básico ya que no cuenta con muchos equipos de gran potencia. En el anexo de planos se muestra el esquema eléctrico de los cuadros.

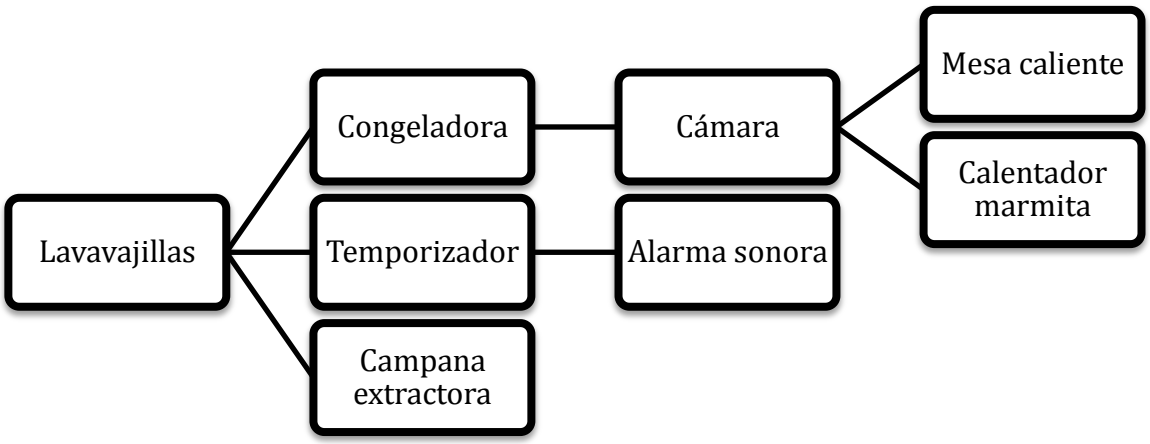


Ilustración 27. Control jerárquico de consumos de Virgen Blanca.

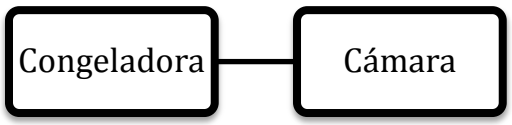


Ilustración 28. Control jerárquico de consumos de El Forcallo.

En el anexo de planos se detalla el conexionado de estos equipos.

5.5 Acumuladores de energía

El Forcallo no dispone de almacenamiento eléctrico lo cual en un lugar aislado es importante pese a disponer de una central hidroeléctrica que proporciona energía de manera continua. Además de aumentar la potencia instalada se consigue la disponibilidad de energía ante caídas del resto de fuentes energéticas aumentando la calidad del servicio.

El consumidor tiene un consumo medio diario de 31,76kWh. Para suministrar a la instalación la energía requerida durante un día se necesitan:

- Acumuladores: Classic Solar Exide Thecnologies de 2V, capacidad de 1080Ah C_{120} 1,85V/cell a 20°C

$$n^0 acumuladores = \frac{E_{demandada}}{E_{acumulador}} = \frac{31{,}76}{2{,}16} \approx 15\ acumuladores$$

Ante un fallo grave de la hidroeléctrica el consumidor usaría los circuitos mínimos de iluminación, cámara y congeladora siendo el consumo diario de 17,00kWh con lo que dispondría de electricidad durante:

$$horas\ emergencia = \frac{E_{disponible}}{E_{c.\ emergencia}} = \frac{32{,}4}{17/24} = 1{,}9\ días$$

Funcionando en emergencia la potencia máxima que se puede dar es de 4,82kW. Con la instalación de 3 equipos Victron energy 12V/2000W/80A se dispone de una potencia de 6kW y de una potencia pico de 12kW conexionados en modo trifásico.

6 INSTALACIONES TÉRMICAS

Para suplir las necesidades térmicas actuales de los consumidores mediante fuentes energéticas renovables se utilizan dos fuentes principales:

- Aporte de energía por efecto Joule proveniente de la regulación de frecuencia por balastro electrónico de la micro-central hidroeléctrica para ambos consumidores.
- Aporte de energía de una instalación termosolar para el Campamento Virgen Blanca.
- Energía de biomasa aportada por una caldera de Pellets para el Camping El Forcallo.

Las instalaciones termosolar y de biomasa se definen a continuación.

6.1 Proyecto instalación termosolar Virgen Blanca

La demanda de energía térmica del consumidor es muy elevada y realizada en periodos muy breves de tiempo. Se sustituye el depósito de acumulación pasando de 1500 a 4000 litros con lo que se consigue:

- Disponer de toda la demanda pico previamente calentada con fuentes energéticas renovables.
- Reducir las pérdidas térmicas de acumulación en un 54,30% según el estudio del anexo I.1.
- Tener preparado el acumulador para incorporar serpentín, resistencia eléctrica, y múltiples tomas requeridas por la nueva instalación según el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios" (RITE), el "Código Técnico de la Edificación" (CTE).

Según el apartado 3.3.3.2 del CTE-DB-HE-4 "situación de las conexiones" no está permitido un sistema de generación auxiliar en el acumulador. Por lo que se dispone un acumulador independiente para la producción termosolar de menor tamaño independizando así ambas instalaciones.

6.1.1 Sistema de captadores solares

La instalación se compone de 5 captadores de 2,35m2 con una superficie total de 11,75m^2 siendo el ratio de acumulación de 340,43 litros por metro cuadrado.

Además se dispone de un intercambiador para realizar el intercambio de la energía absorbida por el líquido caloportador en los captadores solares al Agua Caliente Sanitaria acumulada en el depósito.

6.1.2 Producción de los captadores

La producción anual para los días de apertura del establecimiento (70 días) es de 4.295,2kWh/año lo que supone un 33,72%.

La central hidroeléctrica proporciona toda la energía eléctrica que producía el grupo electrógeno. La energía sobrante (8.866kWh/año) se disipa en el acumulador cubriendo el 69,60% de la demanda térmica.

Con estas dos instalaciones se consigue una producción térmica del 103,32% respecto a la demanda esperada con lo que se asegura el uso de la caldera sólo en casos excepcionales.

La instalación se encuentra dimensionada para una futura ampliación de acumuladores solares con una inversión reducida.

6.2 Proyecto instalación Biomasa El Forcallo

El Camping El Forcallo tiene unas necesidades energéticas inferiores a las de Virgen Blanca cubriendo el 97,70% de la demanda energética con la central hidroeléctrica. Con el fin de evitar el uso de combustibles fósiles se instala una caldera de biomasa que tiene las siguientes características:

- Depósito con autonomía para varios días.
- Combustible tipo pellets, cáscaras de almendra y otros según fabricante.
- Rango amplio de potencia de funcionamiento de 3,3-12kW.
- Sistemas de seguridad mediante vasos de expansión y centralita con sensores térmicos y de presión.
- Rendimiento medio del 94,7% (fuente Guntamatic)

La caldera funcionará en momentos puntuales donde la demanda de ACS sea elevada.

La producción anual de la caldera de biomasa es de 389kWh y teniendo en cuenta que el rendimiento del equipo es del 94,7% se requiere de 410,77kWh de combustible.

6.2.1 Comparativa económica combustibles

Los pellets sustituyen al gasoil en la producción de Agua Caliente Sanitaria.

Según precios de distribuidores de materia prima el coste por unidad de energía de los combustibles es la mostrada en la Tabla 15, donde se observa que hay un ahorro económico de un 61,38% al utilizar biomasa.

	Pellets	Gasóleo
Poder calorífico [MJ/kg]	17,79	43,2
Coste [c€/MJ]	1,1523	2,9838
Rendimiento Caldera [%]	94,7	92

Tabla 15. Comparativa precios pellets y gasóleo.

Nota: precios a día 02/11/2011.

7 RESUMEN PRESUPUESTO

El presupuesto se ha elaborado con ayuda de la aplicación Presto, la base de precios es la recomendada y utilizada por las constructoras de Aragón para el año 2011 así como se concreta el precio del equipo turbina-generador con ofertas solicitadas a varios instaladores. A continuación se muestra el resumen del presupuesto del proyecto separado en capítulos. En el anexo I.12 puede verse el detalle de partidas y mediciones del mismo.

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	MICRO-CENTRAL HIDROELÉCTRICA	46.467,43	39,77
2	INSTALACIÓN TERMOSOLAR	19.049,50	16,31
3	INSTALACIÓN DE BIOMASA	20.821,60	17,82
4	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	17.990,99	15,40
5	ACUMULADORES Y TRANSFORMADORES	9.481,26	8,12
6	CONTROL DE CONSUMOS	343,81	0,29
7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	2.672,17	2,29

TOTAL..... 116.826,76€

8 VIABILIDAD DE LAS INSTALACIONES

Se realiza un análisis económico del proyecto de creación de una microrred de manera global. No obstante se calcula la rentabilidad de las instalaciones por separado con el fin de ver de manera individualizada la rentabilidad de cada una de ellas. Los estudios económicos realizados son los siguientes:

- **Creación de una microrred** con todas las instalaciones proyectadas.
- **Instalación hidroeléctrica** con la creación de una microrred aislada donde la fuente principal de generación es la micro-central hidroeléctrica, ambos consumos disponen de acumuladores eléctricos y control jerárquico de consumos.
- **Instalación termosolar**: Instalación termosolar en Virgen Blanca.
- **Instalación biomasa**: Instalación de una caldera de biomasa en El Forcallo.

El análisis económico se realiza con los siguientes supuestos:

- Tasa anual de crecimiento del coste del combustible y del mantenimiento del 2,5%.
- Tasa de interés anual se toma de 5% por considerar que la inversión no tiene un riesgo elevado.

Para analizar la inversión se calculan el VAN (Valor Actual Neto), el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el PR (Periodo de Retorno). Los cálculos intermedios realizados para los cálculos económicos se encuentran detallados en el anexo I.13.

8.1 Inversión

Según el presupuesto la inversión de cada una de las instalaciones y la relación de consumidores que se hacen cargo de la misma son las de la Tabla 16.

	Inversión [€]	Virgen Blanca	El Forcallo
Creación de una microrred	76.955,66 €	Sí	Sí
Instalación termosolar	19.049,50 €	Sí	No
Instalación biomasa	20.821,60 €	No	Sí

Tabla 16. Coste de la inversión de las instalaciones

8.2 Costes actuales de combustible y mantenimiento

Se calculan los costes en combustible y de mantenimiento para la producción de energía actual y proyectada. Los costes son los de la Tabla 17.

Consumidor	Coste [€/año]
VIRGEN BLANCA	**3.653,31 €**
EL FORCALLO	**5.951,32 €**

Tabla 17. Costes anuales de combustible actuales

Los costes de mantenimiento para una caldera de gasóleo se estiman en 180€ anuales y los del grupo electrógeno de 110€ anuales. Los costes de mantenimiento de la central

hidroeléctrica son de 30€ anuales a repartir por los usuarios y los de la instalación termosolar se estiman en 150€.

8.3 Rentabilidad de la creación de una microrred

La ejecución de todo el proyecto supone un ahorro del 100% del combustible fósil. La inversión se calcula a 40 años.

El coste en combustible de Virgen Blanca se elimina mientras que en El Forcallo hay una cantidad reducida de combustible de residuos forestales en forma de pellets.

Se consigue un ahorro de 3.653,31€ (100% de la demanda energética) en Virgen Blanca y de 5.935,18€ (99,73%) en El forcallo.

Los parámetros de rentabilidad de la inversión son los de la Tabla 18.

	Virgen Blanca	El Forcallo
VAN	14.578,07 €	58.462,97 €
TIR	6,50%	10,19%
PR	28	16

Tabla 18. Parámetros de rentabilidad creando una microrred

Virgen Blanca recupera la inversión en 28 años, mientras que El Forcallo lo hace en 16. A los 40 años se ha conseguido un beneficio mayor que lo invertido en ambos casos lo que hace atractiva la inversión desde el punto de vista financiero.

8.4 Rentabilidad individual de las instalaciones

A continuación se muestran los índices de rentabilidad obtenidos al realizar las instalaciones de manera independiente.

8.4.1 Rentabilidad micro-central hidroeléctrica

La ejecución de la central hidroeléctrica supone la no utilización de los grupos electrógenos. Además se reduce el consumo de gasóleo de las calderas en un 69,60% en Virgen Blanca y un 96,25% en el Forcallo. La inversión se calcula a 40 años.

Se consigue un ahorro de 3.099,46€ (84,84% de la demanda energética) en Virgen Blanca y de 5.892,61€ (99,01%) en El forcallo.

Los parámetros de rentabilidad de la inversión son los de la Tabla 19.

	VIRGEN BLANCA	EL FORCALLO
VAN	20.352,06 €	38.666,44 €
TIR	7,97%	11,68%
PR	21	12

Tabla 19. Parámetros de rentabilidad creando una microrred

Virgen Blanca recupera la inversión en 21 años, mientras que El Forcallo lo hace en 12. A los 40 años se ha conseguido un beneficio mayor que lo invertido en ambos casos lo que hace atractiva la inversión desde el punto de vista financiero.

8.4.2 Rentabilidad instalación termosolar

La instalación termosolar en Virgen Blanca supone la reducción en consumo de gasóleo en un 33,72% lo que supone un ahorro anual de 614,39€ para el establecimiento.

Los parámetros de rentabilidad de la inversión son los de la Tabla 20.

VAN	-11.834,59 €
TIR	-2,65%
PR	-

Tabla 20. Parámetros de rentabilidad de la instalación termosolar

La instalación no es rentable por si sola puesto que no se consigue con ella el suficiente ahorro económico anual. El principal motivo de ello es el escaso tiempo de utilización de la instalación (70 días al año).

8.4.3 Rentabilidad instalación biomasa

La instalación de caldera de biomasa en El Forcallo supone la eliminación de la caldera de gasóleo lo que supone un ahorro anual de 1.134,34€ para el establecimiento.

Los parámetros de rentabilidad de la inversión son los de la Tabla 21.

VAN	-2.046,19 €
TIR	3,94%
PR	-

Tabla 21. Parámetros de rentabilidad de la instalación de biomasa

La instalación no es rentable por si sola puesto que no se consigue con ella el suficiente ahorro económico al año. El principal motivo de ello es el escaso tiempo de utilización de la instalación (91 días al año).

9 CONCLUSIONES

En este proyecto se ha realizado un ejemplo real de ejecución de instalaciones de energía renovable creando una microrred aislada con el que se muestra:

- El uso de energías renovables mejora la calidad de servicio que dan las instalaciones eliminando ruidos y emisiones nocivas.
- Los recursos energéticos existentes en las zonas de consumo son suficientes para paliar las necesidades energéticas del lugar.
- La variedad de posibilidades de instalaciones de energías renovables que existen actualmente en el mercado son muy amplias y a precios competitivos.
- El mercado tiende a tecnologías emergentes de manera muy rápida. Un claro ejemplo son los equipos eléctricos alimentados directamente con corriente continua (luminarias, electrodomésticos, …).
- La viabilidad técnica de realizar microrredes aisladas inteligentes.

Durante la fase de estudio de creación de una microrred se ha observado la cantidad de energía disponible en el emplazamiento del proyecto. Se han conseguido realizar **pequeños aprovechamientos energéticos sin agotar ningún recurso** además de reducir el número de instalaciones que se tenían previsto instalar en un principio (geotérmica, eólica, …).

Se ha mostrado que el uso de instalaciones como las escogidas en este proyecto en contra de las que se han venido utilizando provenientes de residuos fósiles no tiene dificultades en el mercado actual existiendo **gran variedad de productos e instaladores** con precios competitivos.

Se **eliminan 18,24 toneladas anuales de CO_2** provenientes de residuos fósiles que se emitían a escasos metros del Parque Nacional Posets-Maladeta. Además al disponer los consumidores de cámaras y congeladoras reducen en gran medida los trayectos en vehículos hasta el pueblo más cercano en busca de provisiones perecederas.

Las instalaciones eléctricas en corriente continua, así como los sistemas de control de consumos son tecnologías existentes que no se utilizan en la actualidad. Se ha mostrado un ejemplo de su aplicación donde se ha visto la simplicidad de los mismos y su fácil acceso en el mercado.

La rentabilidad de las instalaciones ha quedado demostrada en este proyecto. No obstante la escasa utilización de las instalaciones a lo largo del año hace que las instalaciones termosolar y de biomasa no sean atractivas económicamente. Actualmente otros factores como la contaminación atmosférica y acústica, importantes para la calidad del servicio y la satisfacción del cliente son determinantes en la decisión de llevar a cabo inversiones ya que generan incrementos en el volumen de negocio.

9.1.1 Ampliaciones futuras

Las instalaciones se han diseñado de tal forma que puedan aumentarse sus capacidades. Las posibles ampliaciones que se han contemplado son las siguientes:

- La **micro-central hidroeléctrica** puede duplicar su potencia instalada añadiendo un grupo turbina-generador adicional para el que hay espacio en la caseta de máquinas, la cámara de carga tiene capacidad suficiente, el rack está dimensionado para duplicar las cargas, se dejan tubos libres en zanjas de distribución para nuevos circuitos y según el estudio de caudales el río tiene capacidad hidráulica.

- La **instalación termosolar** puede ampliarse en la medida que se quiera ya que hay espacio en la cubierta del edificio y en el cuarto de instalaciones y este tipo de instalaciones pueden ampliarse en paralelo sin mayor dificultad.

- La **instalación fotovoltaica** existente puede ampliarse en potencia de placas o acumuladores ya que, al igual que en las instalaciones termosolares su ampliación en paralelo es sencilla. El Forcallo que dispondrá de acumuladores y equipos de conversión con poca inversión puede instalarse un sistema de placas fotovoltaicas para aumentar su capacidad de generación eléctrica.

- La **instalación de biomasa** proporciona una capacidad térmica superior a la demandada. Esta instalación puede ampliarse con un equipo **generador de pellets** con materia orgánica recogida de los bosques de los alrededores eliminando el gasto en adquisición de materia prima.

- Al disponer de **circuitos de c. continua** y c. alterna se puede realizar la transición de los distintos circuitos a c. continua conforme se cambien los equipos que queden obsoletos por nuevos equipos existentes en el mercado de c. continua (iluminación, lavadoras, neveras,…).

- El **control jerárquico** de los consumos se ha diseñado mediante contactores y relés pensando en su dinamismo de tal manera que se pueda fácilmente modificar o ampliar su esquema.

9.1.2 Una mirada hacia el futuro inmediato

Los sistemas energéticos están en continua evolución abriendo camino hacia un panorama energético donde las microrredes y el autoabastecimiento mediante energías renovables vaya desplazando a los sistemas centralizados actuales basados en energías fósiles. A la hora de hacer una inversión en instalaciones de larga duración temporal hay que tener en cuenta hacia dónde vamos para escoger sistemas que no queden obsoletos y que puedan ampliarse años después.

Esta consideración hay que tenerla en cuenta en cualquier emplazamiento y para cualquier uso. Las instalaciones proyectadas en este documento pueden ser extrapoladas a cualquier entorno urbano o rural, desarrollado o del tercer mundo. Con los sistemas de acumulación que se están desarrollando puede tener sentido hacer pequeños aprovechamientos energéticos que como consumo instantáneo no tienen cabida actualmente. Un pequeño salto de agua, una pequeña brisa junto a unas pocas horas de sol pueden ser suficientes para cubrir las necesidades de un lugar. Cada vez son más abundantes este tipo de microrredes formadas por pequeños puntos de generación.

En el aspecto tecnológico se está avanzando enormemente. Los acumuladores cada vez tienen mejor relación densidad energética-precio. Los equipos electrónicos mejoran sus rendimientos y su capacidad de gestionar grandes potencias. Los equipos fotovoltaicos, de iluminación, térmicos, etc siguen aumentando su rendimiento acercándose hacia su máximo teórico. El volumen de mercado que engloba lo comentado en este documento crece a diario.

I. ANEXOS

I.1. Sistemas de almacenamiento ACS

I.1.1. Necesidades térmicas

Para conocer las necesidades energéticas de los consumidores se necesita conocer la demanda de ACS y la temperatura de entrada y salida del agua en la caldera. La temperatura de agua a la entrada es de 6^0C medidos insitu y la temperatura de servicio del ACS es de 45^0C.

El agua tiene una densidad de 1000 kg/m^3 y su calor específico de 4,2 $kJ/kg \cdot K$. Para el cálculo de necesidades térmicas se aplica la siguiente expresión:

$$Q = C_{agua} \cdot m_{agua} \cdot (T_s \cdot T_e)$$

Y sabiendo que $1kWh = 3600kJ$, las necesidades de los consumidores son:

Demanda diaria	Virgen Blanca	El Forcallo
Agua (litros)	4.000	2.500
Energía(kJ)	655,20	409,50
Energía(kWh)	182,00	113,76

Tabla 22. Necesidades térmicas de ACS

I.1.2. Pérdidas en depósitos actuales

Los depósitos almacenan agua durante todo el día a una temperatura de 45^0C siendo la temperatura media del ambiente de 17^0C medidos insitu en un día cualquiera mediante un termómetro digital con memoria.

Ambos consumos, Virgen Blanca y El Forcallo, cuentan con depósitos similares cilíndricos horizontales de 1500 y 1000 litros respectivamente con un recubrimiento de acero y una capa de aislante exterior de amianto.

Las resistencias térmicas del sistema son 2 de conducción y convección natural exterior como se muestra en la Ilustración 29. El cilindro se aproximan pared plana en la conducción ya que $e \ll r_i$.

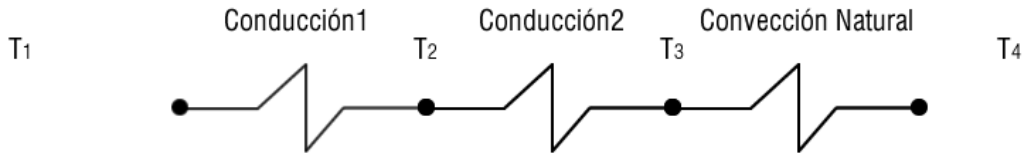


Ilustración 29. Esquema resistencias térmicas depósito cilíndrico.

- Conducción1: pared plana. $\longrightarrow R_{cond\ 1} = \frac{e_1}{k_{acero} \cdot A}$
- Conducción2: pared plana. $\longrightarrow R_{cond\ 2} = \frac{e_2}{k_{amianto} \cdot A}$

- Convección Natural: cilindro horizontal. $\longrightarrow R_{convN} = \frac{1}{h \cdot A}$

Siendo los coeficientes de conductividad del acero $k_{acero} = 52\ W/m \cdot k$ y la del amianto $k_{amianto} = 0{,}126\ W/m \cdot k$.

Para el cálculo del coeficiente de convección natural h utilizamos el método de Mc Adams descrito en el libro "Calor y Frío Industrial I" para convección natural en cilindros horizontales y siendo el fluido de contacto aire.

$$h = \frac{Nu \cdot k}{L}$$

donde k es la conductividad, L la longitud característica y Nu el número adimensional de Nusselt que se determina con la expresión

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^m$$

$$C = 0{,}53\ y\ m = {}^1/_4\ si\ 10^4 < Gr \cdot Pr < 10^9$$

$$C = 0{,}13\ y\ m = {}^1/_3\ si\ 10^9 < Gr \cdot Pr < 10^{12}$$

Donde Gr es el número adimensional de Grashof y Pr el de Prandtl.

$$Gr = \frac{g \cdot \rho^2 \cdot l^3 \cdot \beta \cdot \Delta T}{\mu^2}$$

$$Pr = \frac{difusividad\ molecular\ de\ la\ cantidad\ de\ movimiento}{difusividad\ molecular\ del\ calor} \approx 0{,}7\ para\ gases$$

Donde $g = 9{,}81\ m/s^2$, densidad $\rho_{aire} = 1{,}2\ kg/m^3$, el coeficiente de dilatación térmica $\beta = 3{,}41x10^{-3} K^{-1}$, viscosidad $\mu = 66{,}56x10^{-3}\ kg/h \cdot m$. "l" es la longitud característica que para tubos horizontales es el diámetro del acumulador.

Para calcular el coeficiente de convección natural es necesario conocer la temperatura exterior de la capa de aislante (T_3) y para conocerlo necesitamos calcular la transferencia de calor que depende de la convección natural.

$$q_{total} = \frac{T_1 - T_4}{\sum R_I} = \frac{T_1 - T_2}{R_{Cond\,1}} = \frac{T_2 - T_3}{R_{Cond\,2}} = \frac{T_3 - T_4}{R_{ConvN}}$$

Una vez planteadas las ecuaciones iteraremos con la variable T_3 hasta llegar al valor óptimo de la variable que satisfaga las ecuaciones. Las características de los depósitos son las de la Tabla 23.

	Virgen Blanca	El Forcallo
espesor 1 (m)	0,008	0,006
espesor 2 (m)	0,024	0,021
Radio (m)	0,54	0,42
Longitud (m)	1,64	1,80
Volumen (litros)	1.500	1000

Tabla 23. Características de los depósitos de ACS

Los resultados son los de la Tabla 24 .

	Virgen Blanca	El Forcallo
T1 (^{0}C)	45	45
T2 (^{0}C)	44,99	44,99
T3 (^{0}C)	35,385	37,599
T3 (^{0}C) calculo	35,385	37,599
T4 (^{0}C)	21	21
l=D (m)	1,08	0,84
Grashof	2,55E+09	1,39E+09
C	0,13	0,53
m	0,33	0,25
Nusselt	157,770	93,545
h (W/m2K)	3,506	2,673
A (m2)	7,388	5,870
R_{cond1} (K/W)	2,08E-05	2,62E-05
R_{cond2} (K/W)	0,026	0,028
R_{convN} (K/W)	0,039	0,064
q_{total} (W)	372,60	260,43
Q (kWh)	8,942	6,250

Tabla 24. Cálculos pérdidas en depósitos de ACS

Teniendo en cuenta las necesidades térmicas, las pérdidas en los depósitos y que el rendimiento de una caldera es del 92% las necesidades de gasoil diarias son las indicadas en la Tabla 25:

$$Q_{gasoil} = \eta_{caldera}\left(Q_{necesidad\ \ térmica} + Q_{perdidas\ \ depósito}\right)$$

[kWh/día]	Virgen Blanca	El Forcallo
$\boldsymbol{Q_{necesidad\,térmica}}$	182,00	113,76
$\boldsymbol{Q_{perdidas\,depósito}}$	8,942	6,250
Necesidades gasoil	207,55	130,44

Tabla 25. Necesidades diarias gasoil.

El rendimiento del acumulador debido a las pérdidas térmicas del mismo son:

$$\eta_{acumulador\ \ Virgen\ \ Blanca} = \frac{182{,}00}{190{,}942} = 0{,}9532 \rightarrow 95{,}32\%$$

$$\eta_{\,acumulador\quad El\ Forcallo} = \frac{113{,}76}{120{,}01} = 0{,}9479 \rightarrow 94{,}79\%$$

El rendimiento indicado en el programa Homer para la instalación será:

$$\eta_{calder\ a\ Virgen\ \ Blanca\ _{Homer}} = \frac{182}{207{,}55} = 0{,}8769 \rightarrow 87{,}69\%$$

$$\eta_{calder\ a\ El\ Forcallo\ _{Homer}} = \frac{113{,}76}{130{,}44} = 0{,}8721 \rightarrow 87{,}21\%$$

I.1.3. Pérdidas en nuevos depósitos

Los acumuladores actuales no están preparados para alojar serpentines, resistencias eléctricas y otros además de ser de poca capacidad para las nuevas instalaciones. Su aislamiento térmico se encuentra en muy mal estado además de tener unas pérdidas muy elevadas. Se sustituyen por acumuladores con serpentín extraíble y dotados de las entradas y salidas necesarias para instalaciones termosolares.

Se proyectan depósitos termosolares tipo "Suicalsa – Serie IV" constituidos de dentro a afuera de:

- Acero inoxidable AISI 316L, apto para contacto con agua potable de acuerdo a la directiva 89/109/CEE, pertenece a la familia de los aceros austeníticos (18-8 con 2% de molibdeno y contenido en carbono inferior a 0,035%), que se caracteriza por su elevada resistencia a la corrosión.
- Espuma de poliuretano flexible de 50 mm de espesor y coeficiente de conductividad térmica de 0,038 W/m^0K.
- Terminación exterior es funda de skay de 0,28 mm o similar.

Para el cálculo de pérdidas en la acumulación se siguen los pasos del apartado I.1.2. En el caso de convección natural en tubos verticales la longitud característica "l" es la longitud del mismo. Las resistencias térmicas son:

- Conducción1: pared plana. $\longrightarrow\ R_{cond\ 1} = \frac{e_1}{k_{acero}\ \cdot A}$
- Conducción2: pared plana. $\longrightarrow\ R_{cond\ 2} = \frac{e_2}{k_{poliuretano}\ \ \cdot A}$
- Convección Natural: cilindro vertical. $\longrightarrow\ R_{convN} = \frac{1}{h \cdot A}$

Las características de los depósitos son las de la Tabla 26.

	Virgen Blanca	El Forcallo
espesor 1 (m)	0,008	0,006
espesor 2 (m)	0,05	0,05
Radio (m)	0,7	0,625
Longitud (m)	2,60	2,04
Volumen (litros)	4000	2500

Tabla 26. Características de los nuevos depósitos de ACS

Los resultados son los de la Tabla 27.

	Virgen Blanca	El Forcallo
T1 (^{0}C)	45	45
T2 (^{0}C)	45,00	45,00
T3 (^{0}C)	26,515	26,515
T3 (^{0}C) calculo	26,515	26,515
T4 (^{0}C)	21	21
l=L (m)	2,6	2,04
Grashof	2,13E+09	1,52E+09
C	0,13	0,13
m	0,33	0,33
Nusselt	148,573	132,655
h (W/m2K)	2,547	2,547
A (m2)	14,507	10,454
R_{cond1} (K/W)	1,06E-05	1,47E-05
R_{cond2} (K/W)	0,091	0,126
R_{convN} (K/W)	0,027	0,038
q_{total} (W)	203,78	146,85
Q (kWh)	4,891	3,524

Tabla 27. Cálculos pérdidas en nuevos depósitos de ACS

Teniendo en cuenta las necesidades térmicas, las pérdidas en los depósitos, las necesidades energéticas diarias son las indicadas en la Tabla 28:

$$Q_{gasoil} = \eta_{caldera}\left(Q_{necesidad\ \ térmica} + Q_{perdidas\ \ depósito}\right)$$

[kWh/día]	Virgen Blanca	El Forcallo
$Q_{necesidad\ térmica}$	182,00	113,76
$Q_{perdidas\ depósito}$	4,891	3,524
Necesidades energéticas	186,891	117,284

Tabla 28. Necesidades diarias de energía para calentar ACS.

El rendimiento del acumulador debido a las pérdidas térmicas del mismo son:

$$\eta_{acumulador\ \ Virgen\ Blanca} = \frac{182{,}00}{186{,}891} = 0{,}9738 \rightarrow 97{,}38\%$$

$$\eta_{\,acumulador \quad El\ Forcallo} = \frac{113{,}76}{117{,}284} = 0{,}9699 \rightarrow 96{,}99\%$$

Se han reducido las pérdidas respecto a los equipos actuales en un 54,30% en Virgen Blanca y un 43,62% en El Forcallo pese a aumentar en más del doble la capacidad de almacenamiento, lo que supone un gran ahorro energético.

I.2. Estudio de Caudales

Se dispone de datos de 28 años, desde 01/10/1965 al 30/09/1993. Para estudiar la curva de caudales diarios se ha superpuesto la curva de varios años para ver que comportamiento suele tener el caudal del río.

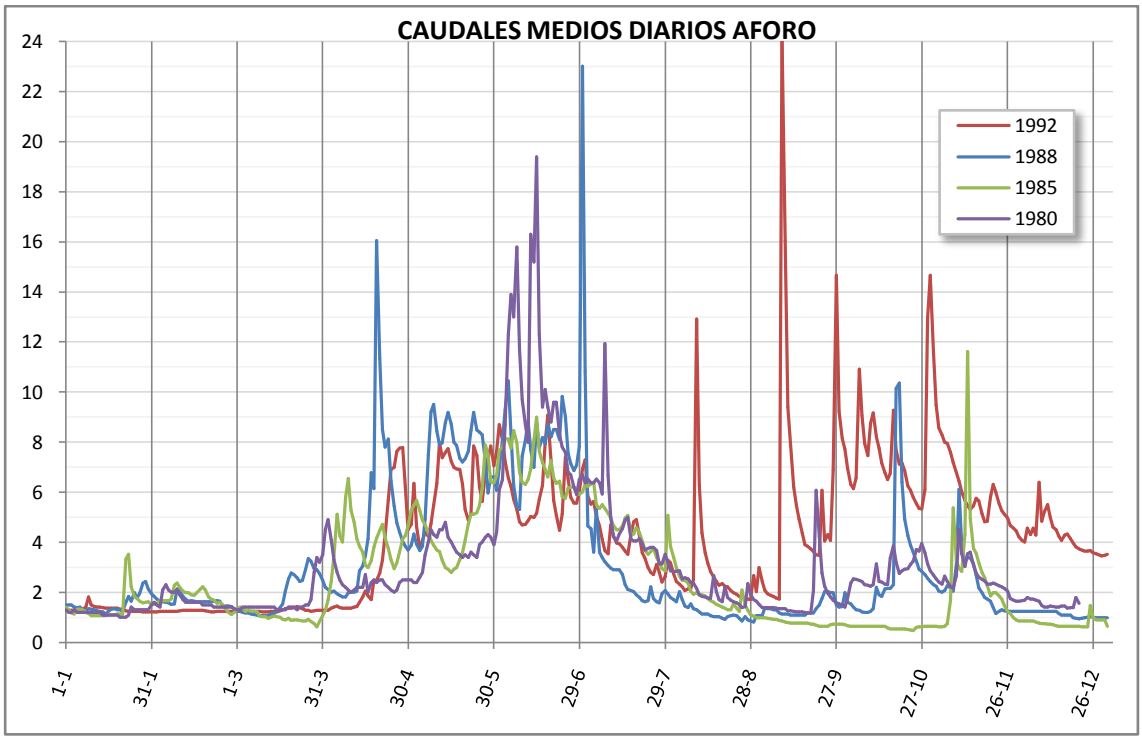


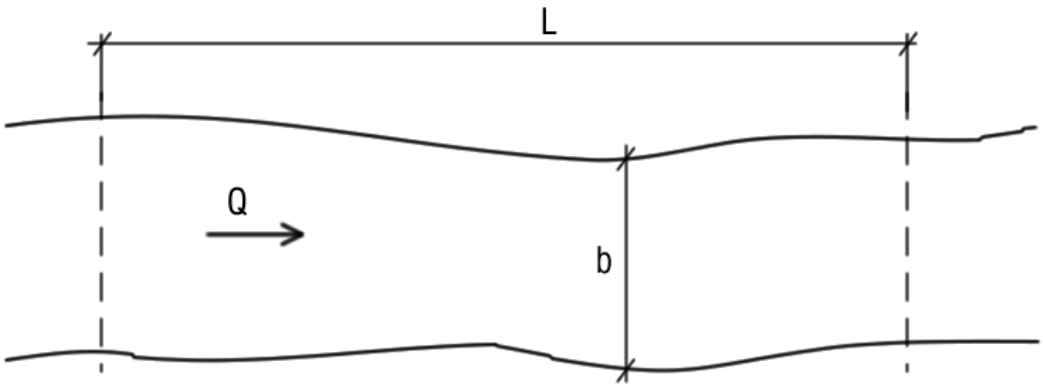
Ilustración 30. Caudales medios diarios del aforo

Para conocer el caudal del río en el punto de interés (central hidroeléctrcia) se calcula la relación proporcional existente entre los caudales en el aforo y en la central hidroeléctrica.

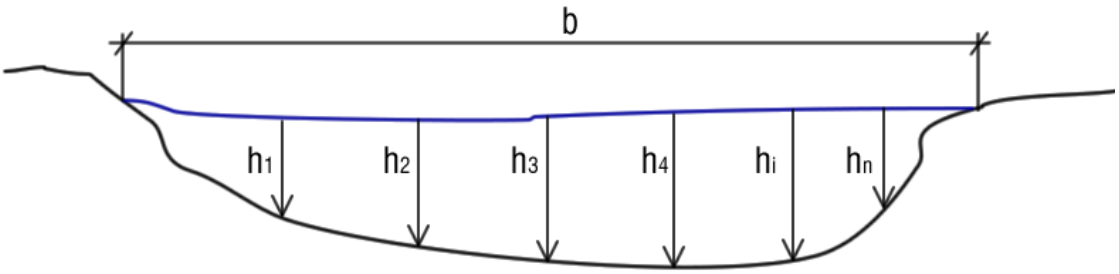
MÉTODO DEL FLOTADOR

Para el cálculo del cuadal se ha autilizado el **Método del flotador** que consiste en medir la velocidad del agua del río mediante un objeto flotante realizando varias iteraciones de toma de tiempos en un tramo del río que sea uniforme y sin turbulencias, con su fondo más o menos continuo y sin piedras de gran tamaño. Como no se requiere una medida exacta del caudal en el punto demedición, sino que se quiere otener una relación entre caudales en 2 puntos los resultados obtenidos son de buena precisión si se siguien las mismas pautas en amba smediciones. Los pasos a seguir con los siguientes:

- Seleccionar y delimitar la zona de toma de tiempos.



- Obtener un perfil medio del fondo del río para saber la sección de agua que pasa por él.



- Seleccionar el objeto flotante (palo, naranja, limón) con el que se realizarán las mediciones y amarrarlo utilizando un hilo de pescar o similar para su reutilización en todas las medidas que se van a realizar.
- Medir los tiempos necesarios para obtener un valor medio con el que poder realizar los cálculos de cuadal.
- Según el tipo de fondo en el tramo se multiplica el caudal medido por un factor a:
    - $a = 0{,}9$ para arena.
    - $a = 0{,}85$ para arcilla.
    - $a = 0{,}8$ para roca.

En este caso se ha utilizado un limón que se sumerge en su totalidad permaneciendo en la parte alta del río adaptándose muy bien a la velocidad del río y el lecho el río es de roca tamaño medio (a=0,8). Los dos tramos donde se va a realizar la medida son los de la Ilustración 31 a la izquierda la zona del aprovechamiento y a la derecha la de la zona del aforo.

Ilustración 31. Zonas de medición de caudal.

Las medidas realizadas se muestran en la Tabla 29 y Tabla 30. Había dificultades de acceso para medir la sección del Aforo debido a la fuerte corriente que se presentaba. La sección aquí es rectangular y el agua estaba encauzada por una orilla de roca y otra de hormigón con lo que la toma de una sóla medida de altura en este tramo es válida.

[seg]	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_{media}
Central hidroeléctrica	4,1	4,0	4,2	4,0	5,0	5,3	5,0	4,0	**4,45**
Aforo	4,2	4,4	4,2	4,1	-	-	-	-	**4,23**

Tabla 29. Método del flotador. Cálculo de los tiempos.

[cm]	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_{media}	b	A(m^2)
Central hidroeléctrica	50	75	60	68	77	70	42	**63**	607	**3,83**
Aforo	-	-	-	-	-	-	-	**122**	720	**8,78**

Tabla 30. Método del flotador. Cálculo de la sección.

El caudal del río se obtiene multiplicando el área por la velocidad y por el factor de corrección de fondo, a:

$$Q = A \cdot v \cdot a$$

Siendo los resultados obtenidos de velocidad y caudal los representados en la

	L (m)	V (m/s)	Factor de fondo	Caudal (m^3/s)
Central hidroeléctrica	4,5	1,01	0,8	3,876
Aforo	5	1,18	0,8	10,395

Tabla 31. Método del flotador. Cálculo del caudal.

La relación entre el caudal del aforo y la de la central hidroeléctrica es del 37,28%.

$$Q_{aprovec\ hamiento} = 0{,}3728 \cdot Q_{aforo}$$

Así pues los caudales medios diarios en el aprovechamiento son los de la Ilustración 32.

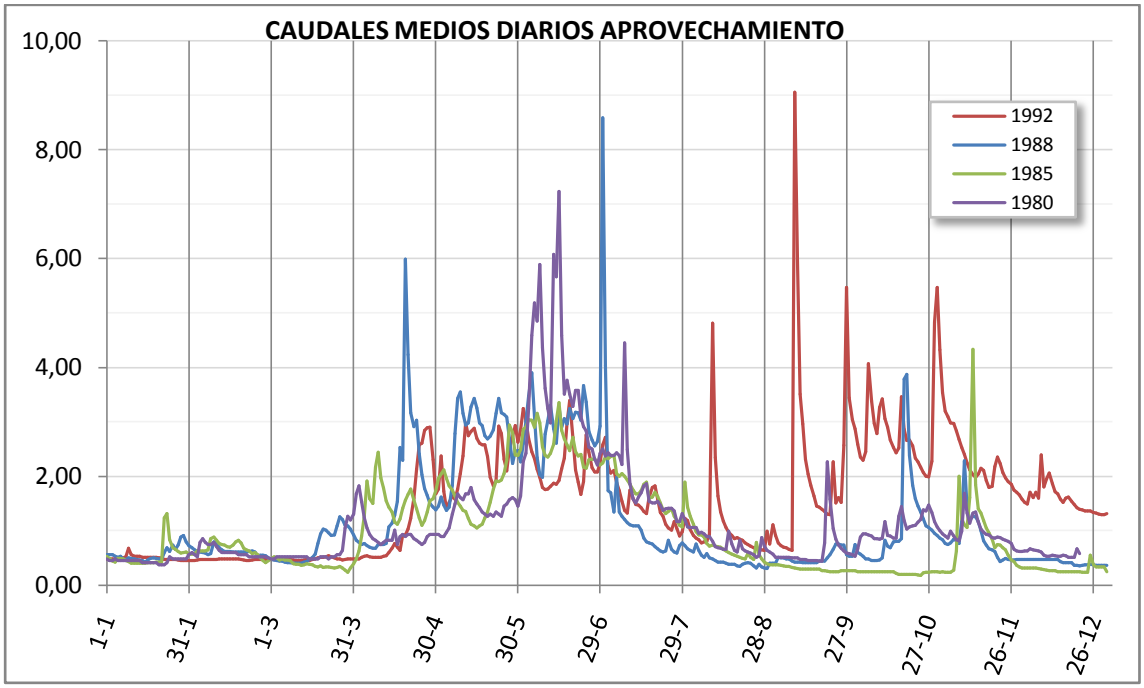


Ilustración 32. Caudales medios diarios del aforo

La central sólo será utilizada en época estival así que se analiza únicamente esta franja, se muestran en detalle en la Ilustración 33.

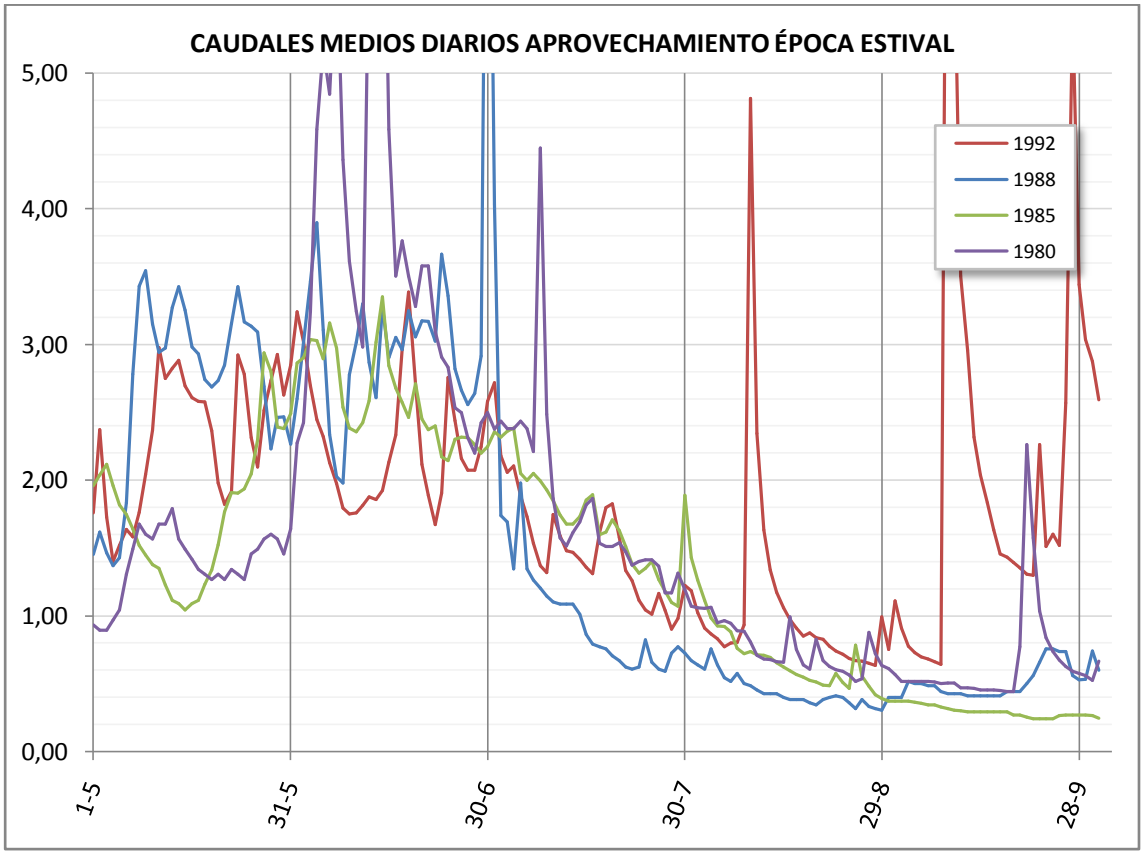


Ilustración 33. Caudales medios diarios aprovechamiento en época estival.

En la tabla se muestran los valores medios, mínimos y máximos del caudal en el aprovechamiento en época estival.

Año	Qmedio estival (m3/s)	Qmin estival (m3/s)	Qmax estival (m3/s)
1967	2,24	0,38	5,82
1968	2,40	0,59	8,87
1969	2,60	0,47	7,42
1970	1,87	0,37	6,71
1971	2,91	0,67	8,20
1972	2,95	0,67	8,58
1973	4,73	0,30	15,00
1974	7,24	2,20	**26,00**
1975	6,32	1,70	17,00
1976	1,31	**0,11**	5,41
1977	2,80	0,52	8,39
1978	2,21	0,22	8,13
1979	3,05	0,62	9,39
1980	1,65	0,44	7,23
1981	1,79	0,38	5,67
1982	2,20	0,60	6,42
1983	1,82	0,48	5,48
1984	1,28	0,29	3,55
1985	1,41	0,24	3,35
1986	2,06	0,37	7,89
1987	1,46	0,41	4,97
1988	1,56	0,31	8,58
1989	1,10	0,39	3,56
1990	1,34	0,17	5,20
1991	1,28	0,50	4,11
1992	1,87	0,63	9,06
1993	2,25	0,79	10,10
Media	**2,43**	0,55	8,15

Tabla 32. Caudales medios, mínimos y máximos del aprovechamiento en época estival

Como se ve en la Tabla 32, el caudal máximo registrado, Q_{max}, ha sido 26,00 m^3/s y el caudal mínimo, Q_{min}, ha sido de 0.11 m^3/s. El caudal ecológico suele indicarlo el Organismo de Cuenca o las Diputaciones Forales. Una buena estimación es considerar el caudal ecológico o de servidumbre igual al 10% del caudal medio interanual. Sabiendo que el caudal medio es de 2,43 m^3/s en época estival, el caudal ecológico en esa franja es de 0.24 m^3/s.

El caudal de equipamiento se escoge de entre el caudal que circula por el río entre 80 y 100 días al año lo que equivale a un rango del 22-27%, se trata del intervalo de la franja

azul de la Ilustración 34. Este tramo está comprendido entre 2,8 y 3,4 m³/s. A este valor hay que restarle el caudal ecológico quedando pues comprendido entre 2,56 y 3,15 m³/s.

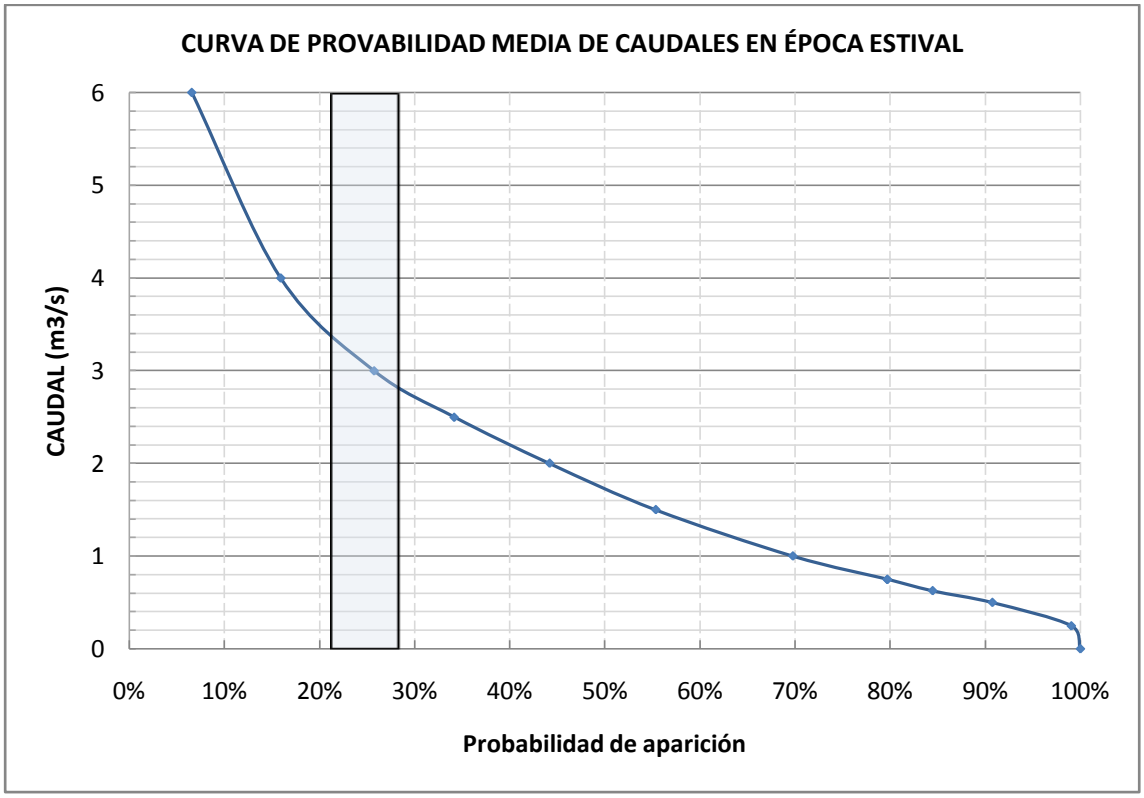


Ilustración 34. Curva de probabilidad media de caudales en época estival.

I.3. Cálculos Tubería de Derivación

Mediante el programa de simulación Epanet 2.0 se realizan simulaciones para ver el comportamiento del flujo de agua en función de las dimensiones de las canalizaciones, el material de las mismas y el nivel de agua que se quiere tener como mínimo en la cámara de carga manteniendo un coeficiente de seguridad del 20%. Primero se simula para tubería de fundición que tiene como coeficiente de rugosidad Darcy-Weisbach, ε=0,26.

TUBERÍA DE FUNDICIÓN:

- Nivel de cámara de carga 0m:

ø TUBERÍA (mm)	MATERIAL	RUGOSIDAD (Darcy-Weisbach, ε)	CAUDAL TEÓRICO (l/s)	COEF. SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)
200	Fundición	0,26	87,84	1,2	73,20
250	Fundición	0,26	158,01	1,2	131,68
315	Fundición	0,26	289,96	1,2	**241,63**
400	Fundición	0,26	542,55	1,2	**452,13**
500	Fundición	0,26	973,29	1,2	**811,08**

Tabla 33. Cálculos tubería derivación, tubería de fundición y nivel de cámara de carga 0m.

- Nivel de cámara de carga 1m:

ø TUBERÍA (mm)	MATERIAL	RUGOSIDAD (Darcy-Weisbach, ε)	CAUDAL TEÓRICO (l/s)	COEF. SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)
200	Fundición	0,26	71,54	1,2	59,62
250	Fundición	0,26	128,72	1,2	107,27
315	Fundición	0,26	236,28	1,2	196,90
400	Fundición	0,26	442,22	1,2	**368,52**
500	Fundición	0,26	793,45	1,2	**661,21**

Tabla 34. Cálculos tubería derivación, tubería de fundición y nivel de cámara de carga 1m.

- Nivel de cámara de carga 2m:

ø TUBERÍA (mm)	MATERIAL	RUGOSIDAD (Darcy-Weisbach, ε)	CAUDAL TEÓRICO (l/s)	COEF. SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)
200	Fundición	0,26	50,3	1,2	41,92
250	Fundición	0,26	90,57	1,2	75,48
315	Fundición	0,26	166,35	1,2	138,63
400	Fundición	0,26	311,51	1,2	**259,59**
500	Fundición	0,26	559,17	1,2	**465,98**

Tabla 35. Cálculos tubería derivación, tubería de fundición y nivel de cámara de carga 2m.

El tubo de 315mm mantiene un nivel en la cámara de carga de casi 1m por lo que esta sería una buena posibilidad. El tubo de 400mm nos asegura al menos 1m de nivel en la cámara de carga.

TUBERÍA POLIETILENO BAJA DENSIDAD

Para diámetros iguales o menores a 110mm se distribuyen en rollo de 50 y 100m. Para diámetros mayores se distribuyen en barras de 6 y 12m. Para reducir costes de instalación es más ventajosa la distribución en rollos. Diámetros superiores a 200mm se consideran poco prácticos frente a los de fundición y la utilización de más de 5líneas en paralelo es excesiva. Soportan presiones de hasta 16 atmósferas

- Nivel de cámara de carga 0m:

ø TUBERÍA (mm)	MATERIAL	RUGOSIDAD (Darcy-Weisbach, ε)	CAUDAL TEÓRICO (l/s)	COEF. SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)
75	Polietileno	0,0015	8,57	1,2	7,14
90	Polietileno	0,0015	13,93	1,2	11,61
110	Polietileno	0,0015	23,75	1,2	19,79
140	Polietileno	0,0015	45,01	1,2	37,51
160	Polietileno	0,0015	64,1	1,2	53,42
200	Polietileno	0,0015	115,59	1,2	96,33

Tabla 36. Cálculos tubería derivación, tubería de PE baja densidad y nivel de cámara de carga 0m.

- Nivel de cámara de carga 1m:

ø TUBERÍA (mm)	MATERIAL	RUGOSIDAD (Darcy-Weisbach, ε)	CAUDAL TEÓRICO (l/s)	COEF. SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)
75	Polietileno	0,0015	6,84	1,2	5,70
90	Polietileno	0,0015	11,13	1,2	9,28
110	Polietileno	0,0015	18,99	1,2	15,83
140	Polietileno	0,0015	36,04	1,2	30,03
160	Polietileno	0,0015	51,34	1,2	42,78
200	Polietileno	0,0015	92,66	1,2	77,22

Tabla 37. Cálculos tubería derivación, tubería de PE baja densidad y nivel de cámara de carga 1m.

- Nivel de cámara de carga 2m:

ø TUBERÍA (mm)	MATERIAL	RUGOSIDAD (Darcy-Weisbach, ε)	CAUDAL TEÓRICO (l/s)	COEF. SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)
75	Polietileno	0,0015	4,65	1,2	3,88
90	Polietileno	0,0015	7,58	1,2	6,32
110	Polietileno	0,0015	12,95	1,2	10,79
140	Polietileno	0,0015	24,61	1,2	20,51

160	Polietileno	0,0015	35,09	1,2	29,24
200	Polietileno	0,0015	63,42	1,2	52,85

Tabla 38. Cálculos tubería derivación, tubería de PE baja densidad y nivel de cámara de carga 2m.

A continuación se muestra el caudal en función del número de línea en paralelo.

- Nivel de cámara de carga 0m:

ø TUBERÍA (mm)	1	2	3	4	5
75	7,14	14,28	21,43	28,57	35,71
90	11,61	23,22	34,83	46,43	58,04
110	19,79	39,58	59,38	79,17	98,96
140	37,51	75,02	112,53	150,03	187,54
160	53,42	106,83	160,25	**213,67**	**267,08**
200	96,33	192,65	**288,98**	**385,30**	**481,63**

Tabla 39. Cálculos tubería deriv, PE baja densidad, nivel de cámara de carga 0m según núm líneas.

- Nivel de cámara de carga 1m:

ø TUBERÍA (mm)	1	2	3	4	5
75	5,70	11,40	17,10	22,80	28,50
90	9,28	18,55	27,83	37,10	46,38
110	15,83	31,65	47,48	63,30	79,13
140	30,03	60,07	90,10	120,13	150,17
160	42,78	85,57	128,35	171,13	**213,92**
200	77,22	154,43	**231,65**	**308,87**	**386,08**

Tabla 40. Cálculos tubería deriv, PE baja densidad, nivel de cámara de carga 1m según núm líneas.

- Nivel de cámara de carga 1m:

ø TUBERÍA (mm)	1	2	3	4	5
75	3,88	7,75	11,63	15,50	19,38
90	6,32	12,63	18,95	25,27	31,58
110	10,79	21,58	32,38	43,17	53,96
140	20,51	41,02	61,53	82,03	102,54
160	29,24	58,48	87,73	116,97	146,21
200	52,85	105,70	158,55	**211,40**	**264,25**

Tabla 41. Cálculos tubería deriv, PE baja densidad, nivel de cámara de carga 2m según núm líneas.

3 tubos de 200mm nos aseguran un nivel en la cámara de carga de al menos 1m.

I.4. Estudio de insolación

Las coordenadas de la instalación son:

Lat. 42° 39´ 41,99´´ N

Lon. 0° 22´ 2,86´´ E

El dimensionado de las instalaciones se hace para la franja horaria de Mayo a Septiembre incluidos que es el tiempo máximo de apertura futuro indicado por los establecimientos.

Los datos de insolación en la localización se han obtenido del programa Homer que tiene como base de datos los de la "NASA's Surface Solar Energy Data Set". Se han tenido en cuenta los obstáculos naturales que disminuyen la insolación sobre la instalación siendo sus valores los reflejados en la Tabla 43 y la Ilustración 35. El caso más favorable de insolación es el día 21 de Junio, para el cual los momentos de inicio y final de insolación en las instalaciones son los mostrados en la Tabla 42.

	Virgen Blanca	El Forcallo
Inicio de insolación	07:00	07:15
Final de insolación	17:00	17:50

Tabla 42. Hora de inicio y final de insolación para el 21 de Junio.

Estos valores se utilizan para el resto de días de uso de la instalación consiguiéndose una buena simulación de la realidad. Para su cálculo se ha realizado una composición del levantamiento topográfico recopilado en SITAR (Sistema de Información Territorial de Aragón) con ayuda del programa AutoCAD y posteriormente creando un modelo en 3ds MAX del emplazamiento en el que se simula el movimiento del sol sobre el mapa topográfico viendo así en que momentos del día hay luz y sombra en la instalación.

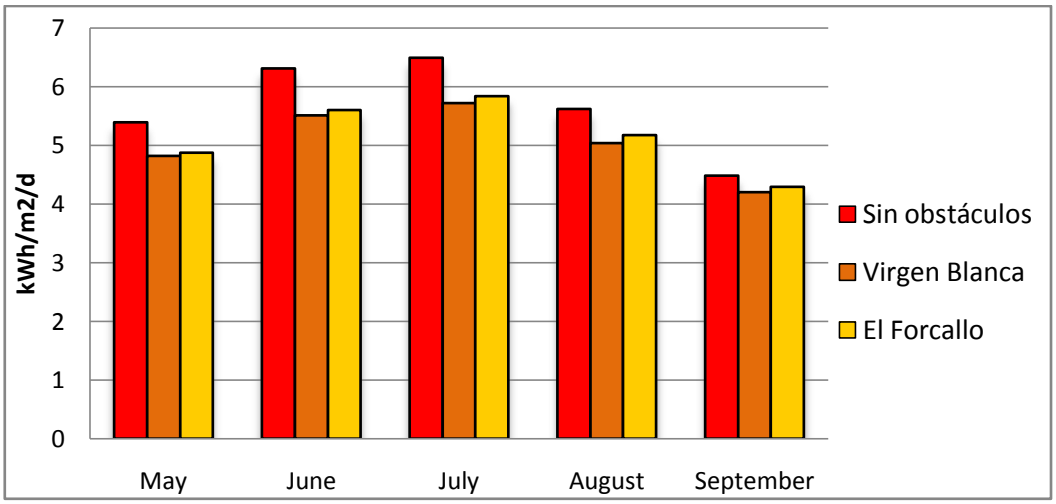


Ilustración 35. Datos de insolación para los distintos consumidores.

[kWh/m²/d]	Sin obstáculos	Virgen Blanca	El Forcallo
Mayo	5,385	4,818	4,870
Junio	6,304	5,511	5,603
Julio	6,483	5,723	5,840
Agosto	5,614	5,039	5,169
Septiembre	4,475	4,202	4,291

Tabla 43. Datos de insolación para los distintos consumidores

ORIENTACIÓN

La orientación óptima de las placas es la media del valor de Azimuth que tiene el sol durante el tiempo de insolación en las placas. La referencia utilizada es 0^0 para orientación Sur y -90^0 para orientación Este.

Como se ve en la Tabla 42 por la tarde el sol se pone muy pronto para los consumidores. Los valores de azimuth al inicio y al final de la insolación son los mostrados en la Tabla 44 siendo el valor de diseño de azimuth de -15^0 para Virgen Blanca y -5^0 para El Forcallo

Azimuth [grados]	Virgen Blanca	El Forcallo
Inicio de insolación	-117^0	-106^0
Final de insolación	88^0	97^0
Media (óptimo)	$-14{,}5^0$	$-4{,}5^0$

Tabla 44. Cálculo del Azimuth de instalación de las placas.

INCLINACIÓN DE PLACAS

Los aprovechamientos solares sólo serán utilizados durante la época estival por lo que su inclinación será tal que optimice la captación en dicho tiempo. Para su cálculo se parte de la Tabla 45 de declinación solar.

	enero	febrer	marzo	abril	mayo	junio	julio	agost	septie	octub	novie	dicie
1	-23,01	-17,52	-8,29	4,02	14,9	22,04	23,12	17,91	7,72	-4,22	-15,36	-22,11
2	-22,93	-17,25	-7,91	4,41	15,21	22,17	23,05	17,65	7,34	-4,61	-15,67	-22,24
3	-22,84	-16,97	-7,53	4,81	15,52	22,3	22,97	17,38	6,96	-5,01	-15,96	-22,36
4	-22,75	-16,69	-7,15	5,2	15,82	22,42	22,89	17,11	6,57	-5,4	-16,26	-22,48
5	-22,65	-16,4	-6,76	5,6	16,11	22,54	22,8	16,83	6,18	-5,79	-16,55	-22,59
6	-22,54	-16,11	-6,38	5,99	16,4	22,65	22,7	16,55	5,79	-6,18	-16,83	-22,7
7	-22,42	-15,82	-5,99	6,38	16,69	22,75	22,59	16,26	5,4	-6,57	-17,11	-22,8
8	-22,3	-15,52	-5,6	6,76	16,97	22,84	22,48	15,96	5,01	-6,96	-17,38	-22,89
9	-22,17	-15,21	-5,2	7,15	17,25	22,93	22,36	15,67	4,61	-7,34	-17,65	-22,97
10	-22,04	-14,9	-4,81	7,53	17,52	23,01	22,24	15,36	4,22	-7,72	-17,91	-23,05
11	-21,9	-14,59	-4,41	7,91	17,78	23,09	22,11	15,06	3,82	-8,1	-18,17	-23,12
12	-21,75	-14,27	-4,02	8,29	18,04	23,15	21,97	14,74	3,42	-8,48	-18,42	-23,18
13	-21,6	-13,95	-3,62	8,67	18,3	23,21	21,83	14,43	3,02	-8,86	-18,67	-23,24
14	-21,44	-13,62	-3,22	9,04	18,55	23,27	21,67	14,11	2,62	-9,23	-18,91	-23,29
15	-21,27	-13,29	-2,82	9,41	18,79	23,31	21,52	13,78	2,22	-9,6	-19,15	-23,34
16	-21,1	-12,95	-2,42	9,78	19,03	23,35	21,35	13,45	1,81	-9,97	-19,38	-23,37
17	-20,92	-12,62	-2,02	10,15	19,26	23,39	21,18	13,12	1,41	-10,33	-19,6	-23,4
18	-20,73	-12,27	-1,61	10,51	19,49	23,41	21,01	12,79	1,01	-10,69	-19,82	-23,42
19	-20,54	-11,93	-1,21	10,87	19,71	23,43	20,82	12,45	0,61	-11,05	-20,03	-23,44
20	-20,34	-11,58	-0,81	11,23	19,93	23,44	20,64	12,1	0,2	-11,4	-20,24	-23,45
21	-20,14	-11,23	-0,4	11,58	20,14	23,45	20,44	11,75	-0,2	-11,75	-20,44	-23,45
22	-19,93	-10,87	0	11,93	20,34	23,45	20,24	11,4	-0,61	-12,1	-20,64	-23,44
23	-19,71	-10,51	0,4	12,27	20,54	23,44	20,03	11,05	-1,01	-12,45	-20,82	-23,43
24	-19,49	-10,15	0,81	12,62	20,73	23,42	19,82	10,69	-1,41	-12,79	-21,01	-23,41
25	-19,26	-9,78	1,21	12,95	20,92	23,4	19,6	10,33	-1,81	-13,12	-21,18	-23,39
26	-19,03	-9,41	1,61	13,29	21,1	23,37	19,38	9,97	-2,22	-13,45	-21,35	-23,35
27	-18,79	-9,04	2,02	13,62	21,27	23,34	19,15	9,6	-2,62	-13,78	-21,52	-23,31
28	-18,55	-8,67	2,42	13,95	21,44	23,29	18,91	9,23	-3,02	-14,11	-21,67	-23,27
29	-18,3		2,82	14,27	21,6	23,24	18,67	8,86	-3,42	-14,43	-21,83	-23,21
30	-18,04		3,22	14,59	21,75	23,18	18,42	8,48	-3,82	-14,74	-21,97	-23,15
31	-17,78		3,62		21,9		18,17	8,1		-15,06		-23,09
media	-20,85	-13,33	-2,39	9,49	18,81	23,08	21,10	13,30	1,99	-9,85	-19,05	-23,09

Tabla 45. Declinación solar.

La inclinación de las placas en el emplazamiento es la resta de la latitud del emplazamiento y la media de la declinación solar durante su utilización. Para el rango de fechas de uso del diseño la inclinación de las placas es de 27^0:

$$inclinación\ placas = latitud - \frac{\sum media\ declinaciones\ mensuales}{n^{\underline{o}}\ meses} = 27{,}02^0$$

El dimensionado realizado es más aproximado que el presentado en el CTE HE-4 sobre ahorro de energía por lo que queda justificado el dimensionado de estas instalaciones.

I.5. Cálculos eléctricos

La distribución eléctrica cuenta con 3 partes principales:

- Acometida a consumos desde micro-central hidroeléctrica.
- Instalaciones interiores de los consumidores en corriente alterna.
- Instalaciones interiores de los consumidores en corriente continua.

La instalación cumplirá lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del R.D. 842/2002.

Para el cálculo de caídas de tensión se sigue lo dispuesto en la guía técnica de aplicación GUÍA-BT-ANEXO 2 donde se detallan los cálculos a realizar para el dimensionado de cables.

ACOMETIDA DESDE LA MICRO-CENTRAL HIDROELÉCTRICA

La acometida desde la micro-central hidroeléctrica se dimensiona como marca la ITC-BT-15 "Derivaciones individuales" según la cual:

La caída de tensión máxima admisible será para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: 1,5%

Los cables se dimensionan para que puedan transportar la totalidad de la potencia generada por la micro-hidroeléctrica para un único consumidor. Serán de aluminio enterrados bajo tubo 0,6/1kV RZ1-K tetrapolar. En los cruces de caminos se dispondrán los tubos en un dado de hormigón en masa HM-20 según planos.

Para el cálculo de pérdidas en la línea de distribución se ha utilizado el texto "*Cálculo de instalaciones trifásicas con carga desequilibrada*". J. M. García Arévalo, Roberto c. Redondo, n. R. Melchor. ingeniería eléctrica, ETSII Béjar, universidad de salamanca. Siendo las pérdidas de transporte:

$$P_{pe} = 3 \cdot R \cdot I_L^2$$

Donde R es la resistencia lineal de los cables determinada por:

$$R = \frac{1}{\gamma \cdot S}$$

Siendo la conductividad γ del aluminio a 20^0 de 35m/Ω·mm².

	VIRGEN BLANCA	EL FORCALLO
Potencia [W]	7610	7610
Distancia [m]	180	285
Intensidad fase [A]	10,98	10,98
Sección de cable [mm²]	35	2x35
Resistencia [Ω/m]	0,000816327	0,000408163
Perdidas [W/m]	0,2952	0,1476
Perdidas [W]	53,14	42,07
Rendimiento línea [%]	99,30	99,45

Tabla 46. Cálculo de rendimiento de la línea eléctrica.

I.6. Cálculos estructurales

RACK DE ACERO PARA TUBERÍA DE DERIVACIÓN

Para salvar el barranco de 14,4m que ha de salvar la tubería de derivación se utiliza un rack de acero apoyado en los extremos del mismo. El rack se dimensiona para poder albergar el doble de capacidad en caso de ampliación del aprovechamiento. La anchura del rack es de 0,55m por 0,60m de altura

Las cargas que tiene que soportar el rack son:

- Peso propio de la estructura
- Peso de las canalizaciones

La canalización se compone de 3+3 tubos de polietileno de Ø200mm interior y espesor de 12mm. La densidad del polietileno es de 905kg/m³. Por tanto la carga por unidad de superficie es:

$$V_{tuberia} = \pi \frac{\left(D_{ext}^2 - D_{int}^2\right)}{4} = \pi \frac{((0{,}2 + 2 \cdot 0{,}012)^2 - (0{,}2)^2)}{4} = 7{,}99x10^{-3}\, m^3/m$$

$$M_{total} = n^{o}tubos \cdot \rho \cdot V_{tuberia} = (3+3) \cdot 905 \cdot 7{,}99x10^{-3} = 43{,}398\, kg/m$$

$$Q_{tubos} = \frac{M_{total} \cdot L}{A} = \frac{43{,}398 \cdot 14{,}4}{0{,}55 \cdot 14{,}4} = 78{,}883 kg/m^2$$

- Peso del agua transportada

Los 6 tubos están completamente llenos de agua de densidad 1000kg/m³. Siendo su carga por unidad de superficie:

$$V_{agua} = \pi \frac{D_{int}^2}{4} = \pi \frac{0{,}2^2}{4} = 0{,}03142\, m^3/m$$

$$M_{total} = n^{o}tubos \cdot \rho \cdot V_{agua} = (3+3) \cdot 1.000 \cdot 0{,}03142 = 188{,}496\, kg/m$$

$$Q_{agua} = \frac{M_{total} \cdot L}{A} = \frac{188{,}496 \cdot 14{,}4}{0{,}55 \cdot 14{,}4} = 342{,}719 kg/m^2$$

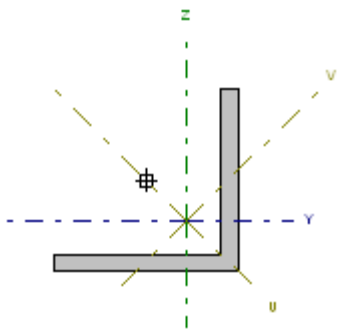
Para el cálculo de la estructura metálica se sigue lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación en los documentos básico de seguridad estructural CTE-DB-SE-AE (Acciones en la edificación) y en CTE-DB-SE-A (Acero). Los cálculos se realizan con el programa informático "Metal 3D – CYPE". En las estructuras en celosía la acción dominante en la normal (tracción-compresión) salvo en las barras de la plataforma que trabajan como barras en voladizo con carga distribuida apareciendo momento y cortante.

El rack se compone de una plataforma con celosías laterales tipo Warren. El material es acero S275 y S235. Las diagonales son perfiles conformados tipo "L" y los cordones son perfiles laminados tipo "L". La plataforma se compone de perfiles tipo cajón huecos

dispuestos transversalmente a los tubos cada 0,40m. Se disponen 4 puntos de unión transversal en los cordones superiores. El esquema del rack es el que se muestra en la Ilustración 36 y se encuentra detallado en el anexo de planos.

- Cordón superior: L 60x60x6

Perfil: L 60 x 60 x 6
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N90	N91	1.200	6.91	22.79	22.79	0.82	13.10	-13.10

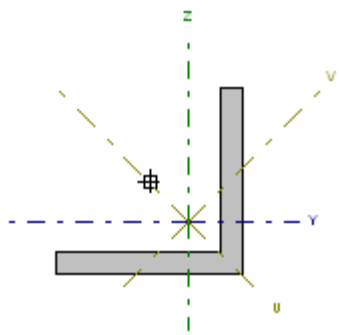
Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.200	1.200	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos

- Cordón inferior: L 40x40x5

Perfil: L 40 x 40 x 5
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N4	N5	0.400	3.79	5.43	5.43	0.31	8.40	-8.40

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.400	0.400	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos

- Diagonales: LF 40x3

Características mecánicas

Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	Ixx (cm4)
Tipo	Designación						
Acero conformado	S235	1	LF-40x3, (Conformados L)	2.25	3.50	3.50	0.07

Notación:
Ref.: Referencia
A: Sección
Iyy: Inercia flexión Iyy
Izz: Inercia flexión Izz
Ixx: Inercia torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

- Transversales plataforma: #12x12x3,26

Características mecánicas							
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	Ixx (cm4)
Tipo	Designación						
Acero conformado	S235	1	# 1.2x1.2x0.325, (CAJON)	0.41	0.08	0.08	0.14

Notación:
Ref.: Referencia
A: Sección
Iyy: Inercia flexión Iyy
Izz: Inercia flexión Izz
Ixx: Inercia torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

- Transversales superiores: #12x12x3,26

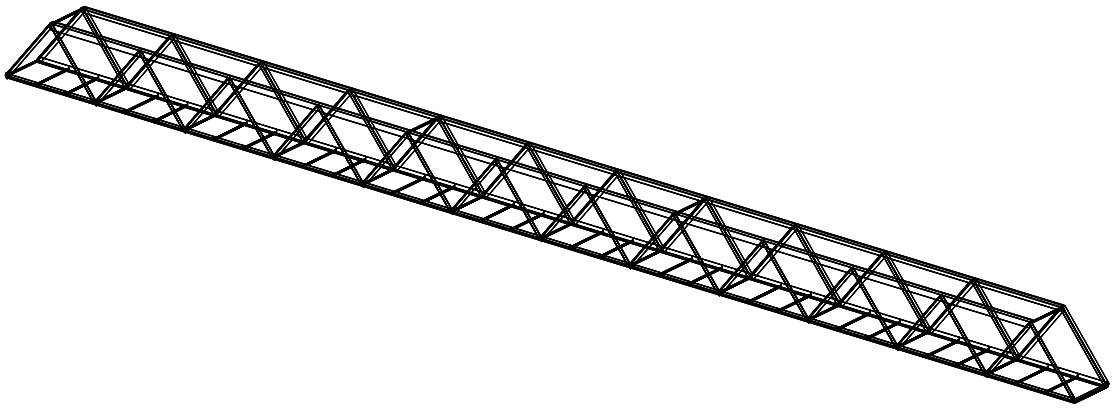


Ilustración 36. Rack para tubería derivación barranco 14,40m.

Las uniones se realizarán soldadas siguiendo lo dispuesto en el capítulo 8 del CTE-DB-SE-A.

La barra sometida a mayores esfuerzos son las del cordón superior en la parte intermedia siendo los resultados en la Tabla 47.

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.041 m	0.043 m	0.231 m	0.422 m	0.612 m	0.802 m	0.993 m	1.181 m	1.183 m
N93/N94	Acero laminado	$N_{mín}$	-7.442	-7.442	-7.442	-7.442	-7.442	-7.442	-7.442	-7.442	-7.442
		$N_{máx}$	-4.410	-4.410	-4.410	-4.410	-4.410	-4.410	-4.410	-4.410	-4.410
		$Vy_{mín}$	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.000	0.001	0.002	0.002	0.002
		$Vy_{máx}$	-0.003	-0.003	-0.002	-0.001	-0.000	0.001	0.003	0.004	0.004
		$Vz_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$My_{mín}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$My_{máx}$	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		$Mz_{mín}$	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		$Mz_{máx}$	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006

Tabla 47. Esfuerzos en cordón superior en la peor combinación.

I.7. Descripción grupo turbina-generador

TURBINA

Los principales equipos de un aprovechamiento hidroeléctrico son la turbina y el generador. De su correcta selección depende el rendimiento de la instalación. Existen varias tipologías de turbinas. Según el salto y el caudal de partida se escoge la idónea. Un salto de 10m es bastante pequeño lo que limita mucho la tipología de turbina que se puede utilizar.

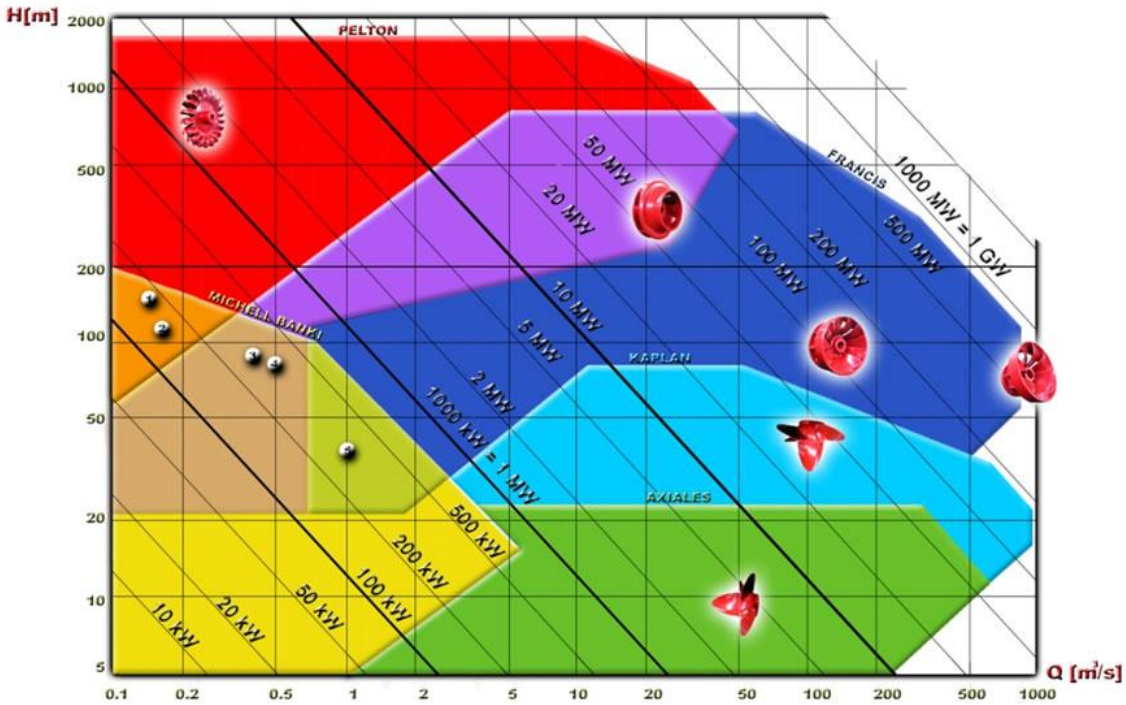


Ilustración 37. Esquema selección de equipos.

Las opciones de turbinas más utilizadas, Francis y Pelton, se desechan ya que para bajos caudales no funcionan bien como vemos en la Ilustración 37. Para un salto de 10m son óptimas las turbinas Michell Banki y las Kaplan, estas últimas mejores para elevados caudales.

Por lo considerado anteriormente, la mejor opción es una turbina Michell Banki. A continuación se nombran las características básicas de esta tipología de turbinas.

La turbina de flujo transversal o Michell-Banki es una máquina utilizada principalmente para pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. Sus ventajas principales están en su sencillo diseño y su fácil construcción lo que la hace atractiva en el balance económico de un aprovechamiento a pequeña escala. No obstante esto no impide que la turbina se utilice en grandes instalaciones. Aunque la turbina de flujo transversal se conoce como una máquina de pequeña escala, existen actualmente máquinas de este tipo de hasta 6 MW. Las principales características de esta máquina son las siguientes:

- La velocidad de giro puede ser seleccionada en un amplio rango.
- El diámetro de la turbina no depende necesariamente del caudal.
- Se alcanza un aceptable nivel de rendimiento con pequeñas turbinas.
- Se puede regular el caudal y la potencia por medio de un álabe ajustable.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TURBINA

La turbina consta de dos elementos principales: un inyector y un rotor. El agua es restituida mediante una descarga a presión atmosférica. El rotor está compuesto por dos discos paralelos a los cuales van unidos los álabes curvados en forma de sector circular.

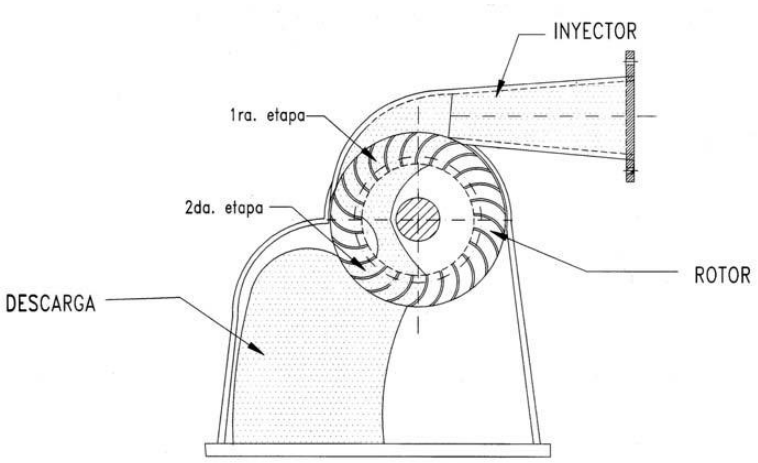


Ilustración 38. Sección turbina Michell Banki.

El inyector posee una sección transversal rectangular que va unida a la tubería por una transición rectangular - circular. Este inyector es el que dirige el agua hacia el rotor a través de una sección que toma una determinada cantidad de álabes del mismo, y que guía el agua para que entre al rotor con un ángulo determinado obteniendo el mayor aprovechamiento de la energía.

La energía del agua es transferida al rotor en dos etapas, lo que también da a esta máquina el nombre de turbina de doble efecto, y de las cuales la primera etapa entrega un promedio del 70% de la energía total transferida al rotor y la segunda alrededor del 30% restante. (Los ensayos realizados por distintos investigadores sitúan el rendimiento hidráulico de esta máquina entre un 65-80%, otros autores mencionan un 61% aclarando que la segunda etapa entrega un 17%, y en general muchos autores indican un 70% hasta un 84%.)

Una característica atractiva de esta máquina es la forma aplanada de su curva de rendimiento como se puede ver en la Ilustración 39. Esto se logra con un diseño de la turbina con admisión parcial. Por ejemplo: si se divide el rotor en 3 partes iguales y la admisión del agua se puede realizar por 1/3, 2/3 o la totalidad del rodete.

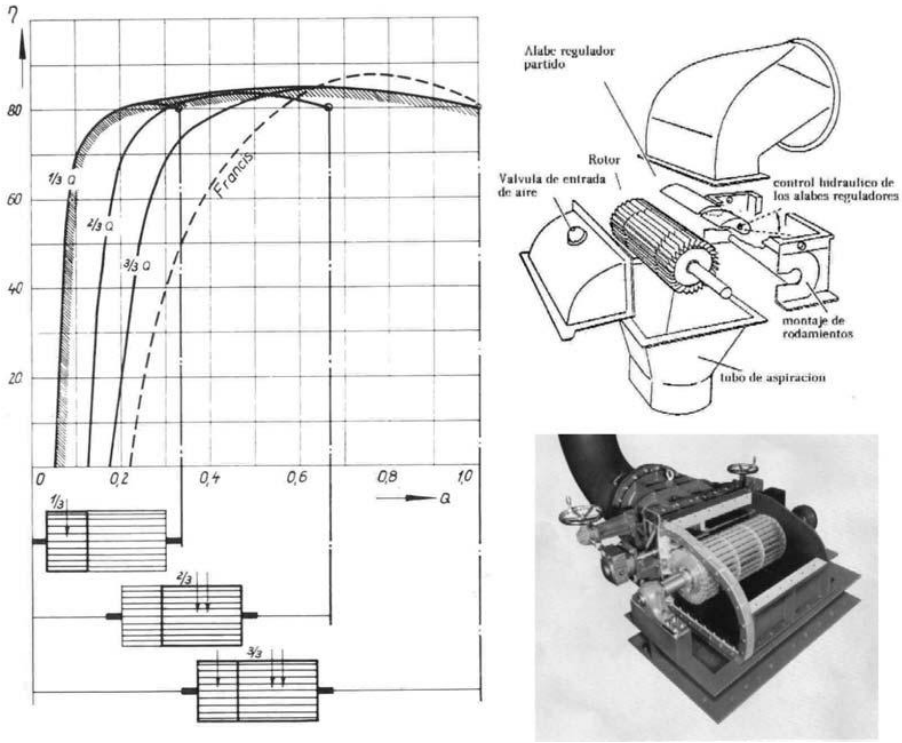


Ilustración 39. Curva de rendimiento de turbinas Michell Banki.

Como se mencionó anteriormente, la turbina de flujo transversal es especialmente apropiada para ríos con pequeños caudales. Estos generalmente llevan durante varios meses muy poca agua, por lo que en su diseño debe considerarse para el mínimo caudal que será el parcial y para épocas de abundancia de agua, se considerará el caudal total que será utilizado para usos productivos. De la curva característica de rendimiento de cada turbina depende si durante este tiempo se sigue produciendo energía eléctrica.

GENERADOR

El generador eléctrico puede ser monofásico o trifásico. Los monofásicos se utilizan para potencias inferiores a unos 10kW y se obtienen unos rendimientos alrededor del 75%. Los trifásicos se utilizan para potencias mayores y se obtiene un rendimiento entorno al 98%. Así que lo más conveniente en un **generador trifásico**.

Los generadores trifásicos requieren de una distribución de cargas entre las tres fases en los consumos buscando conseguir un reparto de potencia en las fases lo más semejantes posibles. Los consumos actualmente tienen instalación monofásica y se debe acometer la división de cargas para tener un esquema eléctrico trifásico.

Los generadores trifásicos pueden ser según su esquema síncronos o asíncronos. Los síncronos son capaces de generar por si mismos potencia reactiva mediante una excitatriz controlada, mientras que los asíncronos requieren de una batería de condensadores de la potencia suficiente con regulación. Los generadores asíncronos son más económicos pero la batería de condensadores necesaria encarece su precio además de necesitar de espacio físico para instalarlas. Para el caso de generación aislada funcionan mucho mejor los

síncronos que consiguen dar más estabilidad al sistema. Así que lo más conveniente es un **generador síncrono.**

Existen varias tipologías constructivas de generadores síncronos. La más adecuada para cumplir con el requisito de escaso mantenimiento y facilidad de uso son los **generadores sin escobillas** que suprimen accesorios de funcionamiento por fricción como escobillas, portaescobillas y anillos rozantes siendo su mantenimiento nulo. Esta tipología de máquinas es en realidad, un doble alternador. Consta de un alternador principal, compuesto de inducido fijo e inductor móvil, y de un alternador auxiliar o excitatriz, compuesto de inducido móvil e inductor fijo. Para su arranque el magnetismo remanente del alternador auxiliar es suficiente.

El generador va a estar en funcionamiento en un ambiente dañino debido al tratamiento de flujos de agua y por lo tanto debe tener un grado de protección de al menos IP 20 aunque se aconseja exigir grados de protección de hasta IP44.

El generador debe ir acompañado de un regulador de tensión y un regulador de frecuencia.

Las posibles configuraciones de este tipo de generadores síncronos son muy variadas: con devanado auxiliar, con transformador de compoundaje, con neutro conectado a devanado excitatriz, con toma intermedia en devanado principal, imán permanente, etc. Todos ellos necesitan de una placa electrónica reguladora para el **control de la tensión** en bornes y para cada constitución de los alternadores sin escobillas los fabricantes tienen placas reguladoras distintas pues dependen de los valores de tensión en intensidad de los devanados de excitación del alternador, de su potencia y del tipo de devanado auxiliar.

El **control de frecuencia** es más complejo en este caso. Cuando la máquina está conectada a una red general adopta automáticamente la frecuencia de la red a la que se conecta. Pero cuando funciona de manera aislada (en isla) su frecuencia será determinada por su velocidad de giro, que corresponderá al punto de equilibrio entre el par motor de la máquina motriz y el par resistente que presenta el generador a ser movido. Como la carga eléctrica es constante bastará con ajustar la velocidad de la turbina, y mantenerla constante mediante un controlador de caudal, para que en bornes haya 50Hz. El control de la velocidad de giro de la turbina es de coste elevado además de requerir de un mantenimiento periódico de los elementos mecánicos y de tener un tiempo de respuesta elevado que genera grandes desequilibrios en la red ante conexión/desconexión de cargas y conviene evitarlo.

Se puede rectificar la corriente alterna en bornes y posteriormente, mediante un inversor, ondular la red alterna, como se puede observar en la Ilustración 40 pero los aparatos electrónicos necesarios son también de un coste elevado.

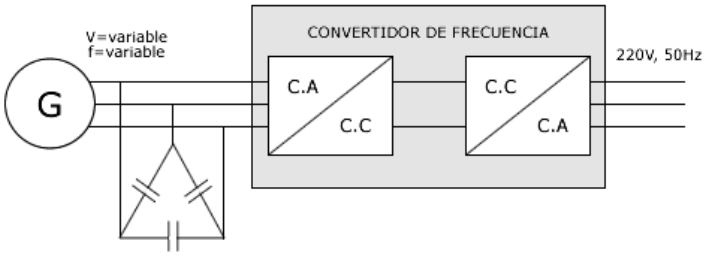


Ilustración 40. Esquema generador con regulación por conevrtidor de frecuencia.

También se puede actuar sobre el par resistivo del generador haciéndolo equivalente al par mecánico producido por la turbina. Las perturbaciones en el par de la turbina implican variaciones de velocidad de giro y por lo tanto variaciones de frecuencia de red que son analizados por un regulador que, mediante la conexión y desconexión de cargas resistivas, mantiene la relación de pares constante. Este tipo de regulación se denomina **control de frecuencia por balastro**, tiene un tiempo de respuesta muy pequeño no presentando la red inestabilidades apreciables. Estos reguladores son de un coste económico menor que los demás y es idóneo para el sistema de estudio.

Resumen sistema más idóneo: *generador trifásico síncrono sin escobillas con regulador de tensión recomendado por fabricante y control de frecuencia por balastro.*

CORREA DE DISTRIBUCIÓN

La correa de distribución que transmite el par mecánico del eje de la turbina al eje del generador es de cinta textil flexible con banda de rozadura de goma. La sustitución de esta correa según fabricantes de grupos turbina-generador es de una cada 5 años complets de funcionamiento o 10 años de vida.

I.8. Dimensionado instalación termosolar para ACS

Este estudio tiene como finalidad el dimensionado de una Instalación de energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria en el campamento Virgen Blanca

Para el desarrollo de este estudio se tiene en cuenta toda la normativa de aplicación a una instalación de esta naturaleza: el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios" (RITE), el "Código Técnico de la Edificación" (CTE) y otros reglamentos de orden autonómico y municipal.

I.8.1. Descripción de la instalación

La instalación se subdivide en los siguientes sistemas:

- Sistema centralizado de producción solar (campo de captadores solares)
- Sistema de intercambio.
- Sistema de acumulación solar centralizado
- Sistema hidráulico de distribución, dividido en tres circuitos: circuito primario entre el sistema de captación y el intercambiador de calor; circuito secundario donde se acumulará la energía solar térmica captada y circuito de distribución a los puntos de consumo.
- Sistema de apoyo: Se realizará de manera variable por efecto Joule del control de frecuencia por balastro electrónico de la micro-central hidroeléctrica. Además se contará con un equipo de producción centralizado existente, mediante apoyo con acumulador a gas. El equipo complementario apoyo con acumulador a gas cuando sea necesario terminará de preparar el agua pre-calentada por el campo de captadores hasta el nivel térmico de confort.

La instalación de los captadores solares se realizará en la cubierta del edificio. Se disponen orientados con una desviación de -15^0 con respecto al sur geográfico (ángulo de azimuth), y con una inclinación del plano del captador de 27^0 con respecto a la horizontal. En el circuito primario los captadores a instalar se conectarán en paralelo, equilibrados hidráulicamente mediante retorno invertido o válvulas de equilibrado. El circulador proporcionará el caudal y la presión necesarios para hacer efectivo la circulación forzada para obtener el flujo de cálculo y vencer la pérdida de carga.

Para la producción del ACS, se proyecta efectuar el intercambio de calor del circuito primario al secundario mediante un intercambiador. La energía producida por los captadores servirá para elevar el agua de la red hasta el mayor nivel térmico posible y esta se almacenará en el acumulador solar. El agua calentada en este depósito servirá como agua que alimentará al equipo complementario para elevar su temperatura, si fuera necesario hasta la temperatura de consumo prefijada.

En el circuito primario se utilizará fluido solar (propilenglicol en agua con inhibidores de corrosión. Concentración de propilenglicol: 42 - 45 % según DIN 51777).

El circuito secundario debe ser totalmente independiente de modo que el diseño y la ejecución impidan cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos, el del primario (captadores) y el de ACS del acumulador del consumidor.

El circuito primario solar estará protegido mediante la instalación de vaso de expansión cerrado y válvula de seguridad. El cambio de temperaturas que se producen en estas instalaciones motiva la presencia de estos elementos de seguridad.

Para el circuito hidráulico se utilizará tubería metálica. Las válvulas de corte y de regulación, purgadores y otros accesorios serán de cobre, latón o bronce. No se acepta la presencia de componentes de acero galvanizado. El fluido en el circuito primario puede sobrepasar con facilidad los 60ºC, y el circuito de consumo se proyecta para impedir que el agua caliente sanitaria sobrepase una temperatura de 60ºC. Conforme a normativa vigente, este nivel térmico impide el uso de tuberías de acero galvanizado.

Se deberán instalar manguitos electrolíticos entre los elementos de diferentes metales para evitar el par galvánico. Además es obligatorio el calorifugado de todo el trazado de tuberías, válvulas, accesorios y acumuladores (RITE - IT 1.2.4.2).

Entre el depósito solar y el acumulador de cabecera está prevista la instalación de una bomba de trasvase, la función de esta bomba será:

- Trasvasar el agua caliente precalentada desde el acumulador solar hasta el acumulador de cabecera cuando la temperatura en el acumulador solar sea superior a la del acumulador de ACS. De esta forma en la medida de lo posible, se evitará que sea el equipo complementario el que reponga las pérdidas de disposición del acumulador de ACS.

Posibilitar la realización periódica de un choque térmico contra la legionela. Se podrá realizar un choque térmico en el sistema de acumulación (solar y ACS), si puntualmente se eleva la consigna de acumulación en el depósito de ACS hasta los 70ºC y simultáneamente se activa la bomba de trasvase, de esta forma el equipo complementario elevará la temperatura de ambos depósitos hasta los 70ºC.

I.8.2. Datos de partida

La instalación tiene una demanda de 4000l/día a una temperatura de 45^{0}C. La instalación estará en uso como máximo de Mayo a Junio.

Los datos de radiación solar incidente son los obtenidos a través del estudio de insolación del anexo I.4 y el programa Homer.

I.8.3. Superficie de captación y volumen de acumulación

Utilizando el método FChart de forma iterativa, el programa de cálculo de Vaillant auroPRO calcula y ajusta el número de captadores del modelo elegido de forma que se supere o iguale el valor mínimo de la fracción solar requerida y la zona climática del término municipal de Huesca (Prov). Ese valor mínimo es del 35% de la demanda energética.

El número de captadores se ajusta de forma que se obtenga una configuración homogénea y equilibrada del campo de los mismos, lo más cercana posible en número a la superficie que cubra el requisito de demanda solar.

Para el edificio se establece una instalación de 5 captadores de 2,35 m^2 de superficie útil, resultando una superficie total de captación de 11,75 m^2.

El grado de cobertura conseguido por la instalación de los captadores es del 41,10%.

La acumulación de Agua Caliente Sanitaria procedente de la aportación solar se realizará mediante sistema de acumulación centralizado de 4000 litros de capacidad total, que servirá para hacer frente a la demanda diaria.

El C.T.E., en su Documento Básico HE, Exigencia Básica HE4, Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria establece que para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$50 < V/A < 180$

Siendo:

A la suma de las áreas de los captadores [m^2];

V el volumen del depósito de acumulación solar [litros].

Este volumen de acumulación supone una relación de 340,43 litros por metro cuadrado de captadores. El restante de la energía térmica necesaria para ACS se consigue a través de efecto Joule mediante energía eléctrica obtenida de **fuentes renovables** (e. hidroeléctrica) por lo que queda justificado este valor en la relación de V/A.

En la Ilustración 41 se presentan los datos de aporte solares mensuales de Agua Caliente, así como una gráfica en la que se representa la necesidad mensual de energía y el aporte solar.

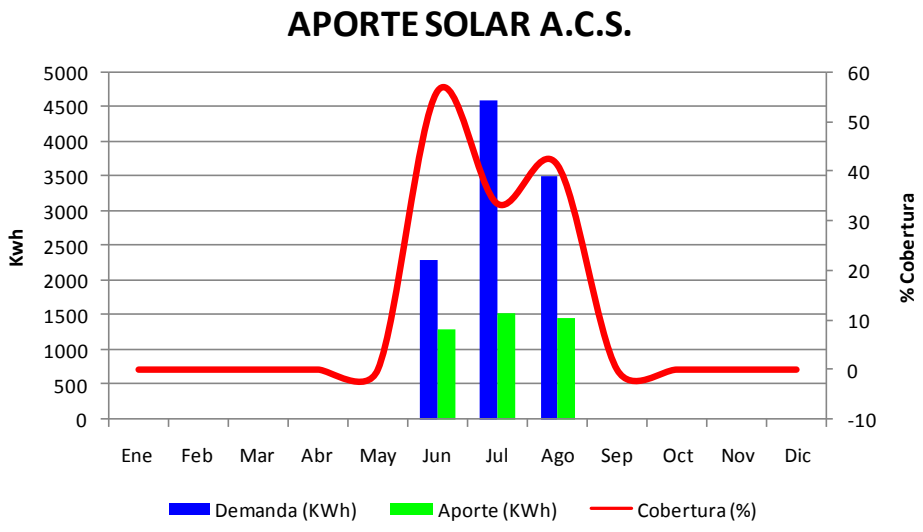


Ilustración 41. Aporte de energía térmica de la instalación termosolar de Virgen Blanca.

Para los días de apertura del campaento Virgen Blanca (70 días) la producción es de 4295,2kWh al año.

I.8.4. Fluido caloportador

En el circuito primario se utilizará fluido solar Vaillant (propilenglicol en agua con inhibidores de corrosión. Concentración de propilenglicol: 42 - 45 % según DIN 51777).

Datos del fluido solar Vaillant

- Punto de congelación (resistencia a las heladas según ASTM D 1177): -28ºC

- Densidad (a 20 ºC según ASTM D 1122): 1,032 – 1,035 g/cm3

I.8.5. Campo de captadores

La instalación se ha dimensionado para 6 captadores homologados, marca Vaillant, modelo VFK 145 H

η	0,801
K_1 (W/m²K)	3,32
K_2 (W/m²K²)	0,023
Superficie Total (m²)	2,51
Superficie Neta (m²)	2,35

Los captadores se colocarán en la cubierta del edificio, quedando orientados con una desviación de -15^0 con respecto al Sur y con una inclinación de 27^0 con respecto a la horizontal.

Se instalarán válvulas de corte a la entrada y salida de cada batería, a fin de poder aislarla del resto para posibles mantenimientos o reparaciones. Se prevén también purgadores, válvulas de seguridad y válvulas para llenado y vaciado del circuito.

La estructura soporte de los captadores se compone de perfiles prefabricados de aluminio, dimensionados por el fabricante. Puede apreciarse detalle de la instalación en el anexo de planos.

I.8.6. Pérdidas por sombras, orientación e inclinación

Son las determinadas en el anexo I.4 Estudio de insolación donde se han tenido en cuenta los obstáculos naturales existentes.

I.8.7. Acumulación del calor solar

La acumulación solar se lleva a cabo, mediante la instalación de un sistema de acumulación independiente de acero vitrificado de 750l. Este depósito de conecta a un acumulador central con un volumen de acumulación de 4000 litros de capacidad, compuesto por un depósito Suicalsa según se especifica en el anexo I.1

I.8.8. Sistema de intercambio

Para realizar el intercambio de la energía absorbida por el líquido caloportador en los captadores solares al Agua Caliente Sanitaria acumulada en el depósito, se hace uso de un intercambiador de placas de de alta eficiencia.

Las condiciones nominales de diseño serán:

- Potencia: 8225,00 W
- Eficacia: 75,52 %

	Circuito Primario	Circuito Secundario
Caudal	528,75 l/h	470,00 l/h
Fluido de trabajo	Agua	Agua
Temperatura de entrada	39,54 ºC	17 ºC
Temperatura de salida	24,5 ºC	32,04 ºC

I.8.9. Circuitos hidráulicos

Para hacer la interconexión entre todos los sistemas que se han descrito, se debe prever el trazado correspondiente de tuberías entre los mismos así como todos los elementos auxiliares de una instalación hidráulica, véase, bombas de circulación, vaso de expansión, purgadores, valvulería y accesorios.

La configuración del sistema elegido es con el sistema de captación solar centralizado y la acumulación solar también centralizada. El sistema de energía convencional de apoyo para la preparación del ACS es centralizado mediante Apoyo con acumulador a gas.

Se diferencian 4 circuitos:

- *Circuito primario*: Entre campo de captadores y el intercambiador.
- *Circuito secundario*: Entre el intercambiador y el depósito de acumulación solar.
- *Circuito de acumulación de ACS*: Entre el depósito de acumulación ACS y acumulador central que incluye los equipos complementarios.
- *Circuito de distribución*: Entre el depósito de disposición de ACS y los puntos de consumo.

Para las instalaciones objeto del estudio, la unión entre el circuito primario y secundario se llevará a cabo mediante un G*rupo Hidráulico* que integrará los elementos de intercambio, bombeo y regulación solar. Entre el acumulador solar y el acumulador de ACS se intercalará una bomba de trasvase.

Circuito Primario

El trazado de tuberías del circuito primario va desde los captadores solares ubicados en la cubierta del edificio, hasta el intercambiador de placas, ubicado junto al depósito acumulador, en el cuarto de instalaciones, donde se ubican los distintos elementos de la instalación (bomba, vaso de expansión, regulador, …).

El dimensionado de los componentes del circuito primario se realiza para un caudal unitario de diseño de 45 l/h y metro cuadrado de superficie de captación, lo que significa un caudal total de 528,75 l/hora, con la configuración de captadores en paralelo propuesta.

Para ese caudal y con la premisa de tener una pérdida de carga inferior a 20 mmca/m en las tuberías que circulan por el interior del edificio. Se propone un diámetro exterior de tubería de 0,314 mm.

Las tuberías del circuito primario serán de cobre con las uniones soldadas por capilaridad. En la unión de materiales distintos, para evitar la corrosión, se instalarán manguitos antielectrolíticos (mediante accesorios de PPR u otros materiales).

El aislamiento de las tuberías que discurren por el exterior se realizará con coquilla de lana de vidrio de 40 mm de espesor, recubierto con chapa de aluminio, para evitar su degradación, debido a la exposición a los agentes exteriores. En las tuberías no expuestas a la intemperie, el aislamiento será de caucho microporoso (Armaflex HT o similar) de 27 mm, apto para el funcionamiento a altas temperaturas.

Se debe instalar un Vaso de Expansión cerrado, adecuado para el uso con mezcla anticongelante de las siguientes características.

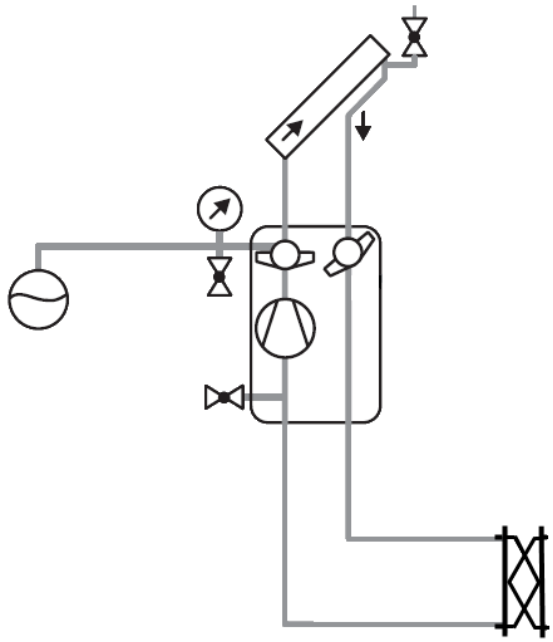
Capacidad:	38	l
Presión máxima	6,0	bar
Presión del gas	1,50	bar
Presión de llenado	2,00	bar

Para proteger la membrana de temperaturas excesivas así como de la entrada de fluido caloportador en fase vapor se debe de instalar un vaso amortiguador de temperatura en serie con el vaso de expansión.

Capacidad	18	l

Se debe hacer uso además de válvula de seguridad tarada a 6 bares, purgador en el punto más alto de la instalación y en la salida de cada batería de captadores, así como manómetro de presión del circuito solar.

Ejemplo:



Circuito Secundario

El trazado de tubería de este circuito conecta la salida del intercambiador de placas con el depósito de acumulación.

Las tuberías del circuito primario serán de cobre con las uniones soldadas por capilaridad. Siempre que haya que realizar una unión entre elementos de distinto material, se deberán instalar manguitos electrolíticos, al objeto de evitar la corrosión.

Para el aislamiento de las tuberías, se colocará una coquilla de espuma elastomérica de 20mm de espesor en las tuberías cuyo diámetro exterior sea menor de 60mm, y de 30mm de espesor en aquellas con un diámetro exterior superior a 60mm. No precisan de la colocación de un acabado con protección a la intemperie ya que discurrirán por el interior del edificio.

La bomba del circuito secundario será la integrada en el Grupo Hidráulico.

Circuito de acumulación de ACS

El trazado de tubería de este circuito conecta la salida del intercambiador de placas de ACS del equipo complementario con el depósito de acumulación.

Las tuberías del circuito primario serán de cobre con las uniones soldadas por capilaridad. Siempre que haya que realizar una unión entre elementos de distinto material, se deberán instalar manguitos electrolíticos, al objeto de evitar la corrosión.

Para el aislamiento de las tuberías, se colocará una coquilla de espuma elastomérica de 20mm de espesor en las tuberías cuyo diámetro exterior sea menor de 60mm, y de 30mm de espesor en aquellas con un diámetro exterior superior a 60mm. No precisan de la colocación de un acabado con protección a la intemperie ya que discurrirán por el interior del edificio.

En este circuito, se instalará un vaso de expansión con suficiente volumen para absorber la dilatación del agua desde su temperatura de llenado hasta su temperatura máxima.

I.8.10. Regulación solar y sistema eléctrico

Para regular el funcionamiento de la instalación se utilizarán centralitas de control Vaillant auroMATIC 560 que con los valores de lectura de diferentes sondas de temperatura (Kol1 en captadores; Sp1 y Sp2 en acumulador solar) actuará sobre las bombas y válvulas correspondientes.

La precisión del sistema de control, asegurará que las bombas estén en marcha con saltos de temperatura superiores a 7ºC y paradas con diferencias de temperatura menores de 2ºC. El sistema de control asegurará, mediante la parada de las bombas, que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales y componentes.

Para el funcionamiento correcto del sistema de regulación, hay que asegurar que las sondas de temperatura en la parte baja de los acumuladores y en el circuito puedan leer correctamente los correspondientes valores de temperatura. La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura. En el caso de utilizarse sondas de inmersión se instalarán los sensores en el interior de vainas y en contracorriente con el fluido.

La instalación dispondrá de un contador de agua caliente solar situado en el circuito primario que cuantifique la energía producida por la instalación solar. Este contador estará constituido por los siguientes elementos: contador de agua; dos sondas de temperatura; un microprocesador electrónico (en algunos casos irá conectado a la propia centralita). El contador de agua y una de las sondas se situarán en la entrada del campo de captadores. La otra sonda se situará en la salida del mismo (agua caliente). El microprocesador electrónico podrá estar situado en la parte superior del contador o por separado (incluido en la centralita).

El cuadro eléctrico dispondrá de selectores para controlar el funcionamiento de las bombas con conmutación automática y manual de parada y marcha. Se colocarán elementos de señalización para visualizar el estado de funcionamiento de las bombas y protecciones eléctricas (interruptores magnetotérmicos y diferenciales) adecuadas a cada elemento de la instalación.

I.8.11. Esquema hidráulico

El esquema de la instalación termosolar es el que se muestra en la Ilustración 42.

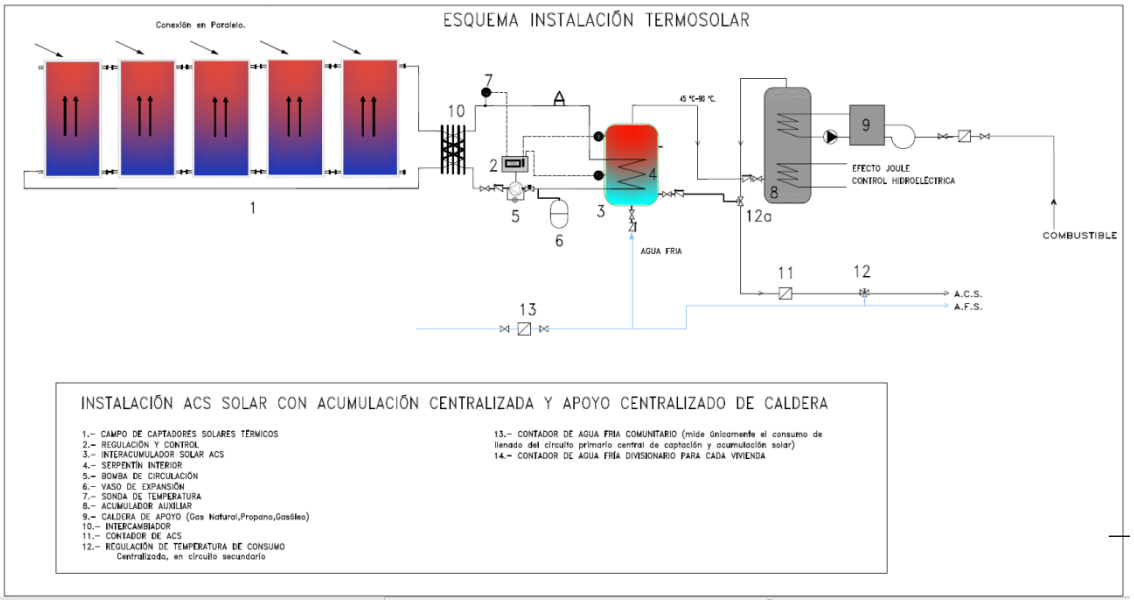


Ilustración 42. Esquema instalación termosolar de Virgen Blanca.

I.9. Cronología de documentación

En este anexo se detallan todos los trabajos recopilación de datos que se han realizado para la realización de este proyecto. Se han realizado trabajos de campo de medidas y toma de datos, se han mantenido conversaciones con los consumidores y se ha buscado la información que se creía pudiera ser relevante. A continuación se listan los trabajos registrados:

- **8 Octubre de 2010** – Reunión con Chus Sienes, el administrador del Campamento Virgen blanca para explicarle la creación de una microrred.
- **15 Octubre de 2010** – Conversación con Carlos Almécija, técnico de la Confederación Hidrográfica del Ebro con la explicación de los pasos a seguir para conseguir licencia para un aprovechamiento micro-hidroeléctrico.
- **17 Octubre de 2010** – Reunión con Joaquín Cazcarra, gerente del Camping El Forcallo y del Refugio de Viadós para explicarle la posible creación de una micro-red.
- **27 Octubre de 2010** – Reunión con comercial de Saltos del Pirineo para recibir oferta de ejecución de grupo turbina-generador.
- **2 Noviembre de 2010** – Reunión con comercial Saltos del Pirineo para revisar oferta.
- **6 Noviembre de 2010** – Visita a las instalaciones de la micro-central hidroeléctrica con gerente de El Forcallo.
- **10 Noviembre de 2010** – reunión con Carlos Almécija para buscar datos históricos del aprovechamiento.
- **17 Noviembre de 2010** – reunión con Saltos del Pirineo para oferta grupo trubina-generador de menor potencia.
- **25 Noviembre de 2010** – reunión con Cink para presentación de oferta grupo turbina-generador.
- **19 Diciembre de 2010** – Reunión con responsable de la Asociación del Hidrógeno para estudiar la viabilidad del hidrógeno en la microrred.
- **16 Julio de 2011** – Reunión con administrador del Campamento para ver la situación del proyecto.
- **30 Julio de 2011** – Visita al emplazamiento para toma de medida de caudales y ver estado caseta de máquinas.
- **4 Octubre de 2011** – Reunión con técnico de la CHEbro para entrega de documentación encontrada acerca del antiguo aprovechamiento hidroeléctrico.

I.10. Estudio de iluminación

ESTUDIO ILUMINACIÓN VIRGEN BLANCA

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 25.09.2011
Proyecto elaborado por: Luis Martín Rodríguez-Medel

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

ESTUDIO ILUMINACIÓN VIRGEN BLANCA
Portada del proyecto 1
Índice 2
Lista de luminarias 3
AIRFAL NEVADA 2x23 N33 / NEVADA 2x23 N33
Hoja de datos de luminarias 5
Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C
Hoja de datos de luminarias 6
AIRFAL DELTA 2x36 DB2 / DELTA 2x36 DB2
Hoja de datos de luminarias 7
Philips FBS291 1xPL-C/2P18W C
Hoja de datos de luminarias 8
Philips FBS291 1xPL-C/2P26W M
Hoja de datos de luminarias 9
AIRFAL NEVADA 2x18 N31 / NEVADA 2x18 N31
Hoja de datos de luminarias 10
AIRFAL NEVADA 2x36 N41 / NEVADA 2x36 N41
Hoja de datos de luminarias 11
Entreplanta
Resumen 12
Resultados luminotécnicos 13
Superficie de cálculo (sumario de resultados) 14
Rendering (procesado) en 3D 15
Superficies del local
Plano útil
Isolíneas (E) 16
Planta Baja
Resumen 17
Resultados luminotécnicos 18
Superficie de cálculo (sumario de resultados) 19
Rendering (procesado) en 3D 21
Superficies del local
Plano útil
Isolíneas (E) 22
Cocina
Isolíneas (E, perpendicular) 23
Enfermería
Isolíneas (E, perpendicular) 24
Comedor Exterior
Datos de planificación 25
Superficie de cálculo (sumario de resultados) 26
Rendering (procesado) en 3D 27
Superficies exteriores
Comedor Exterior
Isolíneas (E, perpendicular) 28
Mesa comedor
Sumario de los resultados 29
Mesa comedor
Isolíneas (E) 30
Área circundante mesa
Isolíneas (E) 31

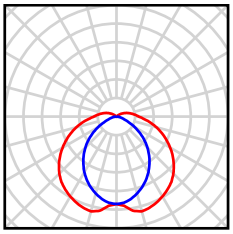
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTUDIO ILUMINACIÓN VIRGEN BLANCA / Lista de luminarias

12 Pieza

AIRFAL NEVADA 2x18 N31 / NEVADA 2x18 N31
N° de artículo: NEVADA 2x18 N31
Flujo luminoso de las luminarias: 1900 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 92
Código CIE Flux: 42 72 90 92 70
Lámpara: 2 x T8 18W (Factor de corrección 1.000).

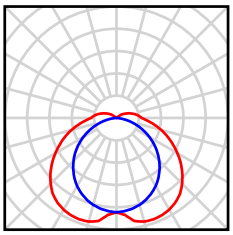
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



15 Pieza

AIRFAL NEVADA 2x23 N33 / NEVADA 2x23 N33
N° de artículo: NEVADA 2x23 N33
Flujo luminoso de las luminarias: 3400 lm
Potencia de las luminarias: 46.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 93
Código CIE Flux: 40 71 91 93 71
Lámpara: 2 x T8 23W (Factor de corrección 1.000).

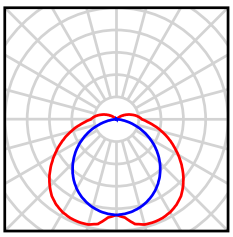
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



1 Pieza

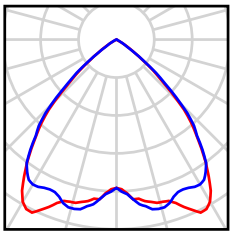
AIRFAL NEVADA 2x36 N41 / NEVADA 2x36 N41
N° de artículo: NEVADA 2x36 N41
Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm
Potencia de las luminarias: 72.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 93
Código CIE Flux: 40 71 91 93 72
Lámpara: 2 x T8 36W (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



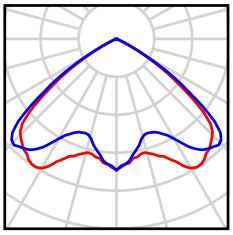
5 Pieza

Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 900 lm
Potencia de las luminarias: 17.3 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 100 100 94 71
Lámpara: 1 x PL-C/2P13W/840 (Factor de corrección 1.000).



10 Pieza

Philips FBS291 1xPL-C/2P18W C
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 1200 lm
Potencia de las luminarias: 25.3 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 98 100 100 79
Lámpara: 1 x PL-C/2P18W/840 (Factor de corrección 1.000).

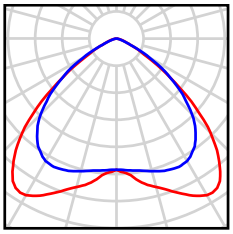


Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTUDIO ILUMINACIÓN VIRGEN BLANCA / Lista de luminarias

6 Pieza

Philips FBS291 1xPL-C/2P26W M
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm
Potencia de las luminarias: 32.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 95 100 99 60
Lámpara: 1 x PL-C/2P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

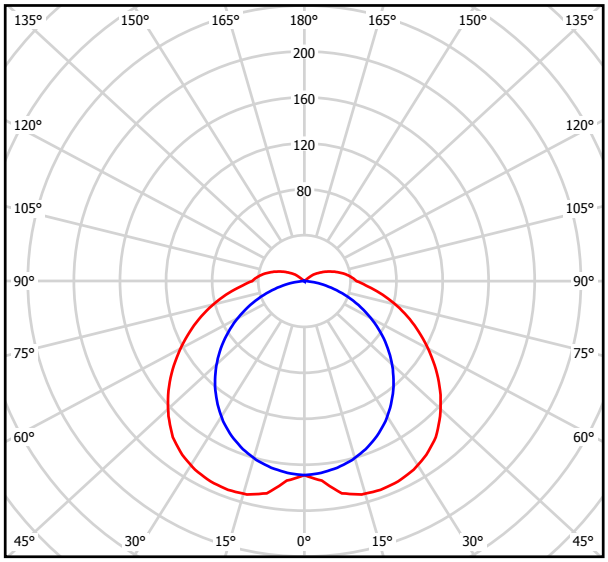


Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

AIRFAL NEVADA 2x23 N33 / NEVADA 2x23 N33 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



cd/klm

η = 71%

C0 - C180 C90 - C270

Clasificación luminarias según CIE: 93
Código CIE Flux: 40 71 91 93 71

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR

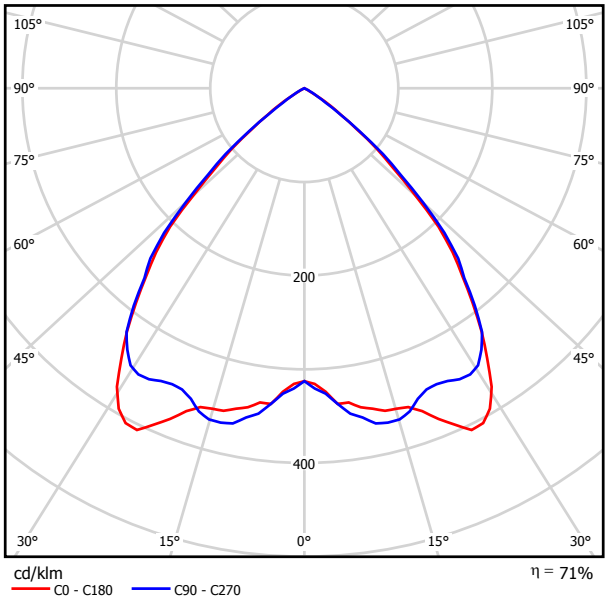
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.7	22.0	21.1	22.4	22.8	18.6	20.0	19.0	20.3	20.7
	3H	22.9	24.1	23.3	24.5	24.9	20.0	21.2	20.4	21.6	22.0
	4H	24.1	25.2	24.5	25.6	26.1	20.5	21.6	21.0	22.1	22.5
	6H	25.3	26.3	25.7	26.7	27.2	20.8	21.9	21.3	22.3	22.8
	8H	25.9	26.9	26.4	27.4	27.8	20.9	21.9	21.4	22.4	22.9
	12H	26.6	27.6	27.1	28.0	28.5	21.0	21.9	21.4	22.4	22.9
4H	2H	21.3	22.5	21.8	22.9	23.3	19.9	21.0	20.3	21.4	21.9
	3H	23.8	24.7	24.2	25.2	25.7	21.5	22.5	22.0	22.9	23.4
	4H	25.1	26.0	25.6	26.4	27.0	22.2	23.1	22.7	23.5	24.1
	6H	26.5	27.2	27.0	27.7	28.3	22.7	23.5	23.2	24.0	24.5
	8H	27.2	27.9	27.8	28.5	29.0	22.8	23.6	23.4	24.1	24.7
	12H	28.1	28.7	28.6	29.2	29.8	22.9	23.6	23.5	24.1	24.7
8H	4H	25.4	26.1	26.0	26.7	27.2	23.0	23.7	23.6	24.3	24.8
	6H	27.0	27.6	27.6	28.2	28.8	23.9	24.5	24.4	25.0	25.6
	8H	28.0	28.5	28.6	29.1	29.7	24.2	24.7	24.8	25.3	25.9
	12H	29.0	29.5	29.6	30.1	30.7	24.4	24.9	25.0	25.5	26.1
12H	4H	25.4	26.1	26.0	26.6	27.2	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0
	6H	27.1	27.7	27.7	28.2	28.9	24.2	24.8	24.8	25.3	26.0
	8H	28.2	28.6	28.8	29.2	29.9	24.7	25.2	25.3	25.8	26.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.5 / -0.8				
Tabla estándar		BK10					BK14				
Sumando de corrección		10.9					6.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 100 100 94 71

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR

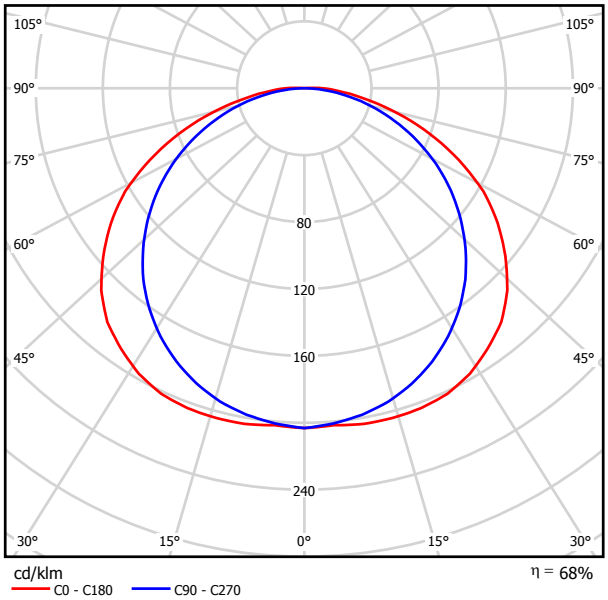
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.2	19.1	18.4	19.3	19.5	18.2	19.1	18.5	19.3	19.5
	3H	18.0	18.8	18.3	19.1	19.3	18.0	18.9	18.3	19.1	19.3
	4H	17.9	18.7	18.3	19.0	19.2	18.0	18.7	18.3	19.0	19.3
	6H	17.9	18.6	18.2	18.8	19.1	17.9	18.6	18.2	18.9	19.2
	8H	17.8	18.5	18.2	18.8	19.1	17.9	18.5	18.2	18.8	19.1
	12H	17.8	18.4	18.2	18.7	19.1	17.8	18.5	18.2	18.8	19.1
4H	2H	18.0	18.7	18.3	19.0	19.3	18.0	18.8	18.3	19.0	19.3
	3H	17.8	18.5	18.2	18.8	19.1	17.9	18.5	18.2	18.8	19.1
	4H	17.8	18.3	18.2	18.7	19.0	17.8	18.3	18.2	18.7	19.0
	6H	17.7	18.2	18.1	18.5	18.9	17.7	18.2	18.1	18.6	18.9
	8H	17.7	18.1	18.1	18.5	18.9	17.7	18.1	18.1	18.5	18.9
	12H	17.6	18.0	18.1	18.4	18.8	17.7	18.0	18.1	18.4	18.8
8H	4H	17.7	18.1	18.1	18.5	18.9	17.7	18.1	18.1	18.5	18.9
	6H	17.6	17.9	18.0	18.3	18.8	17.6	17.9	18.1	18.4	18.8
	8H	17.5	17.8	18.0	18.3	18.7	17.6	17.8	18.0	18.3	18.8
	12H	17.5	17.7	18.0	18.2	18.7	17.5	17.8	18.0	18.2	18.7
12H	4H	17.6	18.0	18.1	18.4	18.8	17.7	18.0	18.1	18.4	18.8
	6H	17.5	17.8	18.0	18.3	18.7	17.6	17.8	18.0	18.3	18.8
	8H	17.5	17.7	18.0	18.2	18.7	17.5	17.8	18.0	18.2	18.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.8 / -6.2					+1.9 / -6.4				
S = 1.5H		+3.6 / -31.2					+3.9 / -18.3				
S = 2.0H		+5.6 / -98.0					+5.9 / -98.0				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		-1.6					-1.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 900lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

AIRFAL DELTA 2x36 DB2 / DELTA 2x36 DB2 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 75 94 100 68

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR

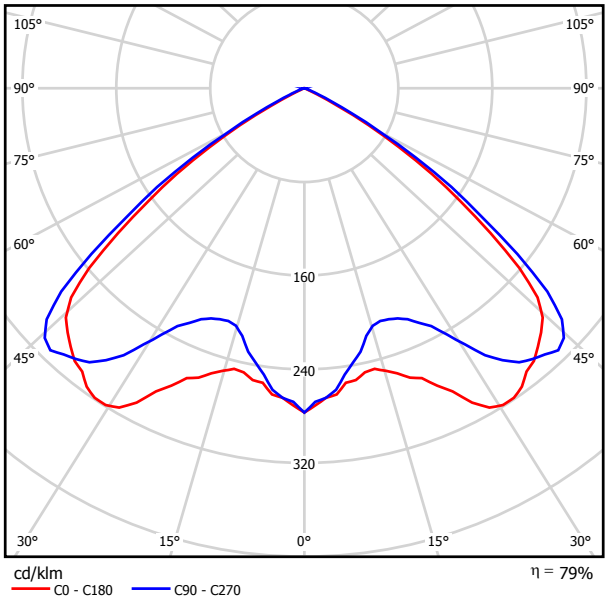
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.8	21.2	20.1	21.5	21.7	18.7	20.1	19.0	20.4	20.6
	3H	21.6	22.9	21.9	23.1	23.4	20.4	21.6	20.7	21.9	22.2
	4H	22.3	23.5	22.7	23.8	24.1	21.0	22.2	21.4	22.5	22.8
	6H	22.9	24.0	23.2	24.3	24.6	21.5	22.6	21.9	22.9	23.2
	8H	23.1	24.2	23.5	24.5	24.8	21.7	22.7	22.0	23.1	23.4
	12H	23.3	24.3	23.7	24.7	25.0	21.8	22.8	22.1	23.1	23.5
4H	2H	20.5	21.7	20.9	22.0	22.3	19.7	20.9	20.1	21.2	21.5
	3H	22.5	23.5	22.9	23.8	24.2	21.6	22.6	21.9	22.9	23.3
	4H	23.4	24.3	23.8	24.6	25.0	22.4	23.3	22.8	23.6	24.0
	6H	24.1	24.9	24.5	25.2	25.6	23.0	23.8	23.4	24.2	24.6
	8H	24.4	25.1	24.8	25.5	25.9	23.2	24.0	23.7	24.4	24.8
	12H	24.6	25.3	25.1	25.7	26.1	23.4	24.0	23.8	24.5	24.9
8H	4H	23.7	24.4	24.1	24.8	25.2	22.8	23.6	23.3	24.0	24.4
	6H	24.6	25.2	25.0	25.6	26.0	23.7	24.3	24.1	24.7	25.1
	8H	25.0	25.5	25.4	25.9	26.4	24.0	24.5	24.5	25.0	25.4
	12H	25.3	25.8	25.8	26.3	26.8	24.2	24.7	24.7	25.1	25.6
12H	4H	23.7	24.4	24.2	24.8	25.2	22.9	23.6	23.3	24.0	24.4
	6H	24.6	25.2	25.1	25.6	26.1	23.8	24.3	24.3	24.8	25.2
	8H	25.1	25.5	25.6	26.0	26.5	24.1	24.6	24.6	25.1	25.6
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.5					+0.5 / -0.8				
Tabla estándar		BK07					BK06				
Sumando de corrección		6.8					5.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6700lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FBS291 1xPL-C/2P18W C / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 98 100 100 79

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

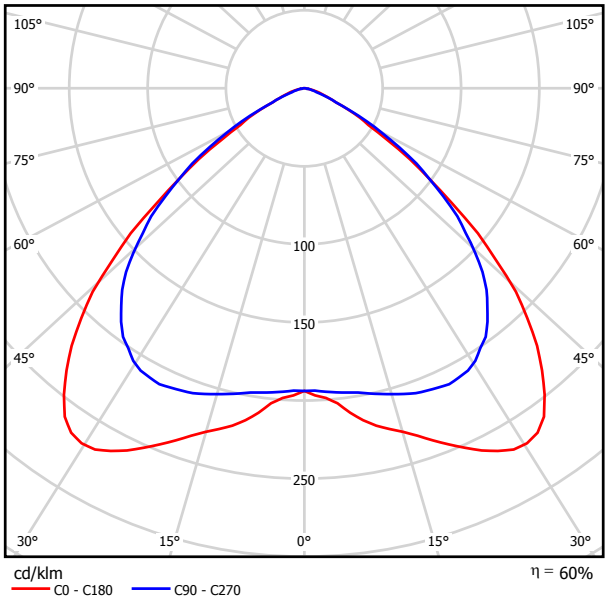
Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.3	22.5	21.6	22.7	22.9	21.2	22.4	21.5	22.7	22.9
	3H	21.1	22.2	21.5	22.4	22.7	21.1	22.2	21.4	22.4	22.7
	4H	21.1	22.0	21.4	22.3	22.6	21.1	22.0	21.4	22.3	22.6
	6H	21.0	21.9	21.3	22.2	22.5	21.0	21.9	21.3	22.2	22.5
	8H	21.0	21.8	21.3	22.1	22.4	20.9	21.8	21.3	22.1	22.4
	12H	20.9	21.7	21.3	22.0	22.4	20.9	21.7	21.3	22.0	22.4
4H	2H	21.3	22.3	21.6	22.6	22.8	21.3	22.3	21.6	22.5	22.8
	3H	21.2	22.0	21.5	22.3	22.6	21.2	22.0	21.5	22.3	22.6
	4H	21.1	21.8	21.5	22.1	22.5	21.1	21.8	21.5	22.1	22.5
	6H	21.0	21.6	21.4	22.0	22.4	21.0	21.6	21.4	22.0	22.4
	8H	21.0	21.6	21.4	21.9	22.3	21.0	21.6	21.4	21.9	22.4
	12H	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3
8H	4H	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3	21.0	21.6	21.4	21.9	22.3
	6H	20.9	21.4	21.4	21.8	22.3	20.9	21.4	21.4	21.8	22.3
	8H	20.9	21.3	21.3	21.7	22.2	20.9	21.3	21.3	21.7	22.2
	12H	20.8	21.2	21.3	21.7	22.2	20.8	21.2	21.3	21.7	22.2
12H	4H	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3
	6H	20.9	21.3	21.3	21.7	22.2	20.9	21.3	21.3	21.7	22.2
	8H	20.8	21.2	21.3	21.7	22.2	20.8	21.2	21.3	21.7	22.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.0 / -0.9					+0.9 / -1.1				
S = 1.5H		+2.4 / -8.0					+2.5 / -7.2				
S = 2.0H		+4.0 / -20.9					+4.4 / -14.5				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		2.0					2.0				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1200lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FBS291 1xPL-C/2P26W M / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 95 100 99 60

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

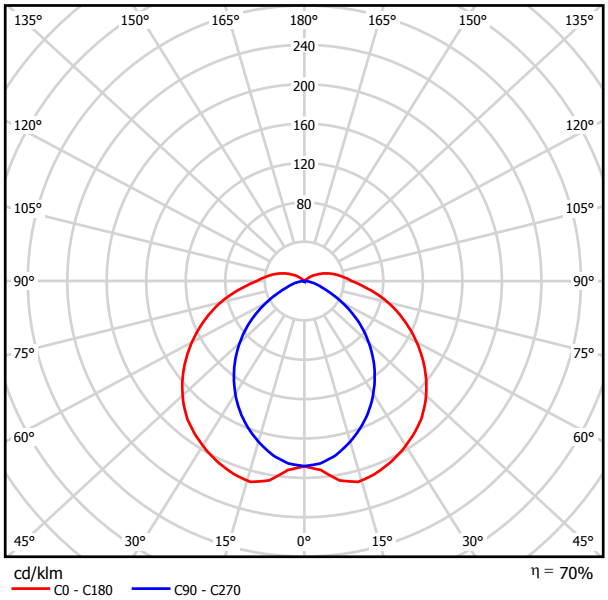
Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.7	21.8	20.9	22.0	22.2	20.4	21.5	20.6	21.7	21.9
	3H	20.7	21.7	21.0	22.0	22.2	20.4	21.4	20.7	21.7	21.9
	4H	20.7	21.6	21.0	21.9	22.2	20.4	21.3	20.7	21.6	21.9
	6H	20.7	21.5	21.0	21.8	22.1	20.3	21.2	20.7	21.5	21.8
	8H	20.6	21.5	21.0	21.8	22.1	20.3	21.1	20.6	21.4	21.7
	12H	20.6	21.4	21.0	21.7	22.0	20.3	21.0	20.6	21.4	21.7
4H	2H	20.8	21.7	21.1	22.0	22.2	20.5	21.4	20.8	21.7	22.0
	3H	20.9	21.7	21.2	22.0	22.3	20.6	21.3	20.9	21.7	22.0
	4H	20.9	21.6	21.3	21.9	22.3	20.5	21.2	20.9	21.6	21.9
	6H	20.9	21.5	21.3	21.8	22.2	20.5	21.1	20.9	21.5	21.9
	8H	20.9	21.4	21.3	21.8	22.2	20.5	21.0	20.9	21.4	21.8
	12H	20.8	21.3	21.3	21.7	22.1	20.4	20.9	20.9	21.3	21.8
8H	4H	20.8	21.4	21.3	21.8	22.2	20.5	21.0	20.9	21.4	21.8
	6H	20.8	21.3	21.3	21.7	22.1	20.4	20.9	20.9	21.3	21.8
	8H	20.8	21.2	21.3	21.6	22.1	20.4	20.8	20.9	21.2	21.7
	12H	20.8	21.1	21.3	21.6	22.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.7
12H	4H	20.8	21.3	21.2	21.7	22.1	20.4	20.9	20.9	21.3	21.8
	6H	20.8	21.2	21.3	21.6	22.1	20.4	20.8	20.9	21.2	21.7
	8H	20.8	21.1	21.2	21.6	22.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.8 / -1.3					+0.6 / -1.0				
S = 1.5H		+1.7 / -3.8					+1.4 / -3.2				
S = 2.0H		+3.2 / -6.0					+2.7 / -6.9				
Tabla estándar		BK01					BK01				
Sumando de corrección		1.2					0.8				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1800lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

AIRFAL NEVADA 2x18 N31 / NEVADA 2x18 N31 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 92
Código CIE Flux: 42 72 90 92 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR

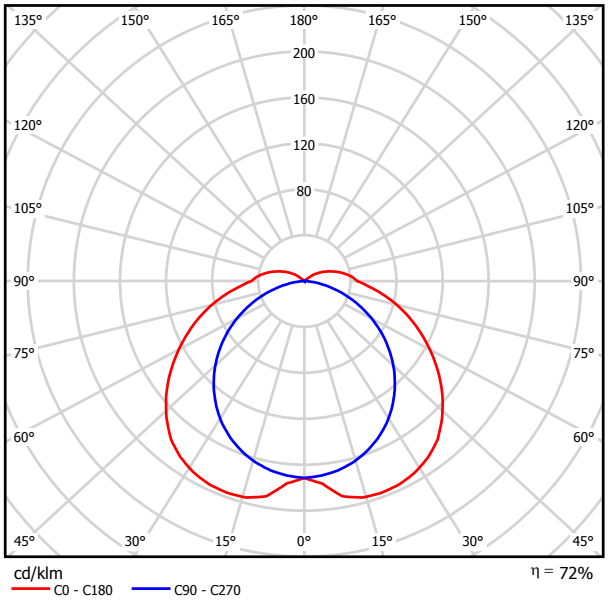
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.3	21.6	20.8	22.0	22.4	17.0	18.3	17.4	18.7	19.1
	3H	22.7	23.9	23.1	24.3	24.7	17.9	19.1	18.4	19.5	19.9
	4H	23.9	25.0	24.4	25.4	25.9	18.2	19.4	18.7	19.8	20.3
	6H	25.2	26.2	25.7	26.7	27.2	18.5	19.5	19.0	20.0	20.5
	8H	25.9	26.9	26.4	27.3	27.8	18.6	19.6	19.1	20.0	20.5
	12H	26.6	27.6	27.1	28.0	28.6	18.6	19.6	19.1	20.0	20.6
4H	2H	20.8	21.9	21.3	22.4	22.9	18.4	19.5	18.9	20.0	20.4
	3H	23.4	24.4	23.9	24.9	25.4	19.8	20.7	20.3	21.2	21.7
	4H	24.8	25.7	25.4	26.2	26.7	20.4	21.2	20.9	21.7	22.3
	6H	26.3	27.1	26.9	27.6	28.2	20.8	21.6	21.4	22.1	22.7
	8H	27.1	27.8	27.7	28.4	29.0	21.0	21.7	21.6	22.3	22.9
	12H	28.0	28.7	28.6	29.2	29.8	21.1	21.8	21.7	22.3	22.9
8H	4H	25.2	25.9	25.7	26.4	27.0	21.6	22.3	22.2	22.9	23.5
	6H	26.9	27.5	27.5	28.1	28.7	22.5	23.1	23.1	23.7	24.3
	8H	27.9	28.4	28.5	29.0	29.7	22.9	23.4	23.5	24.0	24.7
	12H	29.0	29.5	29.6	30.1	30.8	23.2	23.7	23.8	24.3	25.0
12H	4H	25.2	25.8	25.8	26.4	27.0	21.9	22.6	22.5	23.1	23.8
	6H	27.0	27.5	27.6	28.1	28.8	23.1	23.6	23.7	24.2	24.9
	8H	28.1	28.6	28.7	29.2	29.8	23.7	24.1	24.3	24.7	25.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.3 / -0.3					+0.5 / -0.8				
Tabla estándar		BK11					BK13				
Sumando de corrección		11.2					5.3				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1900lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

AIRFAL NEVADA 2x36 N41 / NEVADA 2x36 N41 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 93
Código CIE Flux: 40 71 91 93 72

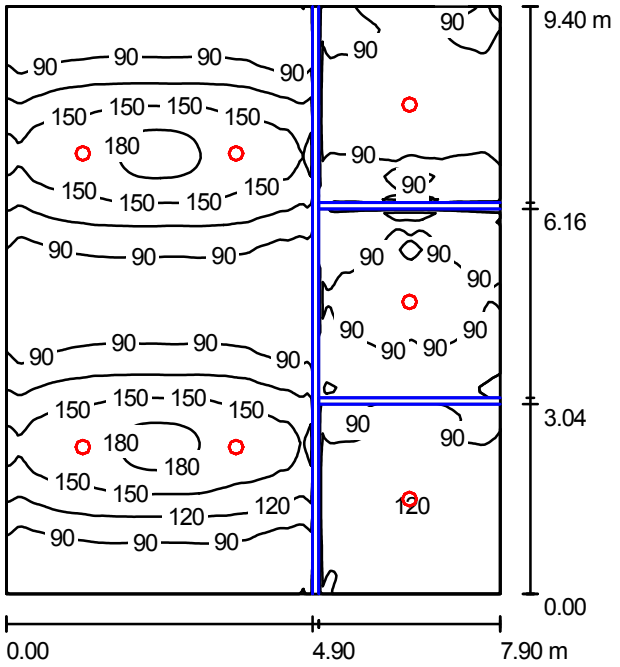
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	22.4	23.7	22.8	24.1	24.5	20.3	21.7	20.7	22.0	22.4
	3H	24.6	25.8	25.0	26.2	26.6	21.7	22.9	22.1	23.3	23.7
	4H	25.7	26.9	26.2	27.3	27.7	22.2	23.3	22.6	23.7	24.2
	6H	26.9	28.0	27.4	28.4	28.9	22.5	23.6	23.0	24.0	24.5
	8H	27.6	28.6	28.1	29.0	29.5	22.6	23.6	23.1	24.1	24.6
	12H	28.3	29.3	28.8	29.7	30.2	22.7	23.6	23.1	24.1	24.6
4H	2H	23.0	24.2	23.5	24.6	25.0	21.5	22.7	22.0	23.1	23.5
	3H	25.5	26.4	25.9	26.9	27.4	23.2	24.2	23.7	24.6	25.1
	4H	26.8	27.6	27.3	28.1	28.6	23.9	24.7	24.4	25.2	25.7
	6H	28.2	28.9	28.7	29.4	30.0	24.4	25.2	24.9	25.7	26.2
	8H	28.9	29.6	29.4	30.1	30.7	24.5	25.3	25.1	25.8	26.3
	12H	29.7	30.4	30.3	30.9	31.5	24.6	25.3	25.2	25.8	26.4
8H	4H	27.1	27.8	27.6	28.3	28.9	24.7	25.4	25.3	26.0	26.5
	6H	28.7	29.3	29.3	29.9	30.5	25.5	26.1	26.1	26.7	27.3
	8H	29.7	30.2	30.2	30.8	31.4	25.9	26.4	26.5	27.0	27.6
	12H	30.7	31.2	31.3	31.8	32.4	26.1	26.6	26.7	27.2	27.8
12H	4H	27.1	27.8	27.7	28.3	28.9	24.9	25.6	25.5	26.1	26.7
	6H	28.8	29.4	29.4	29.9	30.6	25.9	26.5	26.5	27.0	27.7
	8H	29.8	30.3	30.4	30.9	31.5	26.4	26.9	27.0	27.4	28.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.5 / -0.8				
Tabla estándar		BK10					BK14				
Sumando de corrección		12.7					8.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6700lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Entreplanta / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:121

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	108	46	192	0.425
Pisos (4)	52	92	3.65	142	/
Techo	86	51	15	73	0.293
Paredes (4)	86	63	13	124	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips FBS291 1xPL-C/2P18W C (1.000)	1200	25.3
2	4	Philips FBS291 1xPL-C/2P26W M (1.000)	1800	32.8
		Total:	10800	207.1

Valor de eficiencia energética: 2.79 W/m² = 2.59 W/m²/100 lx (Base: 74.26 m²)

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Entreplanta / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10800 lm
Potencia total: 207.1 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

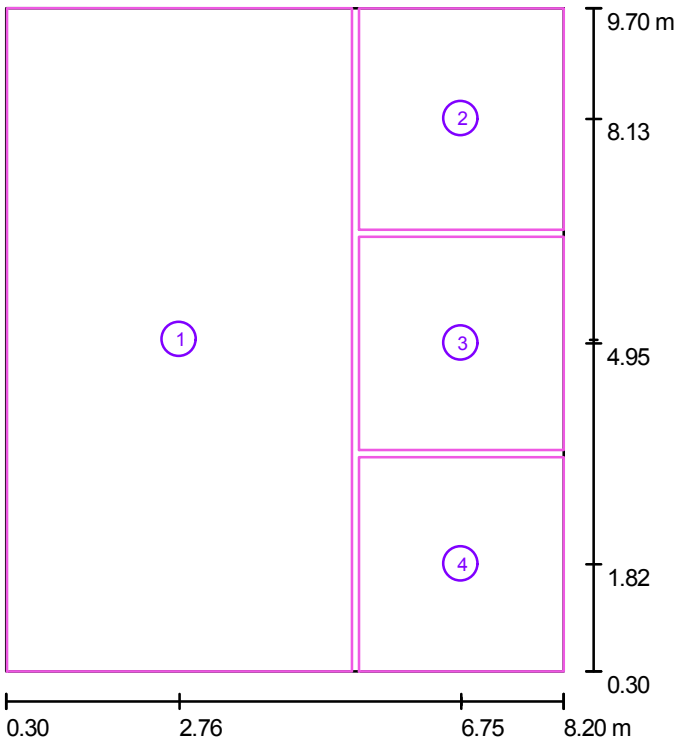
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	58	50	108	/	/
Sala entreplanta	63	53	116	/	/
Dormitorio 7	46	49	95	/	/
Dormitorio 6	55	32	86	/	/
Dormitorio 5	47	54	101	/	/
Suelo	42	50	92	52	15
Suelo	39	55	94	52	16
Suelo	22	59	81	52	13
Suelo	0.00	4.89	4.89	52	0.81
Techo	0.00	51	51	86	14
Pared 1	11	50	61	86	17
Pared 2	18	55	73	86	20
Pared 3	11	52	63	86	17
Pared 4	16	38	54	86	15

Simetrías en el plano útil
E_{min} / E_m: 0.425 (1:2)
E_{min} / E_{max}: 0.238 (1:4)

Valor de eficiencia energética: 2.79 W/m² = 2.59 W/m²/100 lx (Base: 74.26 m²)

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Entreplanta / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 107

Lista de superficies de cálculo

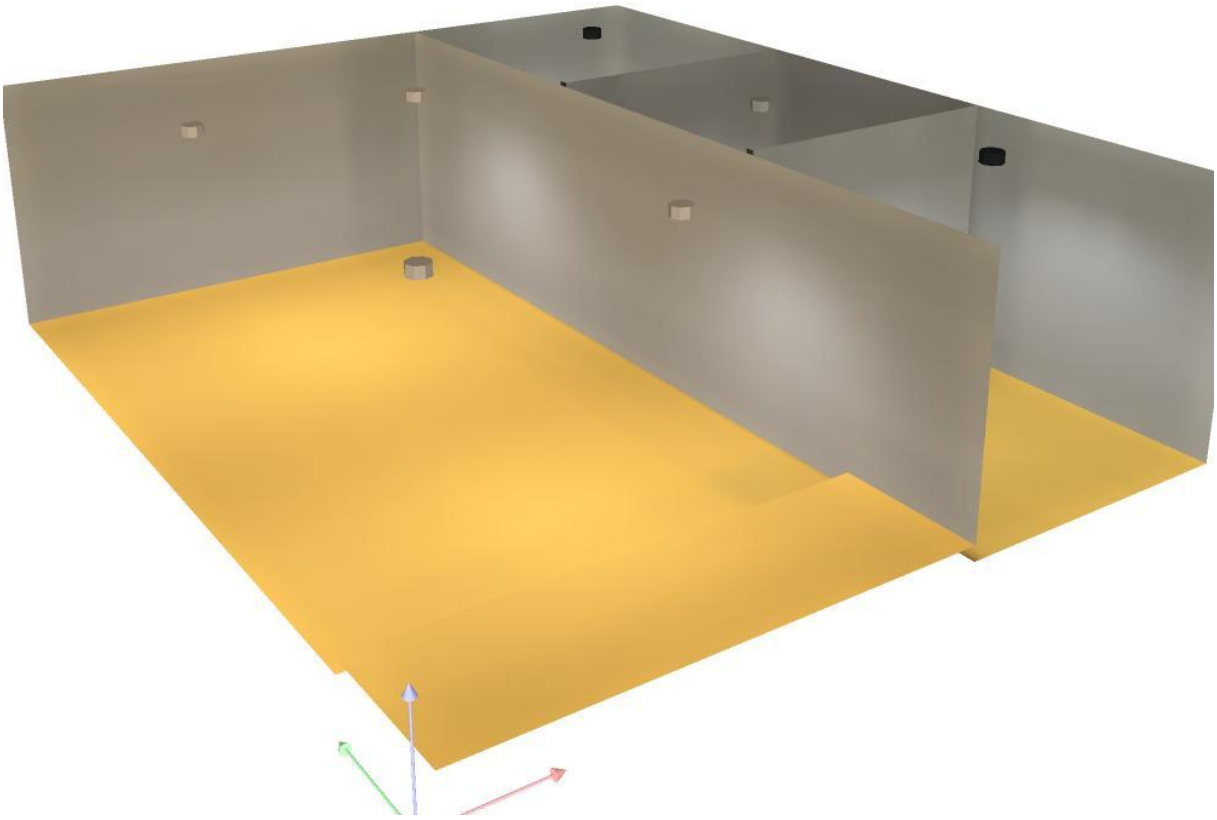
N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Sala entreplanta	perpendicular	64 x 128	116	57	192	0.488	0.295
2	Dormitorio 7	perpendicular	32 x 32	95	76	119	0.802	0.643
3	Dormitorio 6	perpendicular	32 x 32	86	57	121	0.666	0.475
4	Dormitorio 5	perpendicular	32 x 32	101	81	124	0.801	0.654

Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicular	4	108	57	192	0.52	0.29

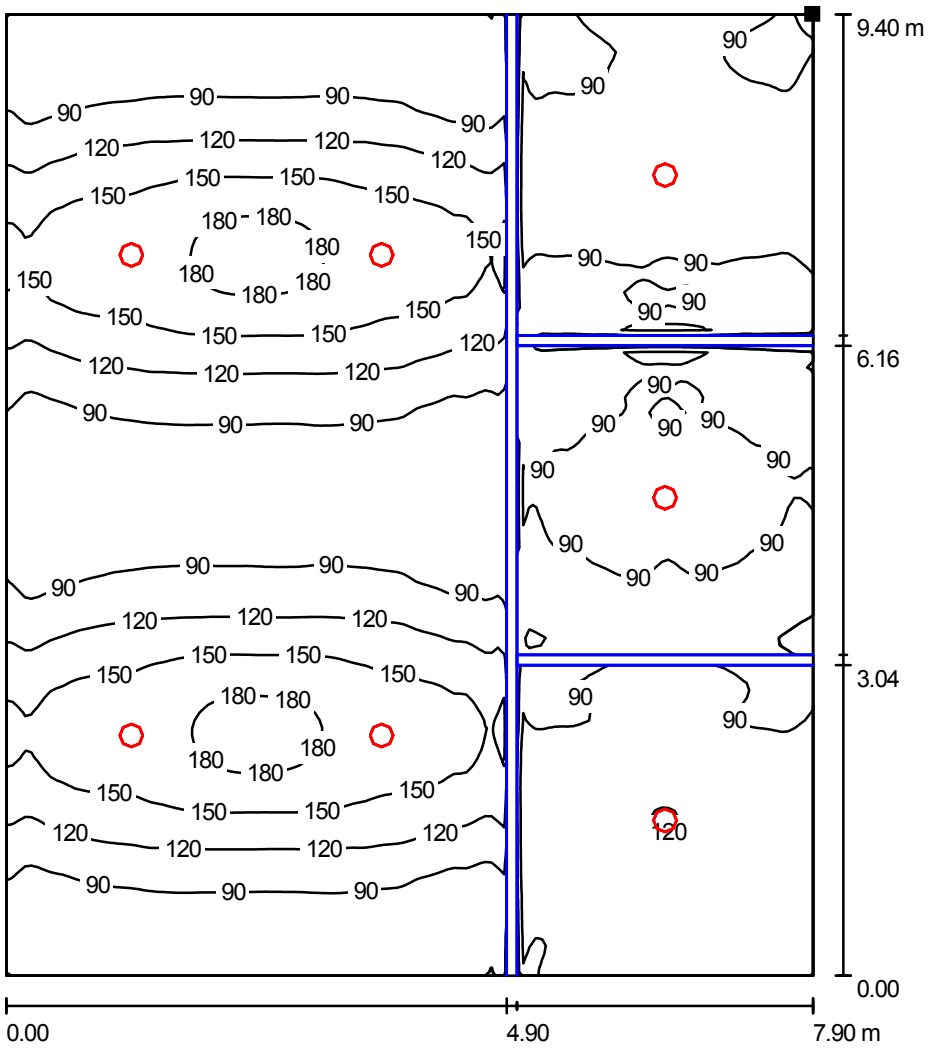
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Entreplanta / Rendering (procesado) en 3D



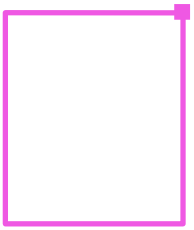
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Entreplanta / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 74

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(8.200 m, 9.700 m, 0.850 m)

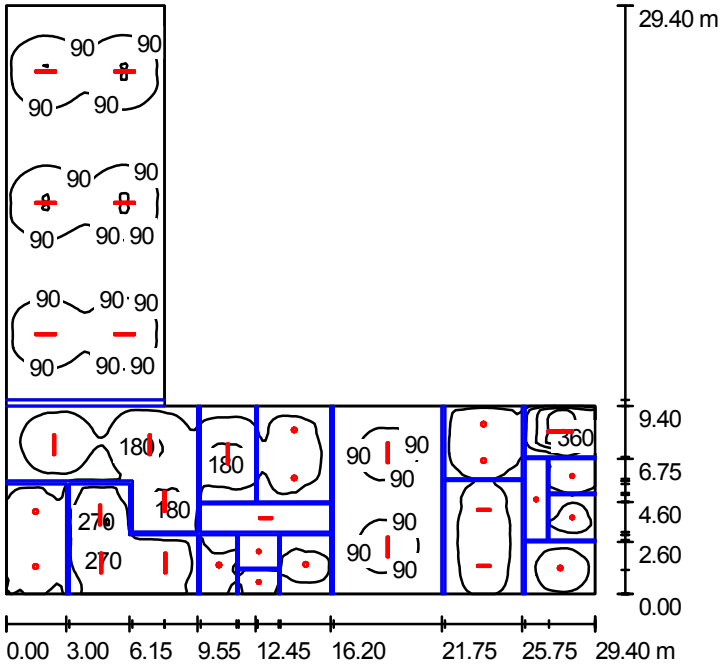


Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
108	46	192	0.425	0.238

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta Baja / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:378

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	108	26	427	0.242
Suelo	30	89	15	295	0.167
Techo	86	44	6.98	417	0.158
Paredes (6)	86	68	12	396	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	AIRFAL NEVADA 2x18 N31 / NEVADA 2x18 N31 (1.000)	1900	36.0
2	15	AIRFAL NEVADA 2x23 N33 / NEVADA 2x23 N33 (1.000)	3400	46.0
3	1	AIRFAL NEVADA 2x36 N41 / NEVADA 2x36 N41 (1.000)	6700	72.0
4	5	Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C (1.000)	900	17.3
5	7	Philips FBS291 1xPL-C/2P18W C (1.000)	1200	25.3
6	2	Philips FBS291 1xPL-C/2P26W M (1.000)	1800	32.8
		Total:	79900	1199.2

Valor de eficiencia energética: 2.76 W/m² = 2.56 W/m²/100 lx (Base: 434.36 m²)

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta Baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 79900 lm
Potencia total: 1199.2 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

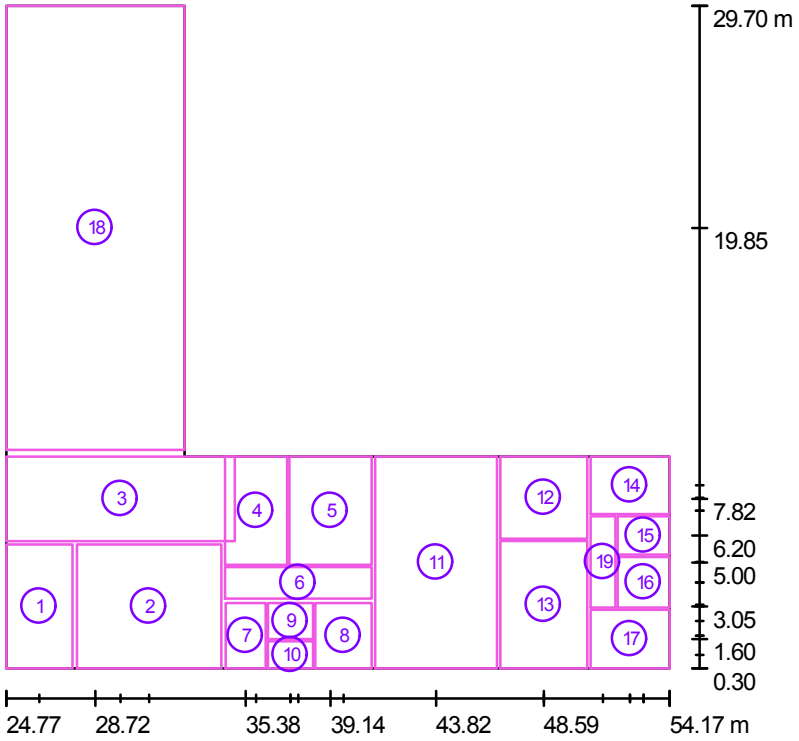
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	64	44	108	/	/
Saca	59	45	104	/	/
Cocina	108	94	202	/	/
Almacén cocina	71	36	107	/	/
Administración	66	65	131	/	/
Aula Naturaleza	59	35	94	/	/
Almacén Limpieza	32	24	56	/	/
Dormitorio 1	51	49	100	/	/
Dormitorio 2	63	27	89	/	/
Aseo 1	62	35	97	/	/
Distribuidor	64	54	118	/	/
Cuarto Instalaciones	49	30	79	/	/
Cuarto enfermos	68	47	115	/	/
Cuarto Mantenimiento	50	48	98	/	/
Enfermería	152	170	322	/	/
Aseo 2	59	50	110	/	/
Dormitorio 4	55	35	90	/	/
Dormitorio 3	58	36	94	/	/
Sala Común	55	37	92	/	/
Pasillo	45	41	86	/	/
Suelo	45	44	89	30	8.49
Techo	4.06	40	44	86	12
Pared 1	26	46	72	86	20
Pared 2	28	65	93	86	26
Pared 3	32	48	81	86	22
Pared 4	23	34	57	86	16
Pared 5	23	36	58	86	16
Pared 6	23	32	55	86	15

Simetrías en el plano útil
E_{min} / E_m: 0.242 (1:4)
E_{min} / E_{max}: 0.061 (1:16)

Valor de eficiencia energética: 2.76 W/m² = 2.56 W/m²/100 lx (Base: 434.36 m²)

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta Baja / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 335

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Saca	perpendicular	32 x 64	104	81	127	0.781	0.640
2	Cocina	perpendicular	64 x 64	202	70	281	0.349	0.250
3	Almacén cocina	perpendicular	64 x 32	107	35	195	0.328	0.181
4	Administración	perpendicular	32 x 32	131	77	207	0.584	0.370
5	Aula Naturaleza	perpendicular	32 x 32	94	59	123	0.625	0.477
6	Almacén Limpieza	perpendicular	32 x 8	56	20	124	0.360	0.162
7	Dormitorio 1	perpendicular	16 x 16	100	77	125	0.768	0.615
8	Dormitorio 2	perpendicular	32 x 32	89	51	115	0.571	0.444
9	Aseo 1	perpendicular	16 x 16	97	77	110	0.793	0.698

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta Baja / Superficie de cálculo (sumario de resultados)

Lista de superficies de cálculo

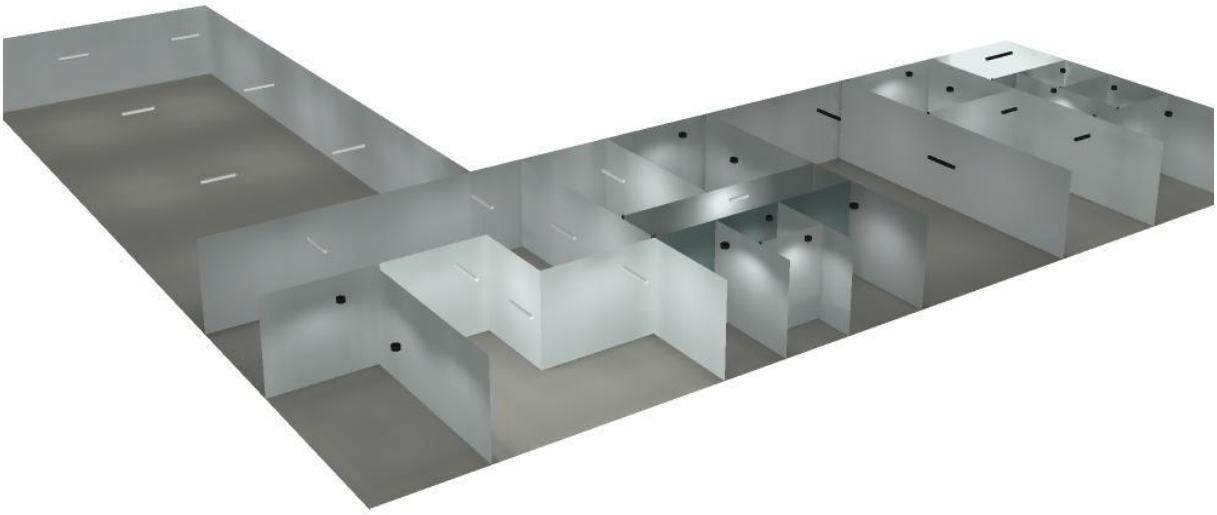
N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
10	Distribuidor	perpendicular	16 x 16	118	104	129	0.881	0.803
11	Cuarto Instalaciones	perpendicular	64 x 64	79	45	152	0.566	0.293
12	Cuarto enfermos	perpendicular	32 x 32	115	72	157	0.627	0.461
13	Cuarto Mantenimiento	perpendicular	32 x 32	98	65	137	0.662	0.475
14	Enfermería	perpendicular	16 x 16	322	212	420	0.658	0.504
15	Aseo 2	perpendicular	16 x 16	110	84	124	0.767	0.679
16	Dormitorio 4	perpendicular	16 x 16	90	63	103	0.696	0.609
17	Dormitorio 3	perpendicular	32 x 32	94	57	116	0.604	0.489
18	Sala Común	perpendicular	64 x 128	92	48	187	0.526	0.259
19	Pasillo	perpendicular	8 x 32	86	37	123	0.434	0.301

Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicular	19	108	20	420	0.19	0.05

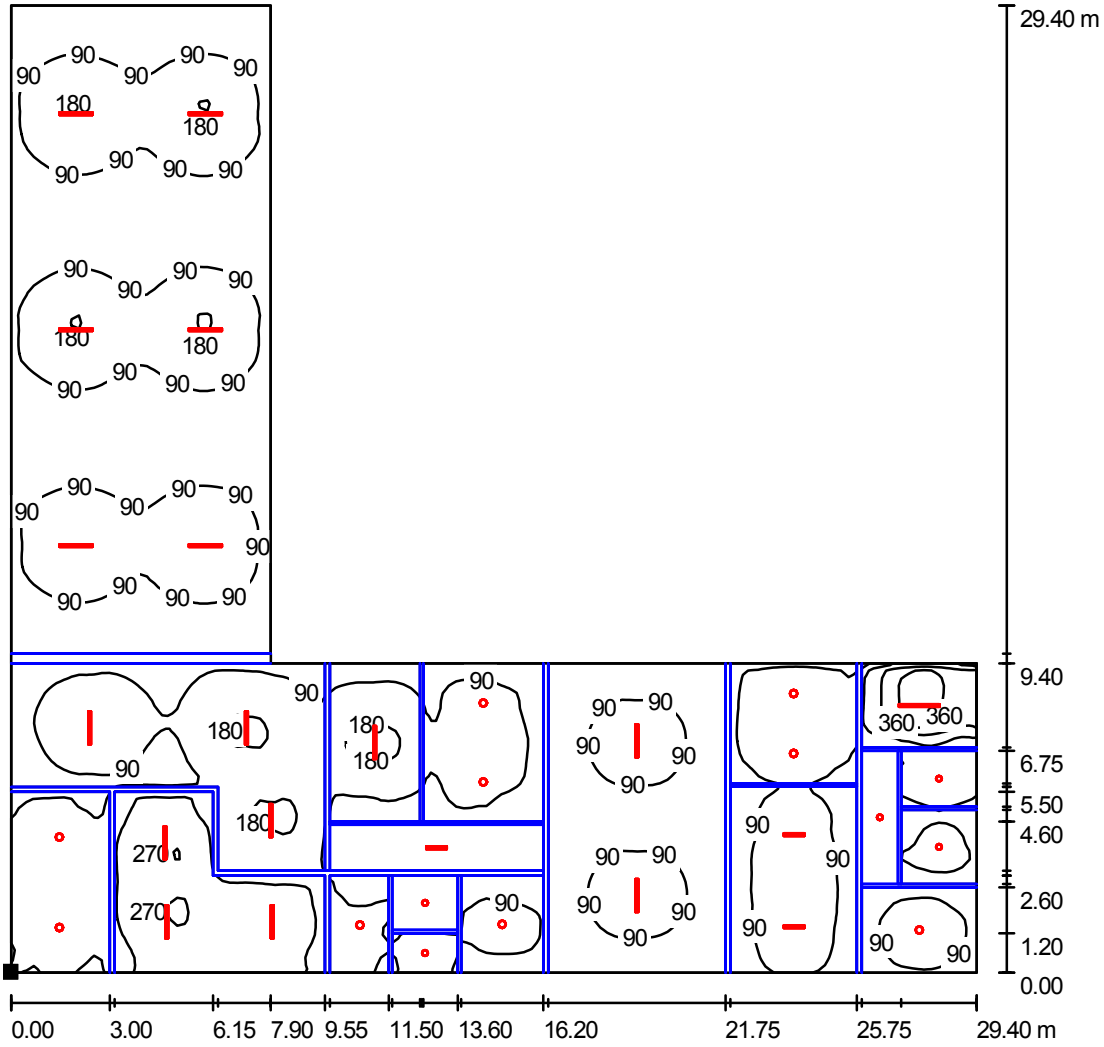
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta Baja / Rendering (procesado) en 3D



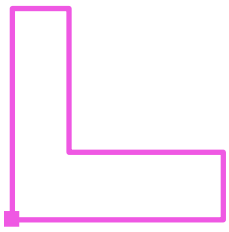
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta Baja / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 230

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(24.768 m, 0.300 m, 0.850 m)

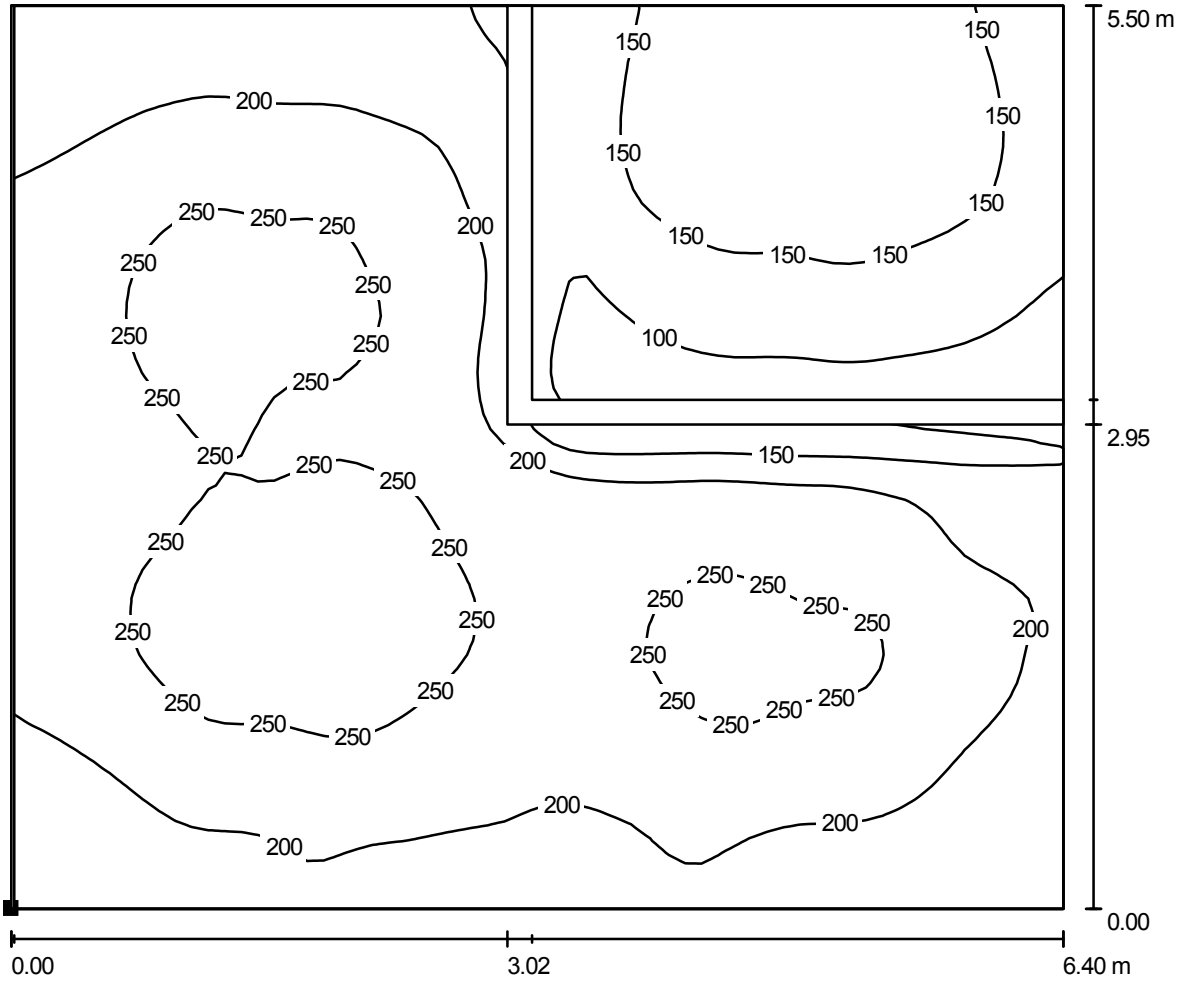


Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
108	26	427	0.242	0.061

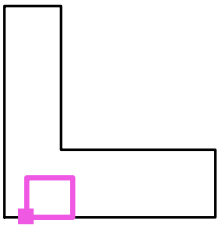
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta Baja / Cocina / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 46

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(27.900 m, 0.300 m, 0.850 m)

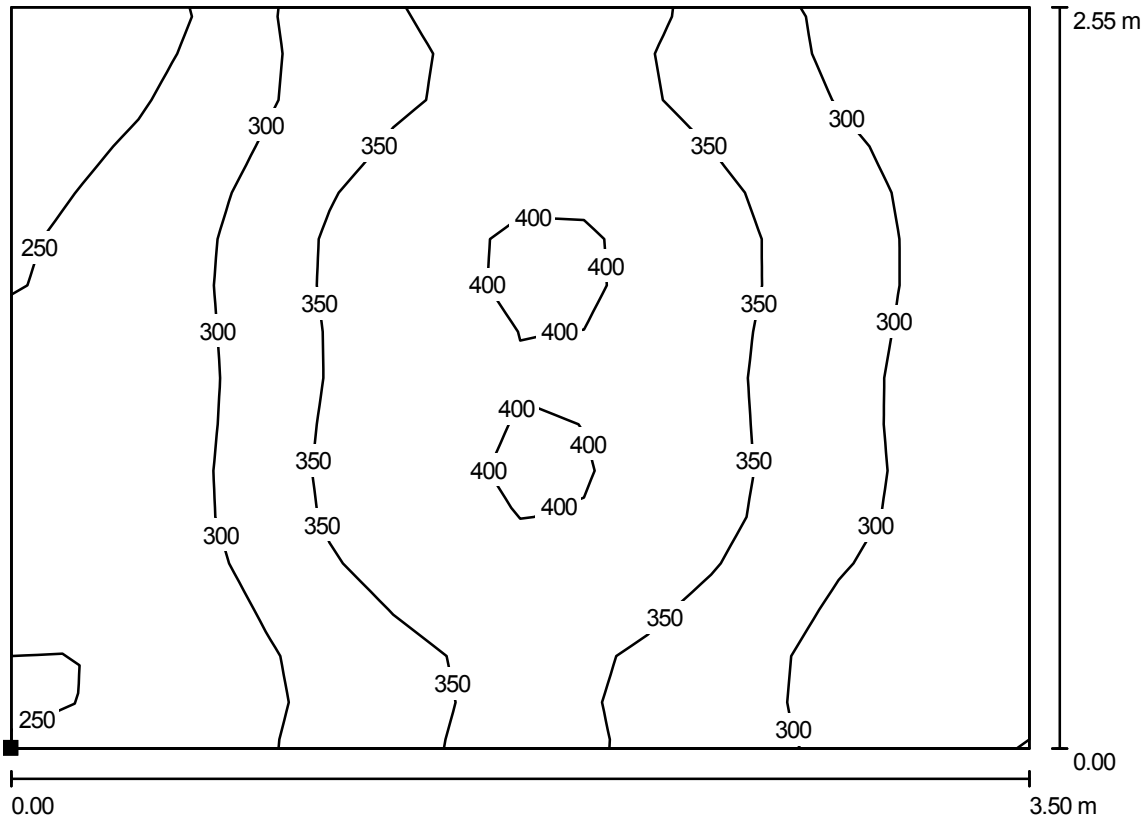


Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
202	70	281	0.349	0.250

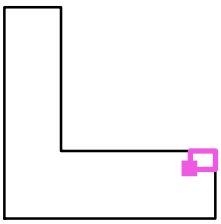
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta Baja / Enfermería / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 26

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(50.668 m, 7.150 m, 0.850 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
322	212	420	0.658	0.504

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor Exterior / Datos de planificación

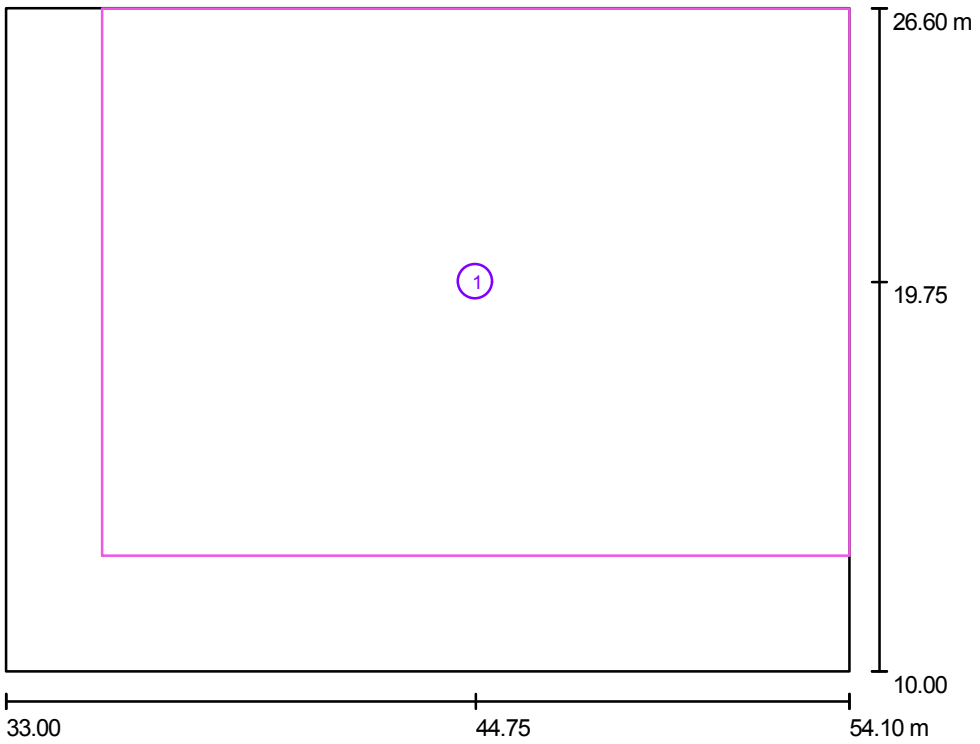
Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 8.5% Escala 1:154

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	9	AIRFAL NEVADA 2x18 N31 / NEVADA 2x18 N31 (1.000)	1900	36.0
		Total:	17100	324.0

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor Exterior / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



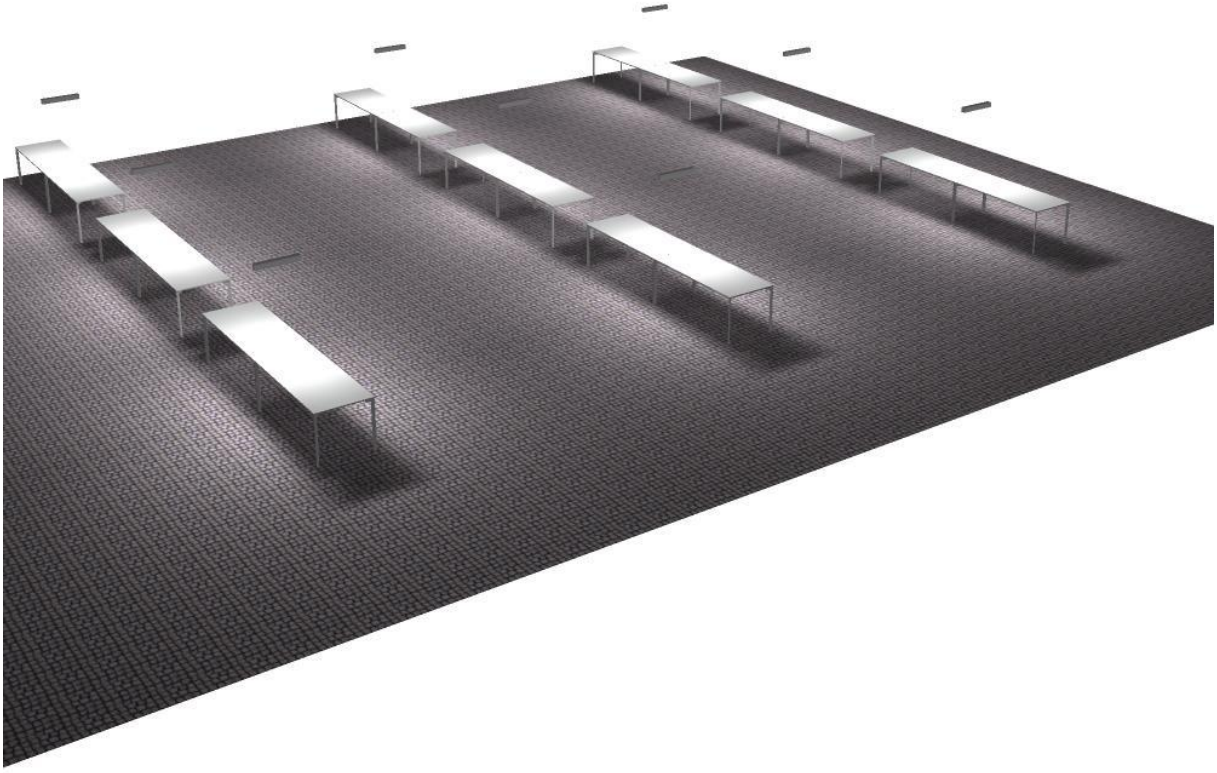
Escala 1 : 189

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Comedor Exterior	perpendicular	128 x 128	32	1.84	226	0.058	0.008

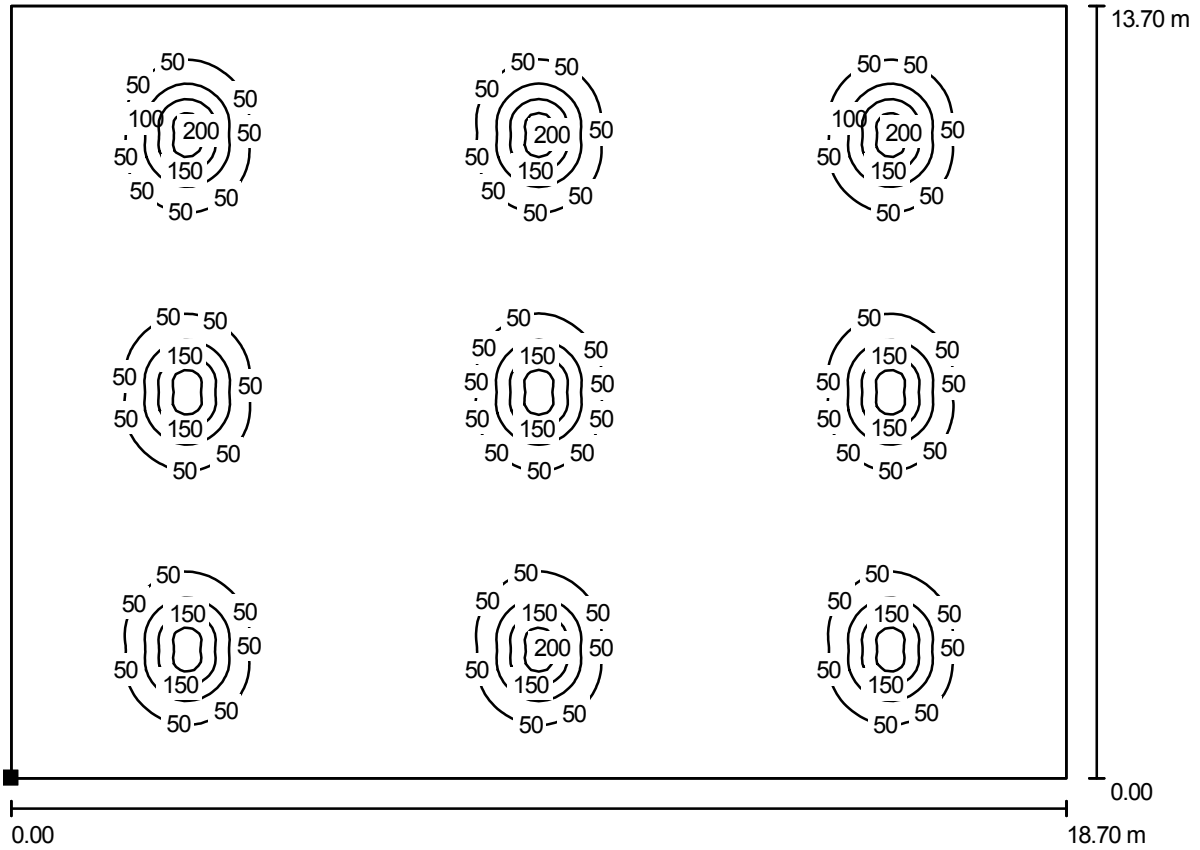
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor Exterior / Rendering (procesado) en 3D



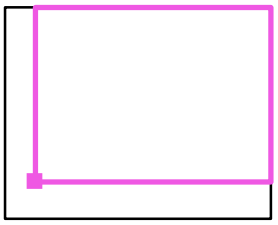
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor Exterior / Comedor Exterior / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 134

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(35.400 m, 12.900 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
32	1.84	226	0.058	0.008

Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

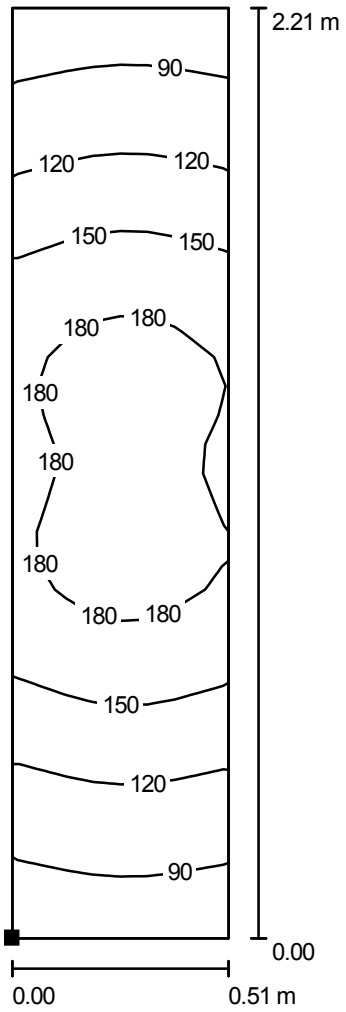
Comedor Exterior / Mesa comedor / Sumario de los resultados

Escala 1 : 151

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Mesa comedor	8 x 32	142	73	193	0.513	0.378
	Área circundante mesa	32 x 64	65	16	170	0.252	0.096

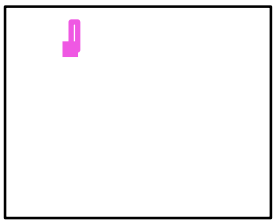
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor Exterior / Mesa comedor / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 18

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(38.243 m, 23.195 m, 0.750 m)

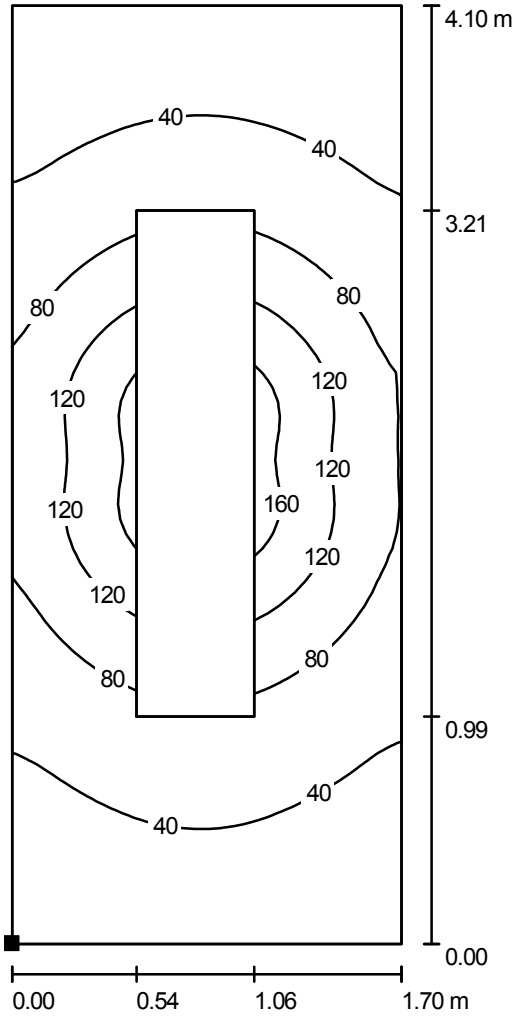


Trama: 8 x 32 Puntos

	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
Mesa comedor	**142**	**73**	**193**	**0.513**	**0.378**
Área circundante mesa	65	16	170	0.252	0.096

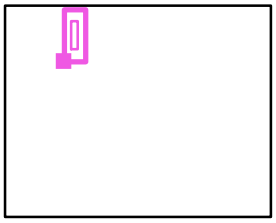
Proyecto elaborado por Luis Martín Rodríguez-Medel
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor Exterior / Mesa comedor / Área circundante mesa / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 33

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(37.700 m, 22.200 m, 0.750 m)



Trama: 32 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
65	16	170	0.252	0.096

I.11. Presupuestos recibidos

I.11.1. Grupo turbina-generador 25kW 'Saltos del Pirineo'

EMPRESA	**Nombre**	SALTOS DEL PIRINEO
	Dirección	Plaza Ricard Viñes, 11 Pral. 3 · 25006 Lérida
	Telf	973 22 26 36
	Web	www.saltosdelpirineo.com
	saltos del pirineo turbinas y equipamientos hidroeléctricos	
REFERENCIA	Oferta Banki AC4 FI3-2. Ref. 10113-01-rectificada	
DESCRIPCIÓN	Grupo turbina-generador, cuadro de protección y reguladores para obtención de 25kW para Virgen Blanca, El Forcallo y Viadós.	

saltos del pirineo
turbinas y equipamientos hidroeléctricos

Sr. Luís Martín
MCH Campamento Valle de Gistain
HUESCA

Lleida, 05 de noviembre de 2010

Oferta microcentral 10113-01. Microcentral AC4-FI3/2

Le remitimos oferta de un grupo hidroeléctrico de pequeña potencia como energía de autoabastecimiento. El equipo que le proponemos utiliza resistencia de disipación con un control electrónico para la disipación de la energía sobrante.

Datos de partida de la instalación

Altura neta	10	m
Caudal	400	l/s
Potencia	25	kW

La turbina y los equipos que mejor se adaptan a las condiciones del salto y caudal son los siguientes,

Descripción técnica Microcentral Hidroeléctrica Ecowatt AC4-FI3-2

Las **Microcentrales Hidroeléctricas Ecowatt** trabajan 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.

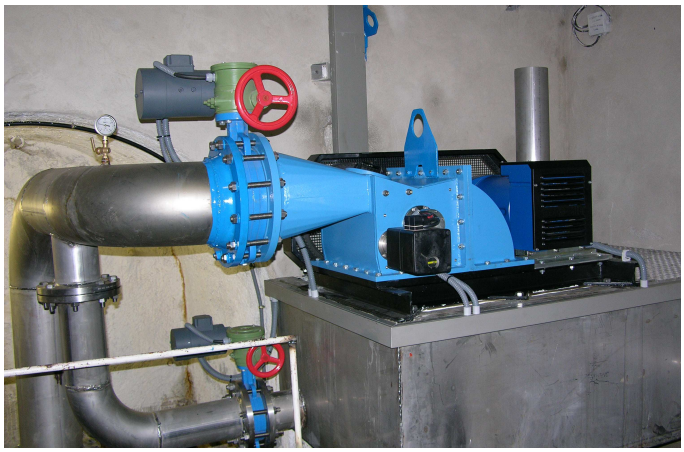
Dicha energía se puede recuperar bajo forma de calor, tanto para la calefacción directa de las casas, como para calentar el agua destinada a usos higiénico-sanitarios. De este modo se realiza un sistema de cogeneración, es decir, de producción de energía eléctrica y de energía térmica. El sistema de regulación está compuesto por unos elementos modulares que se adaptan a cualquier tipo de instalación y de potencia eléctrica generada. Está prevista 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.

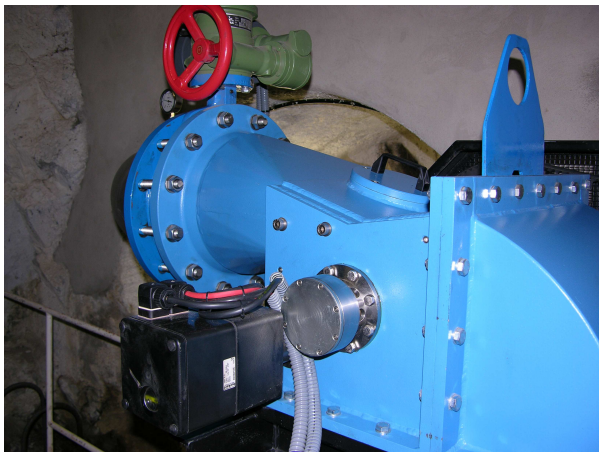
Las Microcentrales Hidroeléctricas Ecowatt son productos industriales de elevada fiabilidad; diseñados para que se puedan instalar fácilmente, incluso en zonas especialmente complejas como en los países en vías de desarrollo. Para una buena instalación, es necesario realizar algunas obras, simples pero indispensables, siguiendo las indicaciones dadas por el manual y los planos de base que acompañan el equipo. La instalación, la conexión, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las Microcentrales Hidroeléctricas Ecowatt no requieren presencia de personal técnico especializado. Un instalador eléctrico y un fontanero, con la ayuda de la documentación técnica, pueden sin ningún problema, poner en marcha los equipos que, por otra parte, no requieren ningún calibrado específico.

GRUPO TURBINA BANKI- MULTIPLICADOR DE CORREA– GENERADOR EJE HORIZONTAL

Rodete Banki

Los alabes del rodete son de acero inoxidable y están soldados directamente a los discos laterales. Los anclajes están encajados en el eje de la turbina en medio de dos pinzas cónicas. El eje de la turbina gira mediante rodamientos a bolas situados en el exterior de la turbina y transmite el movimiento del eje mediante un multiplicador del número de vueltas, constituido por una pareja de poleas con correa de transmisión dentada, adecuadamente protegida.



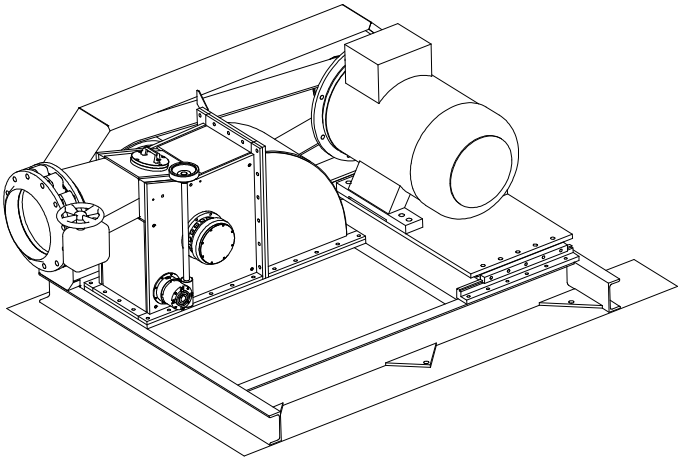


Bloque turbina

El bloque está constituido por un conjunto de láminas de acero soldado, en el cual está ubicado el dispositivo para la regulación manual del caudal. Está provisto de una ventanilla que nos permite acceder al interior para la inspección y limpieza del rodete.

Grupo de alimentación

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 microcentral, la toma para el manómetro y la toma lateral para el by-pass.



Generador
Empleamos generadores síncronos trifásicos. El inductor móvil es de 4 polos salientes. Estos generadores se caracterizan 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 es de tipo voltamperimétrica por sistema "Compound". Para las microcentrales de la serie AC2, empleamos un generador síncrono monofásico con inductor móvil de 2 polos salientes. Los rodamientos a bolas de todos los generadores, son de tipo "estanco", no necesitan lubricación. El generador está separado de la turbina por un broquel-escudo especial que le preserva de cualquier contacto con el agua.

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 frecuenciómetro 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.

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.

REGULADORES ELECTRÓNICOS

Algunos de los ejemplos de reguladores de carga y disipación por aire o agua, o ambas, ya que los equipos permiten disipar con ambos medios

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.

CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS DE LA MICROCENTRAL

La microcentral genera energía eléctrica a las tensiones estándar de 230 V monofásico para potencias hasta 10 kW y 230/400 V trifásica para potencias mayores, y a las frecuencias de 50Hz y 60Hz según el país de instalación. El rendimiento global de la microcentral es variable en función de la potencia suministrada y las condiciones de empleo. De todas maneras, este rendimiento es siempre muy elevado con relación a las potencias en juego.

saltos del pirineo
turbinas y equipamientos hidroeléctricos

Presupuesto y componentes Microcentral Hidroeléctrica Ecowatt AC4-FI3-2

Características

- Tipo turbina	Banki AC4-FI3-2
- Potencia generada	Entre **25 kW (aprox.)**
- Tensión salida	400/230V AC trifásica/monofásica
- Frecuencia	50Hz
- Grado de protección	IP20

Presupuesto y descripción de equipos

- Grupo Turbina Banki-Multiplicador de correa.
- Generador síncrono de eje horizontal.
- Chasis de montaje y tensor de generador.
- Regulador manual de caudal (15-100%)
- Cuadro de control CT30000.
- 3 Reguladores Electrónicos RMP 10000/B de disipación en agua
- Válvula de entrada manual.

Presupuesto equipos **48.120,00 €**

No incluido

- Instalación y puesta en marcha de la turbina
- Elementos de conexión entre equipos y entre conducción forzada y turbina. By pass.
- Red de tierras (neutro y protección)
- Válvula y conducción de by-pass
- Iluminación y tomas de corriente
- Línea salida a usuarios
- Sistemas de extinción de incendios
- Transporte hasta la instalación

Condiciones de la oferta

- Garantía del grupo: 1 año
- Validez de la oferta: 30 días
- I.V.A.: **NO INCLUIDO**
- Portes: Francos hasta nuestros talleres en Lleida
- Forma de pago: Contado y mediante contrato con las siguientes pautas pago:
    - 50% a la firma del contrato
    - 50% a la entrega del material
- Entrega del material: 15-16 semanas laborables.

Construidos y testados según normas CEI
Certificación de la empresa: ISO9001 & ISO14001

TURBINAS Y EQUIPAMIENTOS HIDROELECTRICOS SALTOS DEL PIRINEO, S.L.
Ricard Vinyes,11 Ppal. 3ª 25006-LLEIDA
973222636 Fax 973230159
info@saltosdelpirineo.com www.saltosdelpirineo.com

I.11.2. Grupo turbina-generador 14kW 'Saltos del Pirineo'

EMPRESA	**Nombre**	SALTOS DEL PIRINEO
	Dirección	Plaza Ricard Viñes, 11 Pral. 3 · 25006 Lérida
	Telf	973 22 26 36
	Web	www.saltosdelpirineo.com
	saltos del pirineo turbinas y equipamientos hidroeléctricos	
REFERENCIA	Oferta Banki AC4 FI2-2. Ref. 10113-02	
DESCRIPCIÓN	Grupo turbina-generador, cuadro de protección y reguladores para obtención de 14kW para Virgen Blanca y El Forcallo.	

saltos del pirineo
turbinas y equipamientos hidroeléctricos

Sr. Luís Martín
MCH Campamento Valle de Gistain
HUESCA

Lleida, 08 de noviembre de 2010

Oferta microcentral 10113-02. Microcentral AC4-FI2/2

Le remitimos oferta de un grupo hidroeléctrico de pequeña potencia como energía de autoabastecimiento. El equipo que le proponemos utiliza resistencia de disipación con un control electrónico para la disipación de la energía sobrante.

Datos de partida de la instalación

Altura neta	10	m
Caudal	200	l/s
Potencia	14	kW

La turbina y los equipos que mejor se adaptan a las condiciones del salto y caudal son los siguientes,

Descripción técnica Microcentral Hidroeléctrica Ecowatt AC4-FI2-2

Las **Microcentrales Hidroeléctricas Ecowatt** trabajan 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.

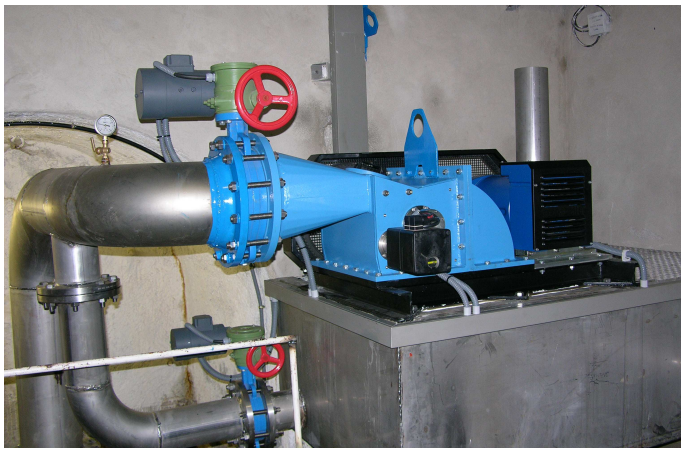
Dicha energía se puede recuperar bajo forma de calor, tanto para la calefacción directa de las casas, como para calentar el agua destinada a usos higiénico-sanitarios. De este modo se realiza un sistema de cogeneración, es decir, de producción de energía eléctrica y de energía térmica. El sistema de regulación está compuesto por unos elementos modulares que se adaptan a cualquier tipo de instalación y de potencia eléctrica generada. Está prevista 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.

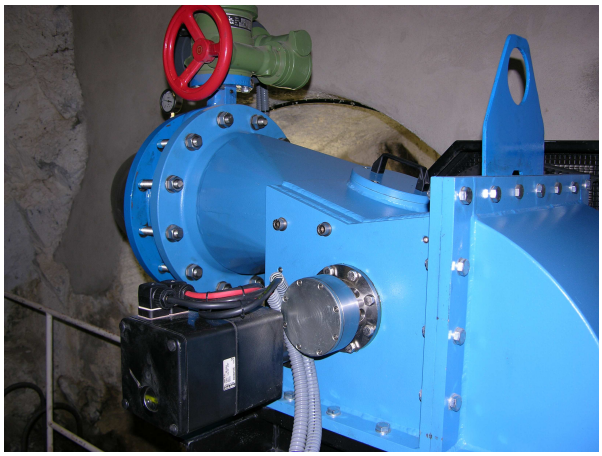
Las Microcentrales Hidroeléctricas Ecowatt son productos industriales de elevada fiabilidad; diseñados para que se puedan instalar fácilmente, incluso en zonas especialmente complejas como en los países en vías de desarrollo. Para una buena instalación, es necesario realizar algunas obras, simples pero indispensables, siguiendo las indicaciones dadas por el manual y los planos de base que acompañan el equipo. La instalación, la conexión, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las Microcentrales Hidroeléctricas Ecowatt no requieren presencia de personal técnico especializado. Un instalador eléctrico y un fontanero, con la ayuda de la documentación técnica, pueden sin ningún problema, poner en marcha los equipos que, por otra parte, no requieren ningún calibrado específico.

GRUPO TURBINA BANKI- MULTIPLICADOR DE CORREA– GENERADOR EJE HORIZONTAL

Rodete Banki

Los alabes del rodete son de acero inoxidable y están soldados directamente a los discos laterales. Los anclajes están encajados en el eje de la turbina en medio de dos pinzas cónicas. El eje de la turbina gira mediante rodamientos a bolas situados en el exterior de la turbina y transmite el movimiento del eje mediante un multiplicador del número de vueltas, constituido por una pareja de poleas con correa de transmisión dentada, adecuadamente protegida.



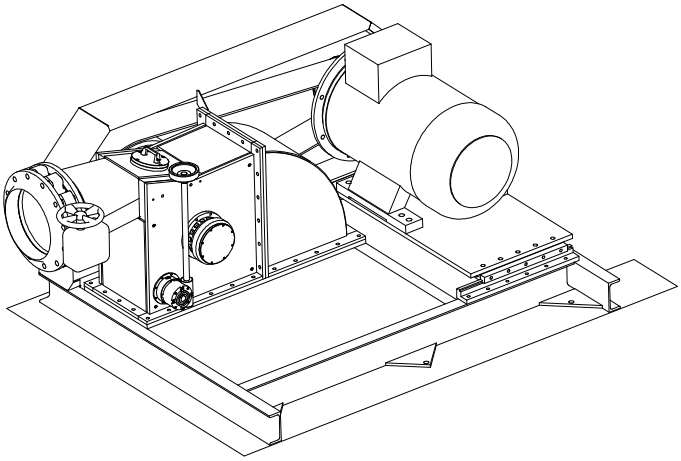


Bloque turbina

El bloque está constituido por un conjunto de láminas de acero soldado, en el cual está ubicado el dispositivo para la regulación manual del caudal. Está provisto de una ventanilla que nos permite acceder al interior para la inspección y limpieza del rodete.

Grupo de alimentación

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 microcentral, la toma para el manómetro y la toma lateral para el by-pass.



Generador
Empleamos generadores síncronos trifásicos. El inductor móvil es de 4 polos salientes. Estos generadores se caracterizan 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 es de tipo voltamperimétrica por sistema "Compound". Para las microcentrales de la serie AC2, empleamos un generador síncrono monofásico con inductor móvil de 2 polos salientes. Los rodamientos a bolas de todos los generadores, son de tipo "estanco", no necesitan lubricación. El generador está separado de la turbina por un broquel-escudo especial que le preserva de cualquier contacto con el agua.

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 frecuenciómetro 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.

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.

REGULADORES ELECTRÓNICOS

Algunos de los ejemplos de reguladores de carga y disipación por aire o agua, o ambas, ya que los equipos permiten disipar con ambos medios

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.

CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS DE LA MICROCENTRAL

La microcentral genera energía eléctrica a las tensiones estándar de 230 V monofásico para potencias hasta 10 kW y 230/400 V trifásica para potencias mayores, y a las frecuencias de 50Hz y 60Hz según el país de instalación. El rendimiento global de la microcentral es variable en función de la potencia suministrada y las condiciones de empleo. De todas maneras, este rendimiento es siempre muy elevado con relación a las potencias en juego.

saltos del pirineo
turbinas y equipamientos hidroeléctricos

Presupuesto y componentes Microcentral Hidroeléctrica Ecowatt AC4-FI2-2

Características

- Tipo turbina	Banki AC4-FI3-2
- Potencia generada	Entre **14 kW (aprox.)**
- Tensión salida	400/230V AC trifásica/monofásica
- Frecuencia	50Hz
- Grado de protección	IP20

Presupuesto y descripción de equipos

- Grupo Turbina Banki-Multiplicador de correa.
- Generador síncrono de eje horizontal.
- Chasis de montaje y tensor de generador.
- Regulador manual de caudal (15-100%)
- Cuadro de control CT15000.
- 3 Reguladores Electrónicos RMP 5000/B de disipación en agua
- Válvula de entrada manual.

Presupuesto equipos **36.100,00 €**

No incluido

- Instalación y puesta en marcha de la turbina
- Elementos de conexión entre equipos y entre conducción forzada y turbina. By pass.
- Red de tierras (neutro y protección)
- Válvula y conducción de by-pass
- Iluminación y tomas de corriente
- Línea salida a usuarios
- Sistemas de extinción de incendios
- Transporte hasta la instalación

Condiciones de la oferta

- Garantía del grupo: 1 año
- Validez de la oferta: 30 días
- I.V.A.: **NO INCLUIDO**
- Portes: Francos hasta nuestros talleres en Lleida
- Forma de pago: Contado y mediante contrato con las siguientes pautas pago:
    - 50% a la firma del contrato
    - 50% a la entrega del material
- Entrega del material: 15-16 semanas laborables.

Construidos y testados según normas CEI
Certificación de la empresa: ISO9001 & ISO14001

TURBINAS Y EQUIPAMIENTOS HIDROELECTRICOS SALTOS DEL PIRINEO, S.L.
Ricard Vinyes,11 Ppal. 3ª 25006-LLEIDA
973222636 Fax 973230159
info@saltosdelpirineo.com www.saltosdelpirineo.com

I.11.3. Grupo turbina-generador 28kW 'Cink Hidro Energy'

EMPRESA	**Nombre**	CINK HIDRO ENERGY
	Dirección	C/ Lucio Marineo, 9. Salamanca – España (sede España)
	Telf.	+420 353 579 154
	Web	www.cink-hydro-energy.com
CONTACTO	**Nombre**	Gabriela König
	Telf.	679 796 999
	Email	g.konig@cink-hydro-energy.com
REFERENCIA	Oferta Cross 10m-400l/s	
DESCRIPCIÓN	Grupo turbina-generador, cuadro de protección y reguladores para obtención de 28kW para Virgen Blanca, El Forcallo y Viadós.	

Presupuesto realizado a petición del comercial a la fábrica y calculado por Lucie Kulhankova del 'Sales Department'.

Option (10 m, 400 l/s): **40.000**€,net,FCA + 3.000€ for transport + 5.000€ putting into operation; 28 kW Pg

Los detalles sobre la puesta en marcha del sistema son los textualmente los siguientes:

"Nosotros te entregamos una instalación industrial con las garantías correspondientes y con la supervisión del montaje y la puesta en marcha se asegura su correcto funcionamiento. Todo tipo de permisos y licencias son responsabilidad del promotor"

I.11.4. Grupo turbina-generador 14kW 'Cink Hidro Energy'

EMPRESA	**Nombre**	CINK HIDRO ENERGY
	Dirección	C/ Lucio Marineo, 9. Salamanca – España (sede España)
	Telf	+420 353 579 154
	Web	www.cink-hydro-energy.com
CONTACTO	**Nombre**	Gabriela König
	Telf.	679 796 999
	Email	g.konig@cink-hydro-energy.com
REFERENCIA	Oferta Cross 10m-200l/s	
DESCRIPCIÓN	Grupo turbina-generador, cuadro de protección y reguladores para obtención de 14kW para Virgen Blanca, El Forcallo y Viadós.	

Presupuesto realizado a petición del comercial a la fábrica y calculado por Lucie Kulhankova del 'Sales Department'.

Option (10 m, 200 l/s): **30.000**€,net,FCA + 2.000€ for transport + 5.000€ putting into operation; 14 kW Pg

Los detalles sobre la puesta en marcha del sistema son los textualmente los siguientes:

"Nosotros te entregamos una instalación industrial con las garantías correspondientes y con la supervisión del montaje y la puesta en marcha se asegura su correcto funcionamiento. Todo tipo de permisos y licencias son responsabilidad del promotor"

I.12. Presupuesto

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 MICRO-CENTRAL HIDROELÉCTRICA								
01.01	**m. COND.POLIET.PE 100 PN 6 DN=200mm.**								
	Conductos de polietileno PE 100 de PN6 de diámetro DN=200mm suministrado en barras. incluyendo elementos de unión, recortes de tubería, completamente instalado sobre terreno preparado.								
	Conducción derivación	3	65,00			195,00			
							195,00	26,95	5.255,25
01.02	**ud**					**Gavión 2x1x1m (8x10-16) 2,7 mm**			
	Gavión de rejilla para relleno con piedras puesto sobre lecho del río								
							3,00	33,35	100,05
01.03	**kg Acero estrcutura metálica**								
	Estructura metalica incluso anclaje con hormigón armado y mano de obra para soldadura y montaje en taller. Incluso traslado y montaje insitu.								
							308,65	7,20	2.222,28
01.04	**m2**					**DESBROCE MONTE BAJO e<15 cm.**			
	desbroce de tierras para incorporar tubería derivación, incluso alisado y prensado de capa de acabado								
	tubería derivación	1	65,00	0,50		32,50			
							32,50	1,68	54,60
01.05	**m3**					**RELLENO TRASDÓS O.F./MATERIAL PRÉSTAMO**			
	Relleno con material de préstamo de zonas bajo cota de canalización. incluso prensado y alisado								
	tubería derivación	1	15,00	0,50	0,50	3,75			
							3,75	14,51	54,41
01.06	**m3**					**HORM. HA-25/P/20/I V. MANUAL**			
	Hormigón en masa HA-25/P/20/I, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.								
	Cruces caminos	1	5,00	0,40	0,30	0,60			
							0,60	95,88	57,53
01.07	**m2**					**DEM.FORJ.VIG.HGÓN/BOVED.C/COM.**			
	Demolición de forjados de viguetas pretensadas de hormigón armado, bovedillas cerámicas o de hormigón, y capa de compresión de hormigón, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas.								
	caseta máquinas	1	3,00	3,30		9,90			
							9,90	23,20	229,68
01.08	**m2**					**FORJ.SEMIVIG. 20+5, B-70**			
	Forjado 20+5 cm. formado a base de semiviguetas de hormigón pretensado, separadas 66 cm. entre ejes, bovedilla cerámica de 60x20x20 cm. y capa de compresión de 5 cm., de hormigón HA-25/P/20/I, elaborado en central, i/armadura (2,00 kg/m2), terminado. Según normas NTE, EF-HE , EHE y CTE-SE-AE.								
	caseta máquinas	1	3,00	3,30		9,90			
							9,90	51,46	509,45
01.09	**m2**					**ENCOF. MADERA EN FORJADOS**			
	Encofrado y desencofrado continuo con puntales y sopandas en forjados de viguetas y bovedillas, hasta 3,5 m. de altura, con madera suelta. Según normas NTE-EME.								
	caseta másquinas	1	3,00	3,30		9,90			
							9,90	11,98	118,60
01.10	**m3**					**Hormigón HA-25/P/20**			
	Hormigón armado HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., consistencia plástica, elaborado en central, en losas planas, i/p.p. de armadura (85 kg/m3) y encofrado de madera, vibrado y colocado. Según normas NTE-EME, EHL y EHE.								
	pedestales turbina	2	1,50	0,20	0,50	0,30			

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							0,30	375,26	112,58
01.11	**ud** **ACUMULADOR INOX. C/ SERPENTÍN 2.000 l.**								
	Suministro e instalación de depósito inter-acumulador solar de acero inoxidable de 2000 l., con altura 2070 mm., diámetro 960 mm., y con temperatura máxima de 95º. Serpentín solar de 4,35 m2 de superficie de intercambio y temperatura máxima de trabajo de 110º. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC y revestido con camisa de plástico. Incluso transporte, montaje, válvulas de corte y seguridad (conducida), p.p. pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. S/CTE-DB-HE-4.								
							0,00	7.291,00	0,00
01.12	**m** **Tuberia de acero elicoidal DN=400mm**								
	Tubería de acero al carbono soldada helicoidalmente, de 400 mm de diámetro y 6,3 mm de espesor PN máx 20 Atm en acero S235 JR G2 según Norma de Fabricación UNE EN 10025:1994, con doble cordón de soldadura interior y exterior, por el procedimiento de arco sumergido tipo Unión-Melt. Protección interior mediante aplicación de pintura Epoxi agua potable de 300 micras y exterior mediante aplicación de PE extruído en caliente y procedimiento tres capas, previo granallado de la superficie en ambas caras hasta el grado SA-2 1/2 de la Norma SIS-055900/67. Medida la longitud en perfil colocada y probada. Incluye la demolición y retirada de la tubería existente.								
	Tubería forzada	1	16,00			16,00			
							16,00	288,00	4.608,00
01.13	**u** **Uniones acerrojadas DN=80-1000m Ve**								
	Unión acerrojada para tuberías inclinadas autoportantes. totalmente instalada para tuberías DN=80-1000m								
	tubería forzada	3				3,00			
							3,00	341,00	1.023,00
01.14	**m3** **Hormigón HM-20 para recibo de tubería**								
	Hormigón HM-20/B/40/IIa+Qa, con cemento CEM II/A-D/42,5/SR (UNE 80303:96), en masa o ligeramente armado, colocado en cualquier tipo de obra, incluso fabricación carga y transporte, totalmente colocado.								
							1,00	122,00	122,00
01.15	**u** **Grupo turbina-generador Cink 14kW 200l/s**								
	Grupo turbina-generado de la marca Cink Hidro Energy para 200l/s y h=10m de generación trifásica de 14kW incl. transporte al lugar de instalación, equipos de regulación y control. incl Cuadro de control y protección. No incluye puesta en marcha ni licencias y permisos.								
							1,00	32.000,00	32.000,00
01.16	**u** **Grupo turbina-generador Cink 28kW 200l/s**								
	Grupo turbina-generado de la marca Cink Hidro Energy para 400l/s y h=10m de generación trifásica de 28kW incl. transporte al lugar de instalación. No incluye puesta en marcha ni licencias y permisos.								
							0,00	43.000,00	0,00
01.17	**u** **Grupo turbina-generador S.Pirineos 14kW 200l/s**								
	Grupo turnina-generador distribuido por Saltos del Pirineo para 200l/s y h=10m de generación trifásica de 14kW se compone de: - grupo turbina-generador IREM Banki AC4-FI3-2 grado de protección IP20 - generador síncrono de eje horizontal - chasis de montaje y tensor de generador. - regulador manual 15-100% - Cuadro de control CT15000 - 3x reguladores electrónicos RMP5000B de disipación de agua - Válvula de entrada manual								
							0,00	36.100,00	0,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.18	**Grupo turbina-generador S.Pirineos 14kW 200l/s**	u							
	Grupo turnina-generador distribuido por Saltos del Pirineo para 400l/s y h=10m de generación trifásica de 25kW se compone de: - grupo turbina-generador IREM Banki AC4-FI2-2 grado de protección IP20 - generador síncrono de eje horizontal - chasis de montaje y tensor de generador. - regulador manual 15-100% - Cuadro de control CT30000 - 3x reguladores electrónicos RMP10000B de disipación de agua - Válvula de entrada manual						0,00	48.120,00	0,00
	TOTAL CAPÍTULO 01 MICRO-CENTRAL HIDROELÉCTRICA								**46.467,43**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN TERMOSOLAR								
02.01	**u IV4000 TC2 interacumulador ac. INOX 1 serpentín**								
	Acumulador Suicalsa serie IV de 4000l de capacidad de acero inoxidable AISI 316L, apto para contacto con agua potable de acuerdo a la directiva 89/109/CEE, pertenece a la familia de los aceros austeníticos (18-8 con 2% de molibdeno y contenido en carbono inferior a 0,035%), que se caracteriza por su elevada resistencia a la corrosión.Espuma de poliuretano flexible de 50 mm de espesor y coeficiente de conductividad térmica de 0,038 W/m°K. Terminación exterior es funda de skay de 0,28 mm o similar.								
	Virgen Blanca	1				1,00			
							1,00	11.421,00	11.421,00
02.02	**u Grupo de seguridad para 10 atm y acumuladores hasta 5000 L de ca**								
							1,00	112,00	112,00
02.03	**u VIH 750 acumulador de acero vitrificado auroSTOR cap. 750 l.**								
	Captador solar plano, de la empresa VAILLANT. Dimensiones 1233/2033/80 mm. Área útil de apertura: 2,352 m2. Rendimiento: k0 = 0,801 K1 = 3,320 w/(m2·K) K2 = 0,023 w/(m2·K2). Contraseña de certificación NPS-23808. Absorbedor de alta selectividad (serpentín de Cu sobre lámina absorbedora de aluminio con recubrimiento high selective blue ? = 5 % ? = 95 %). 4 conexiones 3/4". Instalación en posición horizontal. Marco y trasera totalmente en aluminio, aislamiento térmico de lana de roca (40 mm, ? = 0,035 w/(m2·K), ? = 55 kg / m3).								
	Virgen Blanca								
							5,00	820,00	4.100,00
02.04	**u auroMATIC 560 - centralita de control para instalaciones de ener**								
	auroMATIC 560 Centralita de control para instalaciones de Energía Solar. Control sobre dos circuitos independientes. Control sobre dos campos de colectores independientes. La centralita de regulación solar auroMATIC VRS560 es una de tipo eléctrico capaz de gestionar la producción de ACS mediante energía solar térmica así como un segundo circuito adicional como puede ser el calentamiento de un piscina. Con el regulador se puede ajustar la temperatura máxima del acumulador así como la temperatura mínima para el apoyo a cargo de una resistencia eléctrica de inmersión o una caldera sólo calefacción. El regulador incorpora tanto la sonda del colector como las de los dos circuitos a calentar. Con el fin de obtener un máximo rendimiento en el sistema, el regulador cuenta con una serie de rogramas: · Control de hasta dos campos de colectores independientes. · Puesta en funcionamiento y parada del sistema: en función del diferencial de temperatura entre el captador y el acumulador. · Temperatura máxima de acumulación: mediante la cual se limita la temperatura máxima a alcanzar en el acumulador, acumuladores o piscina tanto de la energía solar como del apoyo. · Función de recarga: en donde el regulador controla el sistema de apoyo (caldera o resistencia eléctrica) si fuera necesario. · Retraso de recarga: con el fin de aprovechar al máximo la energía solar, esta función retrasa la entrada del sistema de apoyo en el caso de que exista energía solar suficiente para seguir calentando el acumulador. · Protección contra la Legionela: con la cual no existe la posibilidad de existencia de legionela en el acumulador. · Función protección bomba: para evitar el bloqueo de la bomba, cada 23 h el regulador la pone en marcha. · Funciones especiales de vacaciones y especiales: con estas funciones el sistema da la posibilidad de buscar ahorros del sistema en períodos vacacionales o puntuales. · Función horaria: con la que se le marcan horarios de hasta tres períodos diarios de funcionamiento en la carga del apoyo para conseguir el máximo aprovechamiento de la instalación de energía solar y máximo ahorro en la energía de apoyo. · Control de la ganacia solar: con un sensor adicional puede dar la medida de la energía solar aprovechada. · Control sobre la bomba de recirculación de agua caliente sanitaria.								
							1,00	304,00	304,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.05	**Soporte para cubierta inclinada. 5 captadores verticales (VFK 14**	u							
	Estructura para cubierta inclinada de Aluminio, de la empresa VAILLANT, con alta resistencia a la corrosión y reducido peso. Diseño para montaje "plug and play". Incluye rieles estabilizadores horizontales y todas las conexiones hidráulicas incluidas para la conexión de 5 captadores verticales en fila.								
							1,00	366,00	366,00
02.06	**Vaso de expansión solar 38 litros.**	u							
							1,00	129,00	129,00
02.07	**Depósito protección vaso expansión.**	u							
							1,00	79,00	79,00
02.08	**Líquido solar 5 L**	u							
	Bidón de 5 L de líquido solar Vaillant (propilenglicol en agua con inhibidores. Concentración de propilenglicol: 42 - 45 % según DIN 51777)								
							1,00	43,00	43,00
02.09	**Tubo a.inox AISI-316 brillante 35x1,0**	m							
	Tubo acero inoxidable según AISI-316 35x1,0 incluyendo corte codos y otros elementos necesarios para su completa colocación.								
							25,00	8,58	214,50
02.10	**VIH 750 acumulador de acero vitrificado auroSTOR cap. 750 l.**	u							
	Acumulador de Acero Vitrificado solar, de la empresa VAILLANT. Capacidad: 750 L. Peso en vacío: 170 Kg. Diámetro exterior/altura: 950/1840 mm.								
							1,00	2.281,00	2.281,00
	TOTAL CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN TERMOSOLAR.....								**19.049,50**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN DE BIOMASA								
03.01	**u caldera biomasa GUNTAMATIC Biostar 12**								
	EL FORCALLO								
	Gama Biostar de 12kW								
	. Limpieza automática del intercambiador . Limpieza automática de la rejilla del quemador . Sonda lambda que asegura una combustión óptima . Soplante con variador de velocidad . Modulación de potencia . Control acumulación incorporada. . Conexión bomba carga acumulador . Rendimiento de 94,7% . Potencia mínima de 3,3kW . Peso total de 268kg								
							1,00	8.772,00	8.772,00
03.02	**u IV2500 TC2 interacumulador ac. INOX 1 serpentín**								
	Acumulador Suicalsa serie IV de 2500l de capacidad de acero inoxidable AISI 316L, apto para contacto con agua potable de acuerdo a la directiva 89/109/CEE, pertenece a la familia de los aceros austeníticos (18-8 con 2% de molibdeno y contenido en carbono inferior a 0,035%), que se caracteriza por su elevada resistencia a la corrosión.Espuma de poliuretano flexible de 50 mm de espesor y coeficiente de conductividad térmica de 0,038 W/m°K. Terminación exterior es funda de skay de 0,28 mm o similar.								
	El Forcallo	1				1,00			
							1,00	8.793,00	8.793,00
03.03	**m. TUBERÍA DE COBRE D=13-15 mm.**								
	Tubería de cobre de 13-15 mm. de diámetro, Norma UNE 37.141, para red de distribución de calefacción, con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico s/IT.IC, probado a 10 kg/cm2.								
	caldera-acumulador	2	8,00			16,00			
							16,00	9,60	153,60
03.04	**ud VÁLVULA DE ESFERA 1/2" PN-10**								
	Válvula de esfera PN-10 de 1/2", instalada, i/pequeño material y accesorios.								
							1,00	15,48	15,48
03.05	**m. CHIMENEA AISLADA INOX/INOX 150 mm.**								
	Instalación de chimenea de calefacción aislada de doble pared lisa de 150 mm. de diámetro interior, fabricada interior y exteriormente en acero inoxidable, homologada.								
	a cubierta	1	8,00			8,00			
							8,00	203,86	1.630,88
03.06	**ud CENTRAL DE REGULACIÓN**								
	Central de regulación para válvula mezcladora de 3 vías. Instalada								
							1,00	1.456,64	1.456,64

TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN DE BIOMASA..... 20.821,60

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 04 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS								
04.01	**m3**				**EXCAV. ZANJA TIERRA**				
	Virgen Blanca	1	158,00	0,40	0,70	44,24			
	El Forcallo	1	241,00	0,40	0,70	67,48			
							111,72	9,17	1.024,47
04.02	**m3**				**RELLENO ZANJAS C/ARENA**				
	Virgen Blanca	1	158,00	0,40	0,25	15,80			
	El Forcallo	1	241,00	0,40	0,25	24,10			
							39,90	24,65	983,54
04.03	**m3**				**RELLENO ZANJAS/MATERIAL EXCAVACIÓN**				
	Virgen Blanca	1	158,00	0,40	0,45	28,44			
	El Forcallo	1	241,00	0,40	0,45	43,38			
							71,82	3,81	273,63
04.04	**ud**				**ARQ.PREF.PP HIDROSTANK 45x45x60 cm.**				
	Virgen Blanca	4				4,00			
	El Forcallo	7				7,00			
							11,00	95,85	1.054,35
04.05	**m**				**LÍN. GEN. ALIMENT. (SUBT.) 3,5x35 AL**				
	Ml. Linea general de alimentación, (subterránea), aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 3,5x35 mm2. de conductor de aluminio bajo tubo de PVC Dext= 110 mm, incluido tendido del conductor en su interíor, así como p/p de tubo de PVC corrugado de D=29 cm. y terminales correspondientes. ITC-BT-14 y cumplirá norma UNE-EN 21.123 parte 4 ó 5.								
	El Forcallo	2	285,00			570,00			
	Virgen Blanca	1	180,00			180,00			
							750,00	19,54	14.655,00

TOTAL CAPÍTULO 04 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS..... 17.990,99

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 05 ACUMULADORES Y TRANSFORMADORES								
05.01	**u Inversor Cargador MultiPlus C 12/2000/80**								
	Inversor Cargador Victron Energy MultiPlus C 24v 2000w 80A.								
	Multifuncional, con gestión inteligente de la energía de toma de puerto o generador								
	El Multi recibe su nombre de las múltiples funciones que puede desempeñar: reúne un potente inversor de onda senoidal pura, además de un sofisticado cargador de tecnología de carga adaptable y un conmutador de transferencia de alta velocidad. Además de estas funciones principales, el Multi ofrece avanzadas prestaciones que abren la puerta a nuevas aplicaciones, que presentamos a continuación.								
	El Forcallo	3				3,00			
							3,00	1.143,22	3.429,66
05.02	**u Acumulador Classic Solar Exide 2V 1080Ah**								
	El Forcallo	15				15,00			
							15,00	365,49	5.482,35
05.03	**u Cargador trif. baterias 12V**								
	Cargador trifásico para baterias. Salida 12V 80A y entrada 380-400V 50-60Hz.								
	El Forcallo	1				1,00			
							1,00	569,25	569,25
	TOTAL CAPÍTULO 05 ACUMULADORES Y TRANSFORMADORES								**9.481,26**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 06 CONTROL DE CONSUMOS								
06.01	**Contactor 4P AC3 9A 4NC CA**	u							
	Minicontactor de 4 polos 4NC, 9A, AC3, CA, de la serie MC de General Electric Power Protection.								
							3,00	33,89	101,67
06.02	**Contactor 3P AC3 9A 1NC CC**	u							
	Minicontactor de 3 polos, 9A, AC3, CC, con contacto auxiliar 1NC, de la serie MC de General Electric Power Protection.								
							3,00	43,76	131,28
06.03	**Temporizador LIGHT, 230V,6A/2A,1-12 min., 2mód., ref. N4461**	u							
							1,00	110,86	110,86
	TOTAL CAPÍTULO 06 CONTROL DE CONSUMOS								**343,81**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 07 INSTALACIÓN ELÉCTRICA								
07.01	**ud**				**CAJA GENERAL PROTECCIÓN 80A.**				
	Caja general protección 80 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 80 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.								
	Caseta hidroelectrica	1				1,00			
							1,00	71,91	71,91
07.02	**ud**				**CUADRO PROTEC.SERV.COMUNES**				
	Cuadro protección servicios comunes, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con caja de empotrar de puerta blanca Legrand Ekinoxe de 2x12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial de 2x40 A., 30 mA., cinco PIAS (I+N) de 10 A., un PIA de 4x25 A. para línea de ascensor, minutero para temporizado del alumbrado de escalera. Instalado, incluyendo cableado y conexionado.								
	El Forcallo	1				1,00			
	Virgen Blanca	1				1,00			
							2,00	402,02	804,04
07.03	**m. Cond TRIF. 5x(1x2,5mm2) Cu**								
	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.								
	Virgen Blanca	1	55,00			55,00			
	El Forcallo	1	38,00			38,00			
							93,00	11,76	1.093,68
07.04	**m. Cond. TRIF 5x(1x4mm2) Cu**								
	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.								
	Virgen Blanca	1	30,00			30,00			
	El Forcallo	1	24,00			24,00			
							54,00	13,01	702,54

TOTAL CAPÍTULO 07 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 2.672,17

TOTAL 116.826,76

I.13. Estudio económico

En este apartado se muestran los cálculos realizados y consideraciones tomadas para el estudio de viabilidad de las instalaciones. Como se comenta en el apartado 8, se realiza el estudio económico de microrred en conjunto, no obstante se contemplan además 3 estudios de viabilidad, uno para cada instalación. Los estudios económicos realizados son los siguientes:

- **Creación de una microrred** con todas las instalaciones proyectadas.
- **Instalación hidroeléctrica** con la creación de una microrred aislada donde la fuente principal de generación es la micro-central hidroeléctrica, ambos consumos disponen de acumuladores eléctricos y control jerárquico de consumos.
- **Instalación termosolar**: Instalación termosolar en Virgen Blanca.
- **Instalación biomasa**: Instalación de una caldera de biomasa en El Forcallo.

I.13.1. Costes de mantenimiento de la microrred

Los costes de mantenimiento de la microrred son únicamente los ocasionados por el cambio de la correa de distribución del grupo turbina generador. Su vida está limitada por el uso o por el envejecimiento según fabricantes como se ha expuesto en el anexo I.7.

Los costes de mantenimiento de la central hidroeléctrica son de 300€ cada 5 años de funcionamiento con un máximo de 10 años (correa de distribución). La instalación se usa 91 días al año por lo que su mantenimiento es por envejecimiento de 30€ anuales a repartir por los usuarios. Su coste se ha calculado según lo expuesto en la Tabla 48.

intervalo	5	**años uso/correa**
límite de uso	10	**años/correa**
precio	300	**€/correa**
uso	91	**dias/año**
Cambio por	**envejecimiento**	
coste mantenimiento	**30,00**	**€/año**

Tabla 48. Cálculo del coste de mantenimiento de la microrred.

I.13.2. Coste actual de combustible

Se calculan los costes en combustible y de mantenimiento para la producción de energía actual y proyectada.

Según el estudio de consumos del aparatado 0 del presente el coste actual anual de la energía para cada establecimiento es el mostrado en la Tabla 49.

		Energía [kWh]	Combustible [litros]	Coste [€/año]
VIRGEN BLANCA	**Gasolina**	3.829	1.413	1.831,25 €
	Gasóleo	12.738	1.407	1.822,07 €

	Total	16.567		**3.653,31 €**
EL FORCALLO	**Gasolina**	6.552	3.385	4.386,96 €
	Gasóleo	10.366	1.208	1.564,36 €
	Total	16.918		**5.951,32 €**

Tabla 49. Costes anuales de combustible actuales

Nota: precios a día 08/11/2011. Gasolina 1,296€/litro. Gasóleo 1,295€/litro.

I.13.3. Costes creando la microrred

Se elimina todo el consumo de combustibles fósiles siendo la aportación de energía de cada instalación la mostrada en la Tabla 50.

		Energía [kWh]	Combustible	Coste [€/año]
VIRGEN BLANCA	**Gasolina**	0	0,00	- €
	Gasóleo	0	0,00	- €
	Hidroeléctrica	12.695	-	- €
	Termosolar	3.872	-	- €
	Total	12.695	0,00	- €
EL FORCALLO	**Gasolina**	0	0,00	- €
	Gasóleo	0	0,00	- €
	Hidroeléctrica	16.529	-	- €
	Biomasa	389	78,22	16,14 €
	Total	16.529		16,14 €

Tabla 50. Coste de combustible creando la microrred

Se consigue un ahorro de 3.653,31€ (100% de la demanda energética) en Virgen Blanca y de 5.935,18€ (99,73%) en El forcallo.

I.13.4. Costes creando la micro-central hidroeléctrica

El coste en combustible para cada consumidor creando la micro-central hidroeléctrica es el mostrado en la Tabla 51.

		Energía [kWh]	Combustible [litros]	Coste [€/año]
VIRGEN BLANCA	**Gasolina**	0	0,00	- €
	Gasóleo	3872	427,69	553,86 €
	Hidroeléctrica	12.695	-	- €
	Total	16.567	427,69	**553,86 €**
EL FORCALLO	**Gasolina**	0	0,00	- €
	Gasóleo	389	45,33	58,71 €
	Hidroeléctrica	16.529	-	- €
	Total	16.918	45,33	**58,71 €**

Tabla 51. Coste de combustible creando la micro-central hidroeléctrica

Virgen Blanca consigue un ahorro anual en combustible del 84,84% y El Forcallo del 99,01%. Sólo se realiza el mantenimiento de las calderas y de la micro-central hidroeléctrica. Los grupos electrógenos quedan exentos.

I.13.5. Costes instalación termosolar

La instalación termosolar es de Virgen Blanca y el ahorro que consigue con ella es el mostrado en la Tabla 52.

		Energía [kWh]	Combustible [litros]	Coste [€/año]
VIRGEN BLANCA	Gasolina	3.829	1.413,00	1.831,25 €
	Gasóleo	8.442,8	932,57	1.207,67 €
	Termosolar	4.295,20	-	- €
	Total	16.567	2.345,57	**3.038,92 €**

Tabla 52. Coste de combustible creando la instalación termosolar

Se consigue un ahorro anual en combustible de 614,39€ (16,82% de las necesidades energéticas y el 33,72% de la necesidades térmicas).

I.13.6. Costes instalación de biomasa

La caldera de biomasa tiene potencia suficiente para sustituir por completo a la caldera de gasóleo.

		Energía [kWh]	Combustible [litros]	Coste [€/año]
EL FORCALLO	Gasolina	6.552	3.385,00	4.386,96 €
	Gasóleo	0	0,00	- €
	Biomasa	10.366	-	430,02 €
	total	16.918	3.385,00	**4.816,98 €**

Tabla 53. Coste de combustible creando la instalación termosolar

Se consigue un ahorro anual en combustible de 1.134,34€ (19,06% de las necesidades energéticas y el 100,00% de la necesidades térmicas).

I.13.7. Flujo de cajas creando la microrred

Conocida inversión inicial, y los costes de mantenimiento de las instalaciones utilizadas se puede calcular el flujo de cajas que se calcula según el siguiente esquema:

+ Ingresos de explotación

- Gastos de explotación

- Amortizaciones

= **BAIT**

- Impuestos

= **BDT**

+ Amortizaciones

= **Flujo de caja**

Para calcular los flujos de cajas de años posteriores se tiene en cuenta la tasa de crecimiento de los precios que se toma de 2,5% según la media de los último años.

El periodo de amortización de las inversiones se escoge según lo dispuesto en el Real Decreto 1777/2004, de 30 de julio y de la recomendada por los instaladores:

- Hidroeléctricas de 5 a 40 años. Debido a su reducida tasa de utilización será a 30años.
- Termosolar y de biomasa a 15 años.

La tasa anual de crecimiento del precio del combustible y del mantenimiento se toma del 2,5%.

El flujo de cajas de Virgen Blanca para la creación de la microrred durante 40 años es la indicada en la Tabla 57.

Año	ingresos	gastos	amortización	BAIT	impuestos	BDT	flujo de caja
0							- 57.527,33 €
1	3.653,31 €	165,00 €	1.917,58 €	1.570,74 €	392,68 €	1.178,05 €	3.095,63 €
2	3.744,65 €	169,13 €	1.917,58 €	1.657,94 €	414,49 €	1.243,46 €	3.161,04 €
3	3.838,26 €	173,35 €	1.917,58 €	1.747,33 €	436,83 €	1.310,50 €	3.228,08 €
4	3.934,22 €	177,69 €	1.917,58 €	1.838,95 €	459,74 €	1.379,22 €	3.296,79 €
5	4.032,57 €	182,13 €	1.917,58 €	1.932,87 €	483,22 €	1.449,65 €	3.367,23 €
6	4.133,39 €	186,68 €	1.917,58 €	2.029,13 €	507,28 €	1.521,85 €	3.439,42 €
7	4.236,72 €	191,35 €	1.917,58 €	2.127,80 €	531,95 €	1.595,85 €	3.513,42 €
8	4.342,64 €	196,13 €	1.917,58 €	2.228,93 €	557,23 €	1.671,70 €	3.589,28 €
9	4.451,21 €	201,04 €	1.917,58 €	2.332,59 €	583,15 €	1.749,44 €	3.667,02 €
10	4.562,49 €	206,06 €	1.917,58 €	2.438,85 €	609,71 €	1.829,14 €	3.746,71 €
11	4.676,55 €	211,21 €	1.917,58 €	2.547,76 €	636,94 €	1.910,82 €	3.828,40 €
12	4.793,46 €	216,49 €	1.917,58 €	2.659,39 €	664,85 €	1.994,54 €	3.912,12 €
13	4.913,30 €	221,91 €	1.917,58 €	2.773,82 €	693,45 €	2.080,36 €	3.997,94 €
14	5.036,13 €	227,45 €	1.917,58 €	2.891,10 €	722,78 €	2.168,33 €	4.085,90 €
15	5.162,04 €	233,14 €	1.917,58 €	3.011,32 €	752,83 €	2.258,49 €	4.176,07 €
16	5.291,09 €	238,97 €	1.917,58 €	3.134,54 €	783,63 €	2.350,90 €	4.268,48 €
17	5.423,36 €	244,94 €	1.917,58 €	3.260,84 €	815,21 €	2.445,63 €	4.363,21 €
18	5.558,95 €	251,07 €	1.917,58 €	3.390,30 €	847,58 €	2.542,73 €	4.460,30 €
19	5.697,92 €	257,34 €	1.917,58 €	3.523,00 €	880,75 €	2.642,25 €	4.559,83 €
20	5.840,37 €	263,78 €	1.917,58 €	3.659,01 €	914,75 €	2.744,26 €	4.661,84 €
21	5.986,38 €	270,37 €	1.917,58 €	3.798,43 €	949,61 €	2.848,82 €	4.766,40 €
22	6.136,04 €	277,13 €	1.917,58 €	3.941,33 €	985,33 €	2.956,00 €	4.873,57 €
23	6.289,44 €	284,06 €	1.917,58 €	4.087,80 €	1.021,95 €	3.065,85 €	4.983,43 €
24	6.446,68 €	291,16 €	1.917,58 €	4.237,94 €	1.059,48 €	3.178,45 €	5.096,03 €
25	6.607,84 €	298,44 €	1.917,58 €	4.391,82 €	1.097,96 €	3.293,87 €	5.211,45 €
26	6.773,04 €	305,90 €	1.917,58 €	4.549,56 €	1.137,39 €	3.412,17 €	5.329,75 €
27	6.942,36 €	313,55 €	1.917,58 €	4.711,24 €	1.177,81 €	3.533,43 €	5.451,01 €
28	7.115,92 €	321,39 €	1.917,58 €	4.876,96 €	1.219,24 €	3.657,72 €	5.575,30 €
29	7.293,82 €	329,42 €	1.917,58 €	5.046,82 €	1.261,71 €	3.785,12 €	5.702,69 €
30	7.476,17 €	337,66 €	1.917,58 €	5.220,93 €	1.305,23 €	3.915,70 €	5.833,28 €
31	7.663,07 €	346,10 €	- €	7.316,97 €	1.829,24 €	5.487,73 €	5.487,73 €
32	7.854,65 €	354,75 €	- €	7.499,90 €	1.874,97 €	5.624,92 €	5.624,92 €
33	8.051,01 €	363,62 €	- €	7.687,39 €	1.921,85 €	5.765,55 €	5.765,55 €
34	8.252,29 €	372,71 €	- €	7.879,58 €	1.969,89 €	5.909,68 €	5.909,68 €
35	8.458,60 €	382,03 €	- €	8.076,57 €	2.019,14 €	6.057,43 €	6.057,43 €
36	8.670,06 €	391,58 €	- €	8.278,48 €	2.069,62 €	6.208,86 €	6.208,86 €
37	8.886,81 €	401,37 €	- €	8.485,44 €	2.121,36 €	6.364,08 €	6.364,08 €
38	9.108,98 €	411,40 €	- €	8.697,58 €	2.174,40 €	6.523,19 €	6.523,19 €
39	9.336,71 €	421,69 €	- €	8.915,02 €	2.228,76 €	6.686,27 €	6.686,27 €
40	9.570,13 €	432,23 €	- €	9.137,90 €	2.284,47 €	6.853,42 €	6.853,42 €

Tabla 54. Flujo de cajas de Virgen Blanca creando microrred.

Y la de El Forcallo se indica en la Tabla 55.

Año	ingresos	gastos	amortización	BAIT	impuestos	BDT	flujo de caja
0							- 59.299,43 €
1	5.951,32 €	15,00 €	1.976,65 €	3.959,67 €	989,92 €	2.969,75 €	4.946,40 €
2	6.100,10 €	15,38 €	1.976,65 €	4.108,08 €	1.027,02 €	3.081,06 €	5.057,71 €
3	6.252,61 €	15,76 €	1.976,65 €	4.260,20 €	1.065,05 €	3.195,15 €	5.171,80 €
4	6.408,92 €	16,15 €	1.976,65 €	4.416,12 €	1.104,03 €	3.312,09 €	5.288,74 €
5	6.569,14 €	16,56 €	1.976,65 €	4.575,94 €	1.143,98 €	3.431,95 €	5.408,60 €
6	6.733,37 €	16,97 €	1.976,65 €	4.739,75 €	1.184,94 €	3.554,82 €	5.531,46 €
7	6.901,71 €	17,40 €	1.976,65 €	4.907,66 €	1.226,92 €	3.680,75 €	5.657,40 €
8	7.074,25 €	17,83 €	1.976,65 €	5.079,77 €	1.269,94 €	3.809,83 €	5.786,48 €
9	7.251,11 €	18,28 €	1.976,65 €	5.256,18 €	1.314,05 €	3.942,14 €	5.918,78 €
10	7.432,38 €	18,73 €	1.976,65 €	5.437,00 €	1.359,25 €	4.077,75 €	6.054,40 €
11	7.618,19 €	19,20 €	1.976,65 €	5.622,34 €	1.405,59 €	4.216,76 €	6.193,41 €
12	7.808,65 €	19,68 €	1.976,65 €	5.812,32 €	1.453,08 €	4.359,24 €	6.335,89 €
13	8.003,86 €	20,17 €	1.976,65 €	6.007,04 €	1.501,76 €	4.505,28 €	6.481,93 €
14	8.203,96 €	20,68 €	1.976,65 €	6.206,64 €	1.551,66 €	4.654,98 €	6.631,62 €
15	8.409,06 €	21,19 €	1.976,65 €	6.411,22 €	1.602,80 €	4.808,41 €	6.785,06 €
16	8.619,29 €	21,72 €	1.976,65 €	6.620,91 €	1.655,23 €	4.965,69 €	6.942,33 €
17	8.834,77 €	22,27 €	1.976,65 €	6.835,85 €	1.708,96 €	5.126,89 €	7.103,54 €
18	9.055,64 €	22,82 €	1.976,65 €	7.056,17 €	1.764,04 €	5.292,12 €	7.268,77 €
19	9.282,03 €	23,39 €	1.976,65 €	7.281,99 €	1.820,50 €	5.461,49 €	7.438,14 €
20	9.514,08 €	23,98 €	1.976,65 €	7.513,45 €	1.878,36 €	5.635,09 €	7.611,74 €
21	9.751,93 €	24,58 €	1.976,65 €	7.750,70 €	1.937,68 €	5.813,03 €	7.789,68 €
22	9.995,73 €	25,19 €	1.976,65 €	7.993,89 €	1.998,47 €	5.995,42 €	7.972,06 €
23	10.245,62 €	25,82 €	1.976,65 €	8.243,15 €	2.060,79 €	6.182,36 €	8.159,01 €
24	10.501,76 €	26,47 €	1.976,65 €	8.498,65 €	2.124,66 €	6.373,98 €	8.350,63 €
25	10.764,31 €	27,13 €	1.976,65 €	8.760,53 €	2.190,13 €	6.570,40 €	8.547,04 €
26	11.033,41 €	27,81 €	1.976,65 €	9.028,96 €	2.257,24 €	6.771,72 €	8.748,37 €
27	11.309,25 €	28,50 €	1.976,65 €	9.304,10 €	2.326,02 €	6.978,07 €	8.954,72 €
28	11.591,98 €	29,22 €	1.976,65 €	9.586,12 €	2.396,53 €	7.189,59 €	9.166,24 €
29	11.881,78 €	29,95 €	1.976,65 €	9.875,19 €	2.468,80 €	7.406,39 €	9.383,04 €
30	12.178,83 €	30,70 €	1.976,65 €	10.171,48 €	2.542,87 €	7.628,61 €	9.605,26 €
31	12.483,30 €	31,46 €	- €	12.451,83 €	3.112,96 €	9.338,87 €	9.338,87 €
32	12.795,38 €	32,25 €	- €	12.763,13 €	3.190,78 €	9.572,35 €	9.572,35 €
33	13.115,26 €	33,06 €	- €	13.082,21 €	3.270,55 €	9.811,65 €	9.811,65 €
34	13.443,14 €	33,88 €	- €	13.409,26 €	3.352,32 €	10.056,95 €	10.056,95 €
35	13.779,22 €	34,73 €	- €	13.744,49 €	3.436,12 €	10.308,37 €	10.308,37 €
36	14.123,70 €	35,60 €	- €	14.088,11 €	3.522,03 €	10.566,08 €	10.566,08 €
37	14.476,80 €	36,49 €	- €	14.440,31 €	3.610,08 €	10.830,23 €	10.830,23 €
38	14.838,72 €	37,40 €	- €	14.801,32 €	3.700,33 €	11.100,99 €	11.100,99 €
39	15.209,68 €	38,34 €	- €	15.171,35 €	3.792,84 €	11.378,51 €	11.378,51 €
40	15.589,93 €	39,29 €	- €	15.550,63 €	3.887,66 €	11.662,97 €	11.662,97 €

Tabla 55. Flujo de cajas de El Forcallo creando microrred.

A partir de los flujos de cajas anteriores se calculan los parámetros de rentabilidad como se explica a continuación. El VAN es el valor actual neto, indica la cantidad de dinero que se gana con el proyecto y al ser positivo se considera que es rentable.

$$VAN = -I_o + \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i}{(1+r)^i}$$

Donde:

Q_i es el flujo de cajas del año i.

r es la tasa de actualización del capital.

I_o es la inversión inicial.

n son los años en los que se realiza el análisis económico.

El TIR es la tasa interna de retorno, que es el valor de tasa de actalización que hace el VAN cero. Da una idea de a partir de que tasa de actualización se pierde dinero.

$$TIR = r \Rightarrow VAN(r) = 0$$

El PR es periodo de retorno, que se calcula actualizando los flujos de cajas al primer año con la expresión:

$$C_1 = \frac{C_i}{(1+k)^i}$$

Donde:

C_1 es el valor en el año 1.

C_i es el valor en el año i.

k es la tasa de actualización del capital.

Y sumando su valor hasta recuperar la inversión inicial. El PR indica los años que tarda en recuperarse la inversión inicial.

Tomando como referencia una tasa de interés anual del 5%, se calculan los parámetros de rentabilidad que aparecen en la Tabla 56.

	VIRGEN BLANCA	EL FORCALLO
VAN	14.578,07 €	58.562,97 €
TIR	6,50%	10,19%
PR	28	16

Tabla 56. Parámetros de rentabilidad creando una microrred

I.13.8. Flujo de cajas creando una micro-central hidroeléctrica

En este caso se ejecuta la central hidroeléctrica y ambos consumos disponen de acumuladores eléctricos y control jerárquico de consumos. Se crea una microrred eléctrica donde se consigue paliar el total de la demanda eléctrica de los consumidores y aprte de la térmica.

Se sigue el mismo procedimiento de cálculo que en el apartado anterior. El flujo de cajas de Virgen Blanca para la creación de la microrred durante 40 años es la indicada en la Tabla 57.

Año	ingresos	gastos	amortización	BAIT	impuestos	BDT	flujo de caja
0							- 38.477,83 €
1	3.099,46 €	195,00 €	1.282,59 €	1.621,86 €	405,465314	1.216,40 €	2.498,99 €
2	3.176,94 €	199,88 €	1.282,59 €	1.694,47 €	423,618162	1.270,85 €	2.553,45 €
3	3.256,37 €	204,87 €	1.282,59 €	1.768,90 €	442,22483	1.326,67 €	2.609,27 €
4	3.337,77 €	209,99 €	1.282,59 €	1.845,19 €	461,296666	1.383,89 €	2.666,48 €
5	3.421,22 €	215,24 €	1.282,59 €	1.923,38 €	480,845297	1.442,54 €	2.725,13 €
6	3.506,75 €	220,62 €	1.282,59 €	2.003,53 €	500,882644	1.502,65 €	2.785,24 €
7	3.594,42 €	226,14 €	1.282,59 €	2.085,68 €	521,420925	1.564,26 €	2.846,86 €
8	3.684,28 €	231,79 €	1.282,59 €	2.169,89 €	542,472662	1.627,42 €	2.910,01 €
9	3.776,39 €	237,59 €	1.282,59 €	2.256,20 €	564,050694	1.692,15 €	2.974,75 €
10	3.870,80 €	243,53 €	1.282,59 €	2.344,67 €	586,168175	1.758,50 €	3.041,10 €
11	3.967,57 €	249,62 €	1.282,59 €	2.435,35 €	608,838594	1.826,52 €	3.109,11 €
12	4.066,75 €	255,86 €	1.282,59 €	2.528,30 €	632,075774	1.896,23 €	3.178,82 €
13	4.168,42 €	262,25 €	1.282,59 €	2.623,58 €	655,893883	1.967,68 €	3.250,28 €
14	4.272,63 €	268,81 €	1.282,59 €	2.721,23 €	680,307444	2.040,92 €	3.323,52 €
15	4.379,45 €	275,53 €	1.282,59 €	2.821,33 €	705,331345	2.115,99 €	3.398,59 €
16	4.488,94 €	282,42 €	1.282,59 €	2.923,92 €	730,980843	2.192,94 €	3.475,54 €
17	4.601,16 €	289,48 €	1.282,59 €	3.029,09 €	757,271579	2.271,81 €	3.554,41 €
18	4.716,19 €	296,72 €	1.282,59 €	3.136,88 €	784,219583	2.352,66 €	3.635,25 €
19	4.834,09 €	304,13 €	1.282,59 €	3.247,37 €	811,841287	2.435,52 €	3.718,12 €
20	4.954,95 €	311,74 €	1.282,59 €	3.360,61 €	840,153534	2.520,46 €	3.803,05 €
21	5.078,82 €	319,53 €	1.282,59 €	3.476,69 €	869,173587	2.607,52 €	3.890,12 €
22	5.205,79 €	327,52 €	1.282,59 €	3.595,68 €	898,919141	2.696,76 €	3.979,35 €
23	5.335,93 €	335,71 €	1.282,59 €	3.717,63 €	929,408334	2.788,23 €	4.070,82 €
24	5.469,33 €	344,10 €	1.282,59 €	3.842,64 €	960,659757	2.881,98 €	4.164,57 €
25	5.606,07 €	352,70 €	1.282,59 €	3.970,77 €	992,692466	2.978,08 €	4.260,67 €
26	5.746,22 €	361,52 €	1.282,59 €	4.102,10 €	1025,52599	3.076,58 €	4.359,17 €
27	5.889,87 €	370,56 €	1.282,59 €	4.236,72 €	1059,18036	3.177,54 €	4.460,14 €
28	6.037,12 €	379,82 €	1.282,59 €	4.374,70 €	1093,67608	3.281,03 €	4.563,62 €
29	6.188,05 €	389,32 €	1.282,59 €	4.516,14 €	1129,0342	3.387,10 €	4.669,70 €
30	6.342,75 €	399,05 €	1.282,59 €	4.661,11 €	1165,27627	3.495,83 €	4.778,42 €
31	6.501,32 €	409,03 €	- €	6.092,29 €	1523,07297	4.569,22 €	4.569,22 €
32	6.663,85 €	419,25 €	- €	6.244,60 €	1561,14979	4.683,45 €	4.683,45 €
33	6.830,45 €	429,73 €	- €	6.400,71 €	1600,17854	4.800,54 €	4.800,54 €
34	7.001,21 €	440,48 €	- €	6.560,73 €	1640,183	4.920,55 €	4.920,55 €
35	7.176,24 €	451,49 €	- €	6.724,75 €	1681,18758	5.043,56 €	5.043,56 €
36	7.355,64 €	462,78 €	- €	6.892,87 €	1723,21727	5.169,65 €	5.169,65 €
37	7.539,54 €	474,34 €	- €	7.065,19 €	1766,2977	5.298,89 €	5.298,89 €
38	7.728,02 €	486,20 €	- €	7.241,82 €	1810,45514	5.431,37 €	5.431,37 €
39	7.921,22 €	498,36 €	- €	7.422,87 €	1855,71652	5.567,15 €	5.567,15 €
40	8.119,25 €	510,82 €	- €	7.608,44 €	1902,10943	5.706,33 €	5.706,33 €

Tabla 57. Flujo de cajas de Virgen Blanca creando microrred.

Y la de El Forcallo se indica en la Tabla 58.

Año	ingresos	gastos	amortización	BAIT	impuestos	BDT	flujo de caja
0							- 38.477,83 €
1	3.099,46 €	195,00 €	1.282,59 €	1.621,86 €	405,465314	1.216,40 €	2.498,99 €
2	3.176,94 €	199,88 €	1.282,59 €	1.694,47 €	423,618162	1.270,85 €	2.553,45 €
3	3.256,37 €	204,87 €	1.282,59 €	1.768,90 €	442,22483	1.326,67 €	2.609,27 €
4	3.337,77 €	209,99 €	1.282,59 €	1.845,19 €	461,296666	1.383,89 €	2.666,48 €
5	3.421,22 €	215,24 €	1.282,59 €	1.923,38 €	480,845297	1.442,54 €	2.725,13 €
6	3.506,75 €	220,62 €	1.282,59 €	2.003,53 €	500,882644	1.502,65 €	2.785,24 €
7	3.594,42 €	226,14 €	1.282,59 €	2.085,68 €	521,420925	1.564,26 €	2.846,86 €
8	3.684,28 €	231,79 €	1.282,59 €	2.169,89 €	542,472662	1.627,42 €	2.910,01 €
9	3.776,39 €	237,59 €	1.282,59 €	2.256,20 €	564,050694	1.692,15 €	2.974,75 €
10	3.870,80 €	243,53 €	1.282,59 €	2.344,67 €	586,168175	1.758,50 €	3.041,10 €
11	3.967,57 €	249,62 €	1.282,59 €	2.435,35 €	608,838594	1.826,52 €	3.109,11 €
12	4.066,75 €	255,86 €	1.282,59 €	2.528,30 €	632,075774	1.896,23 €	3.178,82 €
13	4.168,42 €	262,25 €	1.282,59 €	2.623,58 €	655,893883	1.967,68 €	3.250,28 €
14	4.272,63 €	268,81 €	1.282,59 €	2.721,23 €	680,307444	2.040,92 €	3.323,52 €
15	4.379,45 €	275,53 €	1.282,59 €	2.821,33 €	705,331345	2.115,99 €	3.398,59 €
16	4.488,94 €	282,42 €	1.282,59 €	2.923,92 €	730,980843	2.192,94 €	3.475,54 €
17	4.601,16 €	289,48 €	1.282,59 €	3.029,09 €	757,271579	2.271,81 €	3.554,41 €
18	4.716,19 €	296,72 €	1.282,59 €	3.136,88 €	784,219583	2.352,66 €	3.635,25 €
19	4.834,09 €	304,13 €	1.282,59 €	3.247,37 €	811,841287	2.435,52 €	3.718,12 €
20	4.954,95 €	311,74 €	1.282,59 €	3.360,61 €	840,153534	2.520,46 €	3.803,05 €
21	5.078,82 €	319,53 €	1.282,59 €	3.476,69 €	869,173587	2.607,52 €	3.890,12 €
22	5.205,79 €	327,52 €	1.282,59 €	3.595,68 €	898,919141	2.696,76 €	3.979,35 €
23	5.335,93 €	335,71 €	1.282,59 €	3.717,63 €	929,408334	2.788,23 €	4.070,82 €
24	5.469,33 €	344,10 €	1.282,59 €	3.842,64 €	960,659757	2.881,98 €	4.164,57 €
25	5.606,07 €	352,70 €	1.282,59 €	3.970,77 €	992,692466	2.978,08 €	4.260,67 €
26	5.746,22 €	361,52 €	1.282,59 €	4.102,10 €	1025,52599	3.076,58 €	4.359,17 €
27	5.889,87 €	370,56 €	1.282,59 €	4.236,72 €	1059,18036	3.177,54 €	4.460,14 €
28	6.037,12 €	379,82 €	1.282,59 €	4.374,70 €	1093,67608	3.281,03 €	4.563,62 €
29	6.188,05 €	389,32 €	1.282,59 €	4.516,14 €	1129,0342	3.387,10 €	4.669,70 €
30	6.342,75 €	399,05 €	1.282,59 €	4.661,11 €	1165,27627	3.495,83 €	4.778,42 €
31	6.501,32 €	409,03 €	- €	6.092,29 €	1523,07297	4.569,22 €	4.569,22 €
32	6.663,85 €	419,25 €	- €	6.244,60 €	1561,14979	4.683,45 €	4.683,45 €
33	6.830,45 €	429,73 €	- €	6.400,71 €	1600,17854	4.800,54 €	4.800,54 €
34	7.001,21 €	440,48 €	- €	6.560,73 €	1640,183	4.920,55 €	4.920,55 €
35	7.176,24 €	451,49 €	- €	6.724,75 €	1681,18758	5.043,56 €	5.043,56 €
36	7.355,64 €	462,78 €	- €	6.892,87 €	1723,21727	5.169,65 €	5.169,65 €
37	7.539,54 €	474,34 €	- €	7.065,19 €	1766,2977	5.298,89 €	5.298,89 €
38	7.728,02 €	486,20 €	- €	7.241,82 €	1810,45514	5.431,37 €	5.431,37 €
39	7.921,22 €	498,36 €	- €	7.422,87 €	1855,71652	5.567,15 €	5.567,15 €
40	8.119,25 €	510,82 €	- €	7.608,44 €	1902,10943	5.706,33 €	5.706,33 €

Tabla 58. Flujo de cajas de El Forcallo creando microrred.

A partir de los flujos de cajas anteriores se calculan los parámetros de rentabilidad cuyos valores aparecen en la Tabla 59.

	VIRGEN BLANCA	EL FORCALLO
VAN	20.352,06 €	38.666,44 €
TIR	7,97%	11,68%
PR	21	12

Tabla 59. Parámetros de rentabilidad creando una microrred

I.13.9. Flujo de cajas de la instalación termosolar

En este caso se ejecuta la instalación termosolar para el consumidor Virgen Blanca. Si se ejecuta junto al aprovechamiento hidroeléctrico es el caso estudiado en el apartado de creación de una microrred. Si únicamente se ejecuta esta instalación su rentabilidad económica es la calculada a continuación.

Se sigue el mismo procedimiento de cálculo que en el apartado anterior. El flujo de cajas de Virgen Blanca para la creación de la microrred durante 25 años es la indicada en la Tabla 60. El periodo de amortización de la instalación es de 15 años.

Año	ingresos	gastos	amortización	BAIT	impuestos	BDT	flujo de caja
0							- 19.049,50 €
1	614,39 €	180,00 €	1.269,97 €	- 835,57 €	- €	- 835,57 €	434,39 €
2	629,75 €	184,50 €	1.269,97 €	- 824,71 €	- €	- 824,71 €	445,25 €
3	645,50 €	189,11 €	1.269,97 €	- 813,58 €	- €	- 813,58 €	456,38 €
4	661,63 €	193,84 €	1.269,97 €	- 802,17 €	- €	- 802,17 €	467,79 €
5	678,17 €	198,69 €	1.269,97 €	- 790,48 €	- €	- 790,48 €	479,49 €
6	695,13 €	203,65 €	1.269,97 €	- 778,49 €	- €	- 778,49 €	491,48 €
7	712,51 €	208,74 €	1.269,97 €	- 766,20 €	- €	- 766,20 €	503,76 €
8	730,32 €	213,96 €	1.269,97 €	- 753,61 €	- €	- 753,61 €	516,36 €
9	748,58 €	219,31 €	1.269,97 €	- 740,70 €	- €	- 740,70 €	529,27 €
10	767,29 €	224,80 €	1.269,97 €	- 727,47 €	- €	- 727,47 €	542,50 €
11	786,47 €	230,42 €	1.269,97 €	- 713,91 €	- €	- 713,91 €	556,06 €
12	806,14 €	236,18 €	1.269,97 €	- 700,01 €	- €	- 700,01 €	569,96 €
13	826,29 €	242,08 €	1.269,97 €	- 685,76 €	- €	- 685,76 €	584,21 €
14	846,95 €	248,13 €	1.269,97 €	- 671,15 €	- €	- 671,15 €	598,82 €
15	868,12 €	254,34 €	1.269,97 €	- 656,18 €	- €	- 656,18 €	613,79 €
16	889,82 €	260,69 €	- €	629,13 €	157,28 €	471,85 €	471,85 €
17	912,07 €	267,21 €	- €	644,86 €	161,21 €	483,64 €	483,64 €
18	934,87 €	273,89 €	- €	660,98 €	165,24 €	495,73 €	495,73 €
19	958,24 €	280,74 €	- €	677,50 €	169,38 €	508,13 €	508,13 €
20	982,20 €	287,76 €	- €	694,44 €	173,61 €	520,83 €	520,83 €
21	1.006,75 €	294,95 €	- €	711,80 €	177,95 €	533,85 €	533,85 €
22	1.031,92 €	302,32 €	- €	729,60 €	182,40 €	547,20 €	547,20 €
23	1.057,72 €	309,88 €	- €	747,84 €	186,96 €	560,88 €	560,88 €
24	1.084,16 €	317,63 €	- €	766,53 €	191,63 €	574,90 €	574,90 €
25	1.111,27 €	325,57 €	- €	785,70 €	196,42 €	589,27 €	589,27 €

Tabla 60. Flujo de cajas de Virgen Blanca de la instalación termosolar.

A partir de los flujos de cajas anteriores se calculan los parámetros de rentabilidad cuyos valores aparecen en la Tabla 61.

VAN	-11.834,59 €
TIR	-2,65%
PR	-

Tabla 61. Parámetros de rentabilidad de la instalación termosolar

I.13.10. Flujo de cajas de la instalación de biomasa

En este caso se ejecuta la instalación de biomasa para el consumidor El Forcallo. Si se ejecuta junto al aprovechamiento hidroeléctrico es el caso estudiado en el apartado de creación de una microrred. Si únicamente se ejecuta esta instalación su aporte permite la anulación de la caldera de gasóleo.

El flujo de cajas de El Forcallo para la instalación de una caldera de biomasa durante 25 años es la indicada en la Tabla 62. El periodo de amortización de la instalación es de 15 años.

Año	ingresos	gastos	amortización	BAIT	impuestos	BDT	flujo de caja
0							- 19.049,50 €
1	1.134,34 €	110,00 €	1.388,11 €	- 363,77 €	- €	- 363,77 €	1.024,34 €
2	1.162,70 €	112,75 €	1.388,11 €	- 338,16 €	- €	- 338,16 €	1.049,95 €
3	1.191,77 €	115,57 €	1.388,11 €	- 311,91 €	- €	- 311,91 €	1.076,20 €
4	1.221,56 €	118,46 €	1.388,11 €	- 285,00 €	- €	- 285,00 €	1.103,10 €
5	1.252,10 €	121,42 €	1.388,11 €	- 257,43 €	- €	- 257,43 €	1.130,68 €
6	1.283,40 €	124,45 €	1.388,11 €	- 229,16 €	- €	- 229,16 €	1.158,95 €
7	1.315,49 €	127,57 €	1.388,11 €	- 200,19 €	- €	- 200,19 €	1.187,92 €
8	1.348,37 €	130,76 €	1.388,11 €	- 170,49 €	- €	- 170,49 €	1.217,62 €
9	1.382,08 €	134,02 €	1.388,11 €	- 140,05 €	- €	- 140,05 €	1.248,06 €
10	1.416,64 €	137,37 €	1.388,11 €	- 108,85 €	- €	- 108,85 €	1.279,26 €
11	1.452,05 €	140,81 €	1.388,11 €	- 76,86 €	- €	- 76,86 €	1.311,24 €
12	1.488,35 €	144,33 €	1.388,11 €	- 44,08 €	- €	- 44,08 €	1.344,02 €
13	1.525,56 €	147,94 €	1.388,11 €	- 10,48 €	- €	- 10,48 €	1.377,62 €
14	1.563,70 €	151,64 €	1.388,11 €	23,96 €	5,99 €	17,97 €	1.406,07 €
15	1.602,79 €	155,43 €	1.388,11 €	59,26 €	14,81 €	44,44 €	1.432,55 €
16	1.642,86 €	159,31 €	- €	1.483,55 €	370,89 €	1.112,66 €	1.112,66 €
17	1.683,93 €	163,30 €	- €	1.520,64 €	380,16 €	1.140,48 €	1.140,48 €
18	1.726,03 €	167,38 €	- €	1.558,65 €	389,66 €	1.168,99 €	1.168,99 €
19	1.769,18 €	171,56 €	- €	1.597,62 €	399,41 €	1.198,22 €	1.198,22 €
20	1.813,41 €	175,85 €	- €	1.637,56 €	409,39 €	1.228,17 €	1.228,17 €
21	1.858,75 €	180,25 €	- €	1.678,50 €	419,63 €	1.258,88 €	1.258,88 €
22	1.905,22 €	184,75 €	- €	1.720,46 €	430,12 €	1.290,35 €	1.290,35 €
23	1.952,85 €	189,37 €	- €	1.763,47 €	440,87 €	1.322,61 €	1.322,61 €
24	2.001,67 €	194,11 €	- €	1.807,56 €	451,89 €	1.355,67 €	1.355,67 €
25	2.051,71 €	198,96 €	- €	1.852,75 €	463,19 €	1.389,56 €	1.389,56 €

Tabla 62. Flujo de cajas de El Forcallo de la instalación de biomasa.

A partir de los flujos de cajas anteriores se calculan los parámetros de rentabilidad cuyos valores aparecen en la Tabla 63.

VAN	-2.046,19 €
TIR	3,94%
PR	-

Tabla 63. Parámetros de rentabilidad de la instalación termosolar

La instalación no es rentable. Si nuestra tasa de interés anual fuese inferior la inversión podría ser rentable. Tiene el mismo inconveniente que la instalación termosolar, al tener un ratio de utilización reducido no es rentable su instalación.

I.14. Anteproyecto central hidroeléctrica

Mod. 312-A

ANTEPROYECTO DE CENTRALITA ELECTRICA PARA EL CAMPAMENTO "VIRGEN BLANCA" EN TERMINO MUNICIPAL DE GISTAIN (HUESCA).

M E M O R I A

16.000 12-68 Imp. "IBARRA" - Eleta, 3 - Zaragoza (DIN A-4 210 x 297 mm.)

ANTEPROYECTO DE CENTRALITA ELECTRICA PARA EL CAMPAMENTO "VIRGEN BLANCA" EN TERMINO MUNICIPAL DE GISTAIN (HUESCA)

M E M O R I A

ANTECEDENTES

El Arzobispado de Zaragoza, a través de su correspondiente Delegación, ha establecido un Campamento de Verano en el Pirineo Aragonés, donde puedan formarse física y espiritualmente, durante varias semanas, distintos turnos de muchachos de 12 a 18 años, debidamente atendidos en todos los órdenes.

El campamento se encuentra a orillas del río Cinqueta, en la partida Els Plans, del Término Municipal de Gistain, en la Provincia de Huesca.

Uno de los servicios que en el campamento se precisan es la energía eléctrica, tanto para el alumbrado como para los usos domésticos en Cocinas, Botiquín, etc. Para resolverlo, y dado que existe agua y desnivel, se ha pensado en la instalación de una pequeña Central hidroeléctrica, sin perjuicio de disponer de algún grupo electrógeno de reserva.

SOLUCION ADOPTADA

En la zona de emplazamiento del campamento concurren

(DIN A-4 210 x 297 mm.)

16.000 12-68 Imp. "IBAREA" - Rioja, 3 - Zaragoza

dos torrentes, el río Cinqueta de la Paz y el arroyo de la Rivereta, formando el río Cinqueta entre los - dos. Ambos llevan caudal durante todo el año, pero - tanto la situación como la topografía aconsejan la elección del Cinqueta de la Paz para el aprovechamien to hidroeléctrico.

Estudiado este se comparan dos soluciones :

Aprovechar un salto de 6 metros con caudales de 300 litros/seg. o bien ir a un salto del orden de 25 metros con un caudal de 75 litros/seg.

Aun cuando el caudal de 300 litros/seg. no es exce sivo y lo lleva generalmente el río, pareció más pru dente el ceñirse a los 75 litros/seg., siempre por de bajo del máximo estiaje, aun con la mayor dificultad que el mayor salto pudiera tener.

TOMA Y CONDUCCION

La toma del salto estaba perfectamente determianda por la existencia de una "badina" erosionada en la ro ca, que ya suponía un pequeño remanso natural. No ha bía sino hacer una pequeña hendidura para encajar la conducción y recrecer el cierre de la "badina" con - 0'30 m. de hormigón, por encima del cual sigan vertien do los caudales sobrantes.

En cuanto a la conducción, por la situación de la - Central, de la que luego hablaremos, tiene dos partes definidas. La primera discurre en tubería por la mar-

gon derecha del río, hasta alcanzar un espigón rocoso que hace formar al cauce un gran meandro, en el que precisamente está el mayor desnivel, formando el agua una espectacular cascada.

El desnivel entre la toma y este punto es de 5'70 metros, con 72'20 metros de conducción, lo que hace una pendiente del 7'9 %. Se proyecta tubería de fibrocemento de 300 m/m. Ø. Con ella, la velocidad :

$$V = \frac{87 \cdot R}{\sqrt{R} + \gamma}\sqrt{i} = \frac{87 \cdot 0'07}{0'26+0'16} \cdot 0'28 = 4 \text{ m/seg.}$$

$$q = S \times V = 7'07 \times 4 \simeq 283 \text{ l/seg.}$$

Con los 75 l/seg. la pérdida de carga será: ($V = \frac{75}{7'07} =$ $= 10'6$ dm/seg.)

$$\sqrt{i} = \frac{1'06 \times 0'42}{87 \times 0'07} = 0'073, \quad i = 0'0053$$

Y en el total de los 72'20 m.: $h_1 = 0'38$ m.

La segunda parte de la conducción, también de fibrocemento y de 20⁰ m/m. de diámetro, constituye propiamente la tubería forzada. Su longitud es del orden de 34'5 metros salvando un desnivel de 20'26 metros.

En ella la pérdida de carga será :

$$\sqrt{i} = \frac{2'4 \times 0'38}{87 \times 0'05} = 0'21, \quad i = 0'044$$

Y en los 34'5 metros : $h_2 \simeq 1'52$ metros.

Pérdida total en la conducción: $h_1 + h_2 = 1'90$ metros.

En la unión de ambas conducciones se dispone una tu-

bería vertical, metálica, de 6 m. y 200 m/m. ϕ, que sirve de chimenea de equilibrio.

SALTO BRUTO Y NETO

El salto bruto, diferencia entre la lámina de agua en la toma y en el desagüe es de :

0'30 (lámina sobre la toma) + 5'70 + 20'26 + 1'20 (desnivel lámina de desagüe y entrada tubería) = 27'45 m.

Salto neto, descontando pérdidas en tubería y por cambios de sección y dimensión = 27'45 - 1'2 x 1'90 = = 25'17 metros.

MAQUINARIA

La turbina con la altura y caudal previstos, supuesta de 750 r.p.m. y 20 C.V.

$$n_s = 4'45 \frac{n\sqrt{N}}{H\sqrt[4]{H}} = 4'45 \frac{750\sqrt{20}}{25\sqrt[4]{25}} \simeq 260,$$ revoliciones específicas que corresponden a una Francis rápida.

Elegimos pues turbina Francis de cámara cerrada y eje horizontal, absorbiendo 75 litros por segundo bajo 25'17 m. de salto, con un rendimiento de 0'81 a plena carga y 20'2 C.V. de potencia.

En cuanto al alternador, su potencia será :

P = 0'736 x 0'95 x 20'2 $\simeq$ 14 Kw.

Y dada la pequeña potencia y poca distancia en la

la contralita y el campamento la salida se hace, directamente, a la tensión 220/125 Voltios.

La maquinaria se completa con la válvula de compuerta en la entrada de la turbina, mecanismo de regulación a mano, acoplamiento elástica turbina alternador, interruptores y cuadro de baja tensión.

CASA DE MAQUINAS

Consta de un edificio de ladrillo, cubierto a una sola vertiente, hacia el río, (fachada Este) de 3'50 x 3 m. interiores, donde se alojan las máquinas. El la fachada lateral Sur está la salida de línea.

LINEA ELECTRICA

De la Central sale una línea eléctrica trifásica a 220 Voltios, sobre postes de madera, de 245 metros de longitud. Buscando un mejor trazado la línea cruza a la margen izquierda del río inmediatamente después de su salida, y vuelve a pasar a la margen derecha ya en las proximidades de los edificios del campamento. Teniendo en cuenta la tensión, potencia a transportar y longitud de línea, los conductores se proyectan de cobre de 35 m/m^2 de sección, o equivalente de aluminio-acero, sobre postes de madera de 6 metros de altura sobre el suelo y vanos de 24 metros de separación.

ACUERDO CON IBERDUERO

Como Anejo a la Memoria se adjuntan copias de la correspondencia cruzada con la S.A. IBERDUERO, concesionaria de varios aprovechamientos hidroeléctricos en la Zona, en la que se refleja el acuerdo, y consiguiente conformidad por su parte, para el establecimiento de la Central.

PRESUPUESTO

El presupuesto del presente Anteproyecto se eleva a la cantidad de 195.160'00 pesetas, que con impuestos y gastos generales, totalizan 214.676'00 pesetas para su ejecución por administración.

Zaragoza, Marzo de 1969

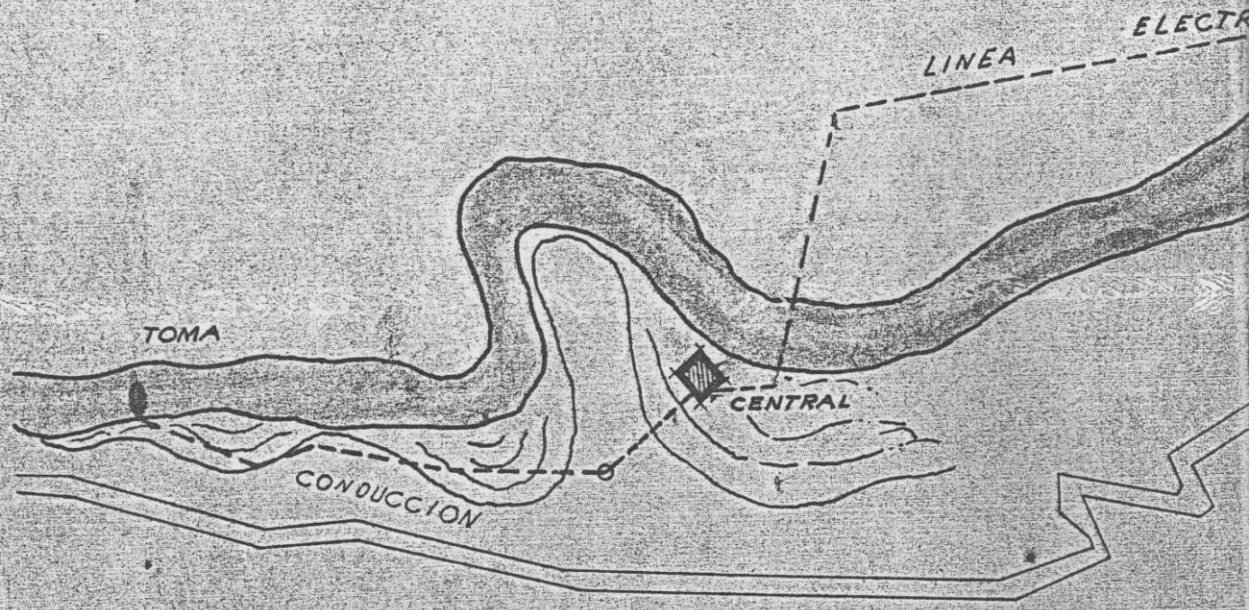
EL INGENIERO DE CAMINOS,

-2 ABR

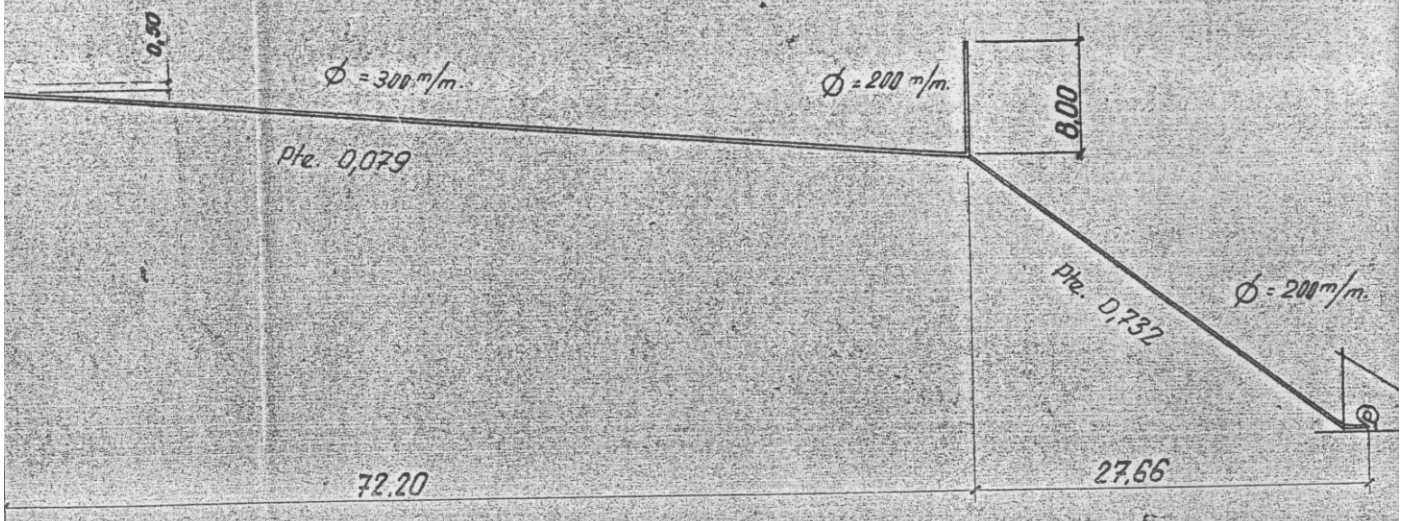
COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

PN 2 4 1 2 8 / 6

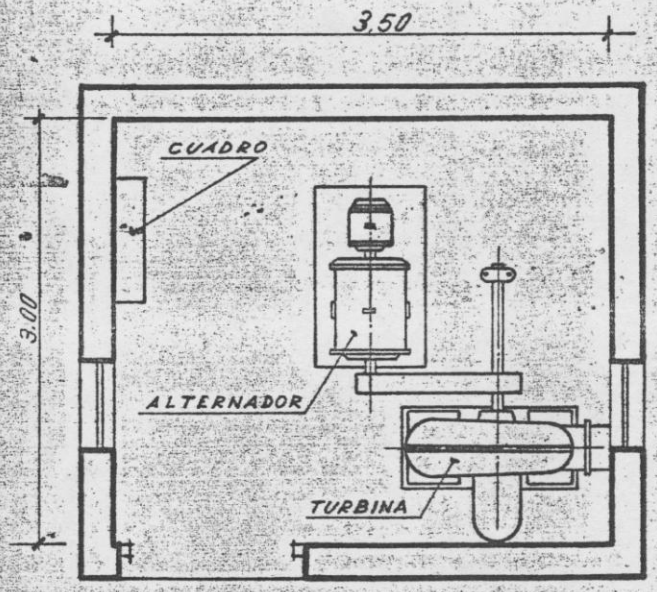
VISADO POR EL COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS Madrid, -2 ABR. 1969



ESCALA



ESQUEMA LONGITUDINAL



PLANTA

I.15. Planos

GEN_01 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

GEN_02 PLANO TOPOGRÁFICO

GEN_03 PLANTA GENERAL VIRGEN BLANCA. ESTADO ACTUAL

HID_01 CENTRAL HIDROELÉCTRICA. CASETA. ESTADO ACTUAL

HID_02 CENTRAL HIDROELÉCTRICA. CASETA. ESTADO REFORMADO

HID_03 CENTRAL HIDROELÉCTRICA. PLANTA Y ALZADO GENERAL

HID_04 CENTRAL HIDROELÉCTRICA. CÁMARA DE CARGA

SOL_01 INSTALACIÓN TERMOSOLAR Y FOTOVOLTAICA. VIRGEN BLANCA

EST_01 ESTRUCTURA. RACK METÁLICO TUBERÍA DE DERIVACIÓN

ELE_01 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. CUADRO CONTROL JERÁRQUICO

ELE_02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

II. REFERENCIAS

- Norma UNE 12464-1 sobre alumbrado de instalaciones interiores.
- Recomendaciones de niveles de iluminación del instalador Airfal.
- Documento Básico CTE- DB-SU4.
- Documento Básico CTE-HE.
- Documentos Básicos de Seguridad Estructural CTE-DB-SE.
- "Calor y Frío Industrial" Juan A. de Andrés y Rodriguez-Pomata.
- Documentación de la CHEbro entrada Nº14767 recibida el 19 de Agosto de 1991 acerca del aprovechamiento hidroeléctrico.
- Anteproyecto de centralita eléctrica para Campamento "Virgen Blanca" en término municipal de Gistaín (Huesca). Realizado por C.Y.P. y visado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid en fecha 2 de abril de 1969.
- "*Máquinas motrices - generadores de energía eléctrica*". José Ramírez Vázquez.
- "*Alternadores de grupos electrógenos*". Manuel Álvarez Pulido.
- "*Generación microhidráulica*", "1º Centrales Micro y Pico Hidroeléctricas" y "3º Generación Asíncrona" de VictorLuis. Libros del enlace Libros del enlace: http://www.scribd.com/VictorLuis
- Topografía de Aragón en formato .dwg del SITAR (Sistema de Información Territorial de Aragón).
- Tabla de declinación solar.
- "*Cálculo de instalaciones trifásicas con carga desequilibrada*". J. M. García Arévalo, Roberto c. Redondo, n. R. Melchor. ingeniería eléctrica, ETSII Béjar, universidad de salamanca.
- NASA's Surface Solar Energy Data Set. Base de datos de insolación.

III. SOFTWARE

- Dialux: Programa informático de Dial que realiza cálculos luminotécnicos interiores y exteriores.
- Epanet: Programa informático de la EPA "United States Enviromental Protection Agency" que permite la realización de cálculos de cuberías, embalses y depósitos.
- Homer: Aplicación de la NREL "National Renewable Energy Laboratory" del Deparment of Energy de los Estados Unidos.
- Autocad: tratamiento de dibujos vectoriales para el estudio topográfico y confección de planos.
- 3D Studio MAX: modelado y animación 3D para simulación de escenarios de insolación.
- Motions of the Sun simulator: Aplicación que calcula la situación solar en el lugar y momento deseado. Desarrollada por la "Nebraska Astronomy Applet Project"
    - http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/sunmotions.html
- Nuevo Metal 3D: Cálculo de estructuras metálicas según legislación actual.
- AuroPRO: Aplicación de Vaillant (instalador de climatización) para el cálculo y dimensionado de instalaciones termosolares.
- Presto: Aplicación utilizada para realizar presupuestos, seguimientos de obra, certificaciones, etc.