



# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Ampliación y remodelación de Valdesquí

Autor: Alejandro Nubla García

Director: Íñigo Sanz Fernández

Madrid



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título Ampliación y Remodelación de Valdesquí

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2021-2022 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Alejandro Nubla García

Fecha: 14/07/2022

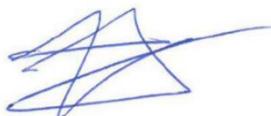


Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Íñigo Sanz Fernández

Fecha: 14/07/2022





## **REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE VALDESQUÍ**

**Autor: Nubla García, Alejandro.**

Director: Sanz Fernández, Íñigo

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

### **RESUMEN DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en realizar una serie de cambios en la estación de Valdesquí, de tal forma que se consiga que esta pueda aceptar un aforo mayor, pero manteniendo los consumos siempre lo más bajos posible.

#### **1. Introducción**

Tener una estación de esquí abierta en aquellas fechas donde el tiempo no lo permite, es algo posible hoy en día, pero a un gasto energético muy elevado. En cualquier caso, con la tecnología actual se disponen de una serie de recursos para intentar revertir esta situación y es lo que se va a hacer en el proyecto. También se va a ampliar la estación para que admita un mayor aforo, pero siempre teniendo muy en cuenta los consumos y minimizarlos todo lo que sea posible.

#### **2. Descripción del modelo**

Para conseguir estos objetivos, se va a construir una nueva pista, para ampliar el aforo, esta va a contar con la mejor y última tecnología del sector, seleccionando la última generación de cañones de nieve, luces y bombas hidráulicas, además de contar con la última generación de telesillas. El ahorro energético se va a conseguir mediante la implementación de paneles solares, los cuales en época de esquí funcionarán proporcionando energía a la estación, y el resto del año, esa energía generada se venderá a la red eléctrica.

#### **3. Resultados**

- Los paneles solares son capaces de ahorrar casi 100.000 € al año, con una inversión inicial de 325.000 €.
- La inversión total para hacer la nueva pista es de 336.445 €.
- La remodelación de la estación puede ahorrar hasta un 5% de consumo y está valorada en 600.000 € y 900.000 €. Esto puede ahorrar entre 85.000 € y 140.000 € al año.

#### **4. Conclusiones**

El proyecto se puede llevar a cabo. Requiere una gran inversión inicial y una obra importante que se podría hacer durante el verano para no inutilizar la estación. Pero se ha calculado que las inversiones merecen la pena y se recupera ese dinero. El proyecto también cubre las ODS objetivo, que son la 7, energía asequible y no contaminante, la 12, producción y consumo responsables y la 13, acción por el clima.

## *Índice de la memoria*

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>11</b>
1.1 Motivación del proyecto.....	11
<b>Capítulo 2. Descripción de las Tecnologías.....</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo 3. Estado de la Cuestión .....</b>	<b>13</b>
<b>Capítulo 4. Definición del Trabajo .....</b>	<b>15</b>
4.1 Justificación.....	15
4.1.1 Mejores equipos.....	15
4.1.2 Energías renovables .....	15
4.2 Objetivos .....	16
4.3 Metodología.....	17
<b>Capítulo 5. Ampliación de la Estación .....</b>	<b>18</b>
5.1 Nieve artificial .....	19
5.2 Bombeo de agua .....	21
5.2.1 Una única bomba .....	22
5.2.2 Instalación de varias bombas.....	23
5.3 Esquí nocturno.....	27
5.4 Telesilla .....	28
<b>Capítulo 6. Remodelación de la Estación .....</b>	<b>30</b>
6.1 Paneles solares.....	30
6.1.1 Efectos Favorables .....	34
6.2 Cambio de Maquinaria .....	40
<b>Capítulo 7. Cálculo de Inversión .....</b>	<b>41</b>
<b>Capítulo 8. Análisis de Resultados.....</b>	<b>44</b>
<b>Capítulo 9. Conclusiones y Trabajos Futuros.....</b>	<b>46</b>
<b>Capítulo 10. Bibliografía.....</b>	<b>48</b>

*ANEXO I 51*

*ANEXO II 53*

*ANEXO III 56*

*ANEXO IV 59*

## *Índice de figuras*

Ilustración 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones unidas, 2015) .....	16
Ilustración 2: Posición de todas las pistas de la estación, incluida la nueva .....	18
Ilustración 3: Características del cañón de nieve.....	20
Ilustración 4: Bomba SMD 150-320 B.....	22
Ilustración 5: Bomba SES 65-160C .....	23
Ilustración 6: Bomba SES 50-200NB.....	24
Ilustración 7: Bomba VMS 60 con caudal 16,4 l/s.....	25
Ilustración 8: Bomba VMS 60 con caudal 10,9 l/s.....	25
Ilustración 9: Bomba VMS 40.....	26
Ilustración 10: Focos LED.....	28
Ilustración 11: Telesilla CD6C Schrodelssteinbahn .....	29
Ilustración 12: HSP Mensuales en Madrid .....	32
Ilustración 13: Generación de los paneles y consumo cañones, bombas y luces .....	32
Ilustración 14: Generación mensual a lo largo de un año.....	33
Ilustración 15: Efecto de la temperatura sobre el rendimiento, voltaje e intensidad.....	34
Ilustración 16: Temperatura media en Madrid capital .....	35
Ilustración 17: Temperaturas medias en Valdesquí.....	36
Ilustración 18: Comparativa de temperaturas medias entre Madrid y Valdesquí.....	37
Ilustración 19: Variación del rendimiento por efecto temperatura.....	38
Ilustración 20: Energía perdida por el efecto de la temperatura.....	38
Ilustración 21: Ahorro mensual de los paneles solares.....	42

## *Índice de tablas*

Tabla 1: Precios descompuestos ..... 42

## **Capítulo 1. INTRODUCCIÓN**

En Valdesquí se dan las condiciones para hacer una estación de mucho provecho y a un precio razonable, pero no se explota lo suficiente. El proyecto propone unos cambios que van a hacer de Valdesquí una estación mucho más disfrutable para todo el mundo.

### ***1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO***

Valdesquí hoy por hoy es una estación que tiene que abrir y cerrar de forma intermitente porque no puede mantener ninguna de sus pistas en días en los que el clima no acompaña. Además, mantener las pistas con nieve, sobre todo con los cañones que emplea, es costoso (en cuanto a consumo de electricidad). Casi todos los madrileños que se quieren ir a esquiar, no lo hacen en Madrid, se van a otras partes de España (a Pirineos, Sierra Nevada...). Con estos cambios también va a aumentar la calidad de las pistas en la comunidad de la capital y por tanto se pretende fomentar a los esquiadores a que esquien en Madrid. Es un cambio en el cual, tanto el consumidor, como el proveedor e incluso el medio, se ven beneficiados.

## **Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS**

Para la construcción de la nueva pista, va a necesitarse un sistema de bombeo que lleve agua hasta los cañones de nieve, que se va a hacer mediante bombas hidráulicas. Para ver que bombas se pueden usar se va a utilizar un software de “Sulzer”, el “Absel 5” (Sulzer, 2022). Este buscador encuentra las mejores bombas en cuanto a eficiencia partiendo de la altura que se quiere elevar el agua y el caudal que se desea transportar.

Para estimar el precio del telesilla se aproxima mediante una instalación eléctrica cuyo precio se saca de una web que calcula los precios (y los descompone) de las obras públicas de la región de Murcia (ingenierosCYPE, s.f.).

## **Capítulo 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN**

En Valdesquí se emplean equipos reciclados de pistas viejas de otras partes de Europa. Los fabricantes tienen maquinaria más eficiente que la que se está usando actualmente en Madrid y es esta maquinaria la que se va a usar para mejorar las instalaciones. Se van a usar bombas de máxima eficiencia del fabricante “Sulzer”, en función de los caudales y altura requeridos. Los cañones de nieve que se van a emplear son de “Demacenko”, este fabricante tiene un catálogo en su página online y deja ver sus productos sin pedir un presupuesto ni dar un proyecto.

Por otro lado, ya se han encontrado otro tipo de soluciones sobre todo al problema energético que es el que más concierne ahora por la situación de crisis energética que se está viviendo. El problema se enfoca de dos maneras distintas, cambiando y mejorando maquinaria y equipos o implementando energía verde y uso de biomásas. La estación de Peyragudes es pionera en ahorro de energía, una de las cosas que ha hecho es mejorar el sistema de enfriamiento del agua. El agua necesita una serie de condiciones para hacer nieve y parte de la energía que se consume se invierte en esto, optimizando el sistema de enfriado han conseguido ahorrar un 46% de energía en esta fase del proceso (iloveski, 2015). Miran muy de cerca el consumo de energía y han conseguido grandes avances, es la única estación de esquí que actualmente cumple con los requisitos de la norma ISO 50001, esto es un estándar que apunta a permitir a las organizaciones mejorar continuamente la eficiencia, los costes relacionados con energía, y la emisión de gases de efecto invernadero (ISO, 2011). Actualmente hay muy pocas pistas que usan energía renovable, aunque son cada vez más. Muchas usan biomasa en sus calderas, en vez de ser eléctricas o de gas y esto les supone un ahorro energético y económico. También en Berkshire, una estación de Estados Unidos, se ha colocado un aerogenerador, esta generación se usa en temporada para suministrar de energía a los equipos que mantienen la estación, y fuera de temporada, la estación vende la energía generada. También usan pequeñas centrales hidráulicas (Martín, 2015), aprovechando el agua del deshielo y se pueden usar paneles solares como

la estación de Wolf Creek que está en su totalidad alimentada energéticamente por una planta solar que se encuentra cerca de la estación (Torrelles, 2018), y de la misma forma que la energía eólica anterior, esta estación en época de esquí suministra energía a las pistas y fuera de temporada la energía se suministra a la red eléctrica.

## **Capítulo 4. DEFINICIÓN DEL TRABAJO**

### **4.1 JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto debe llevarse a cabo porque la estación puede dar mucho más de sí, solo que no se está aprovechando ni los recursos ni la tecnología de la que se dispone.

#### **4.1.1 MEJORES EQUIPOS**

Los equipos que se utilizan en Valdesquí son viejos y tienen una eficiencia menor. Si se cambian estos equipos por unos más actuales, se ahorraría electricidad y con ello dinero, además de mejorar la calidad de la nieve de las pistas. Estos cañones actuales también pueden trabajar en condiciones menos favorables, por lo que se podrían mantener abiertas las pistas que dispongan de cañones durante más tiempo.

#### **4.1.2 ENERGÍAS RENOVABLES**

Estaciones más modernizadas han conseguido añadir energías renovables en sus instalaciones, de tal forma que pueden autoabastecerse hasta un límite de estas fuentes de energía. Esto es una ayuda para el medioambiente, para superar la situación de crisis energética actual y también es una ayuda económica. La inversión inicial sería grande para poder tener una instalación para generar la energía suficiente, pero esta se irá recuperando a lo largo de los años. La energía renovable más viable para Valdesquí sería una instalación de células fotovoltaicas porque tiene bastantes horas de sol tanto en verano como en invierno.

## 4.2 OBJETIVOS

El proyecto una vez finalizado cumplirá los siguientes requisitos.

- Crear una pista nueva con toda la última tecnología.
- Aplicar luces y energía verde (paneles solares en la estación, hasta un límite viable y rentable).
- Cambiar algunos equipos anticuados para conseguir una estación más eficiente.

Estos cambios también buscan adaptarse a algunos de los ODS (Ilustración 1) como son:

- Número 7.- Energía asequible y no contaminante: se van a incluir en la estación paneles solares para generar energía renovable.
- Número 12.- Producción y consumo responsables: dentro de los cambios se va a mirar muy de cerca los consumos y se escogerán los equipos que menos energía consuman para poder realizar las actividades.
- Número 13.- Acción por el clima: Muy de la mano con los dos anteriores, pero el hecho de consumir menos energía y que la que se consuma sea en un cierto porcentaje procedente de energías renovables, va a ayudar a reducir la emisión de los gases de efecto invernadero.



*Ilustración 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015)*

### **4.3 METODOLOGÍA**

Los objetivos se van a conseguir mediante investigación y búsqueda de información. Se va a estudiar la viabilidad de la implementación de energía renovable en una estación de esquí y cómo se debe implementar eficientemente además de calcular de forma estimada el ahorro energético y económico que esto supondría, usando los valores medios o estándares. También se investigará acerca de los cañones de nieve y cómo está el mercado en ese sector con respecto a lo que se utiliza actualmente en la pista y lo mismo con bombas hidráulicas.

## Capítulo 5. AMPLIACIÓN DE LA ESTACIÓN

El proyecto empieza con una ampliación de la estación, esta va a consistir en hacer una nueva pista, para poder aumentar el aforo de la estación y los kilómetros esquiables de la misma. Esta nueva pista se pondrá en la zona indicada (línea amarilla de la Ilustración 22).



*Ilustración 2: Posición de todas las pistas de la estación, incluida la nueva*

Las dimensiones aproximadas de la pista son las siguientes:

- Cota máxima: 2192 m
- Cota mínima: 1940 m
- Superficie: 32420 m<sup>2</sup>
- Anchura: 38 m
- Longitud: 835,16 m

Esta pista va a contar con nieve generada por cañones, lo que requiere un bombeo de agua hasta la zona más alta de la pista, también va a contar con iluminación y con un telesilla. Toda la potencia consumida por estos equipos, menos el telesilla, se va a intentar cubrir con paneles solares.

## **5.1 NIEVE ARTIFICIAL**

Para generar la nieve de esta pista se van a utilizar unos cañones del fabricante “Demacenko” y el cañón a emplear es el TITAN 4.0, un cañón de última generación que requiere un mínimo mantenimiento, generando una nieve de alta calidad y con unos consumos de energía muy eficientes (Demacenko, 2022). Una pista de este tamaño va a necesitar 5 cañones de estas características (Ilustración 3), por la distancia a la que estos pueden lanzar la nieve.




PERFORMANCES	
Operation water pressure	8 – 50 bar
Maximal water flow	12 l/s
Maximal snow production	120 m <sup>3</sup> /h
Throwing range	80 m

ELECTRICAL CHARACTERISTICS	
Voltage	380 / 400 / 480 Volt**
Fan	18,5 kW
Compressor	4 kW
Heating, lights and small consumers (average)*	1 kW*
Total input power*	23 kW*
Frequency	50/60 Hz
Connection plug	63 A

MECHANICAL CHARACTERISTICS	
Nucleators	12
Water nozzles	84
Swinging range	360°
Automatic swing	10°-330°
Barrel inclination	0°-45°
Connection water	2"
Water filter	250 μm

\*At dew point of -10 °C | \*\*Other voltages available upon request | ( ) With central compressed air supply



*Ilustración 3: Características del cañón de nieve*

Para poder esquiar se requiere una capa de nieve de unos 30 cm, por lo menos al comienzo del día, que se va a ir reduciendo lentamente a medida que avanza la jornada. La temporada de esquí de esta pista empieza en cuanto cuajan los primeros centímetros de nieve natural (por lo general hasta entonces un cañón de nieve no es capaz de hacer la nieve de la pista). Una superficie de 32420 m<sup>2</sup> y 30 cm de nieve son 9726 m<sup>3</sup> de nieve, entre 5 cañones es que cada cañón debe generar 1945,2 m<sup>3</sup> de nieve. La nieve que genera un cañón a máxima potencia es 120 m<sup>3</sup>/h lo que hace que los cañones necesiten más de 16 horas trabajando a máxima potencia para producir la nieve. Esto quiere decir que el día después de esta nevada, la pista estará cerrada. Una vez generada esta capa de 30 cm, la nieve se derrite a una media de 1 cm/h en las horas donde la pista está abierta y hay paso de esquiadores por la misma. El horario de la pista va a ser de 9:00 a 20:00 (va a contar con iluminación nocturna, por lo que se puede esquiar de noche). Eso implica que en las horas en la que la pista esté cerrada, que son 13 horas, se deben generar 11 cm de nieve,

por las 11 horas que la pista está abierta. Lo que supone que los cañones deben generar  $54.86\text{m}^3/\text{h}$  de nieve, lo que quiere decir que deben trabajar a un 45,7% de su potencia máxima, con un consumo aproximado de 10,51 kW por cañón, lo que a lo largo de una jornada son 683,15 kWh y cada cañón necesita un caudal de 5,48 l/s de agua.

## **5.2 BOMBEO DE AGUA**

Los cañones de nieve necesitan agua para generar la nieve artificial y por tanto la nueva pista exige tener una estación de bombeo de agua. Es una parte muy importante porque se necesitan grandes cantidades de agua y las pistas de esquí son muy verticales, por tanto, las bombas deben ser capaces de impulsar mucha agua contra notables saltos de altura.

Para esta sección se van a proponer dos soluciones distintas, una primera que consiste en la instalación de una única bomba y otra que requiere la instalación de 5 bombas, una por cada cañón de nieve.

### 5.2.1 UNA ÚNICA BOMBA

La cantidad de agua que necesita cada cañón para producir la nieve que se ha calculado anteriormente es de 5,48 l/s y el cañón más elevado se encuentra a 234 m sobre el nivel del aparcamiento (que se va a suponer como cota 0 en este apartado). Estos datos se introducen en el buscador de “Sulzer” y obtenemos una bomba, la SMD 150-320 B, la cual tiene las siguientes curvas características Ilustración 4.

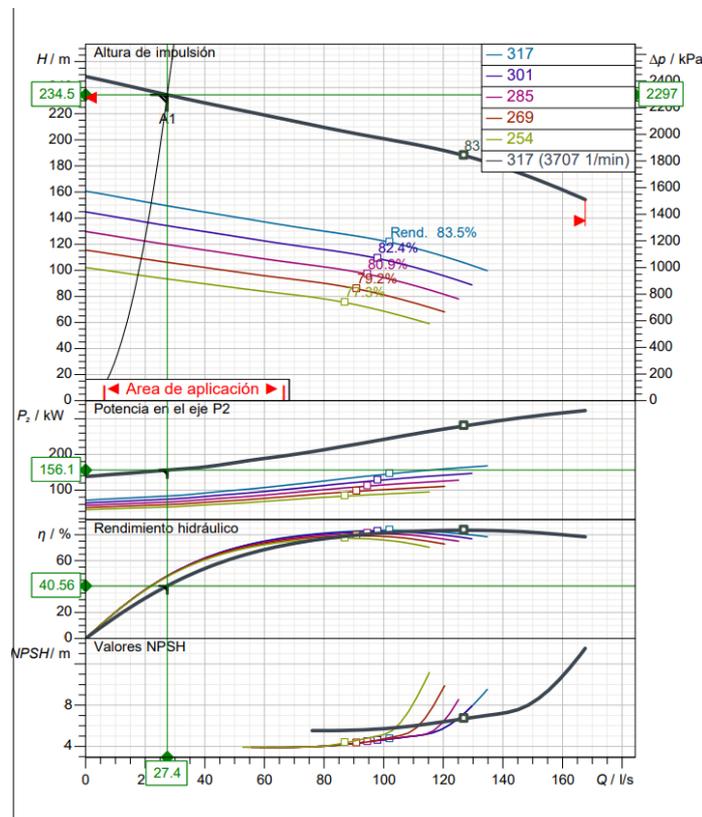


Ilustración 4: Bomba SMD 150-320 B

Como se puede observar en Ilustración 4 la bomba está muy lejos de sus valores de máximo rendimiento (40,56% frente a 83,5%), consumiendo una potencia de 156,1 kW, esto es porque se le están pidiendo unos valores de altura demasiado altos para la bomba en cuestión. El precio de esta bomba es de 43.960 €. No hay ninguna bomba que trabaje en mejores condiciones que la seleccionada. Por esto se plantea la otra opción, la de más bombas para intentar solventar el problema del consumo y la eficiencia.

## 5.2.2 INSTALACIÓN DE VARIAS BOMBAS

Ahora se propone instalar una bomba por cañón, menos el último que no necesita una propulsión de agua importante, que si requiere de una bomba será una más pequeña que no se estudia en este trabajo y será el fabricante del cañón el que indique la bomba necesaria. Además, se suma una primera bomba que se va a encontrar al nivel del aparcamiento. Para escoger estas bombas se ha priorizado que el consumo sea lo menor posible, aunque se pierda un poco de eficiencia.

Primera bomba, al nivel del aparcamiento: esta bomba necesita impulsar el total del caudal de todos los cañones (27,4 l/s) hasta el primer cañón (a 26 m en vertical), de aquí se obtiene la bomba SES 65-160C, con las siguientes curvas características Ilustración 5.

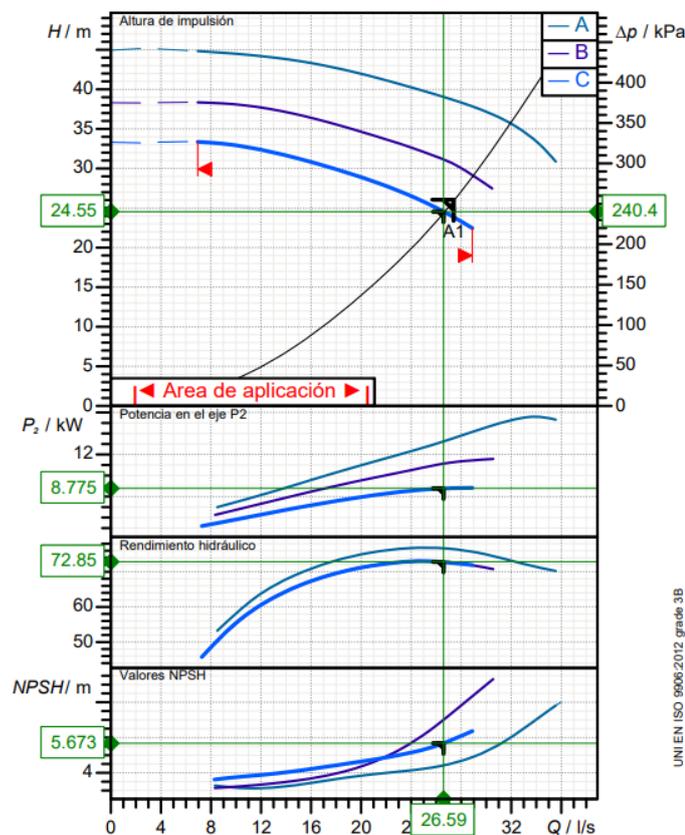


Ilustración 5: Bomba SES 65-160C

Esta bomba trabaja a un rendimiento muy alto del 72,85%, muy cerca de su máximo además que consume tan solo 8,775 kW para impulsar el agua hasta el primer cañón. La bomba se puede adquirir por 4.250 € con la instalación incluida

La segunda bomba, a la altura del primer cañón de nieve (26 m) necesita llevar el agua desde el primer cañón hasta el siguiente, separados 52 m sobre la vertical y va a impulsar un caudal de 21,9 l/s. La bomba escogida es la SES 50-200NB y sus curvas características se muestran en Ilustración 6.

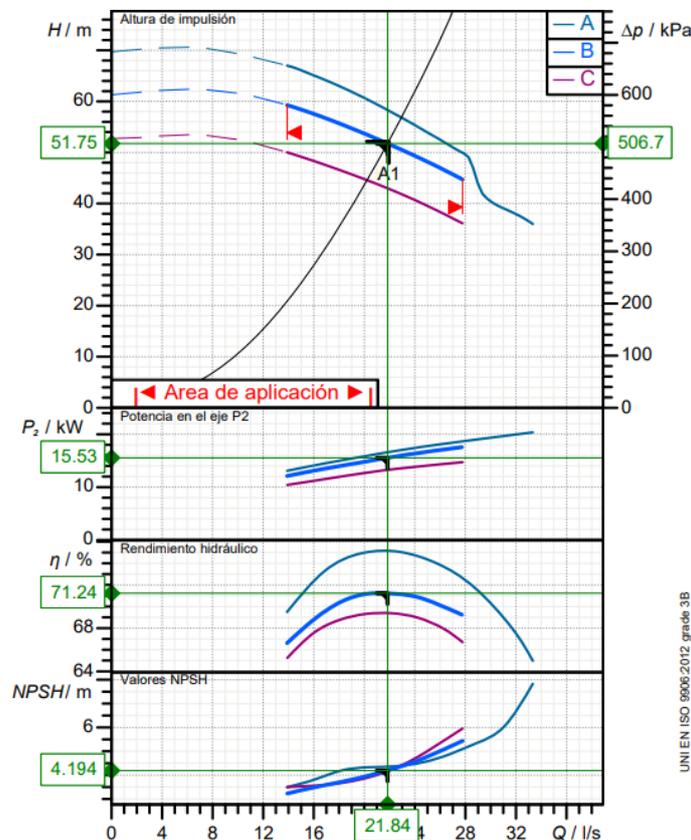


Ilustración 6: Bomba SES 50-200NB

De nuevo el rendimiento de la bomba es elevado (71,24%) y la potencia consumida es de 15,53 kW y está valorada en 7.280 €, con instalación incluida.

Las dos bombas siguientes son la misma, la VMS60, pero trabajando en distintos puntos de altura y caudal. Ambas bombas deben llevar el agua de un cañón a otro separados ambos 52 m sobre la vertical y al primero de los cañones le debe llegar un caudal de 16,4 l/s y al siguiente 10,9 l/s. A continuación, se muestran las curvas de las bombas y los dos puntos de trabajo en Ilustración 7 e Ilustración 8.

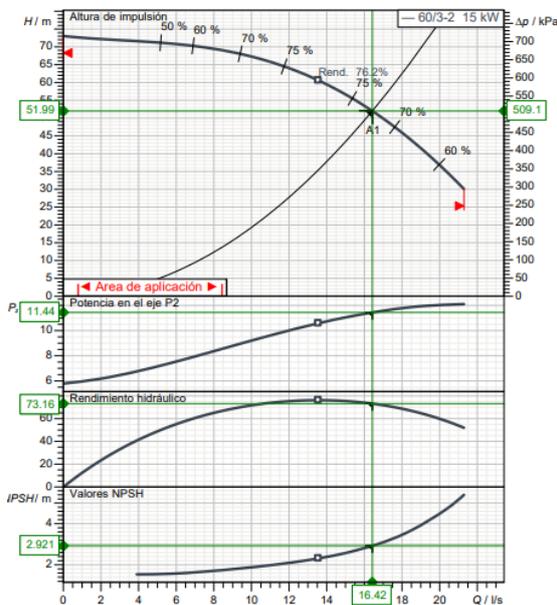


Ilustración 7: Bomba VMS 60 con caudal 16,4 l/s

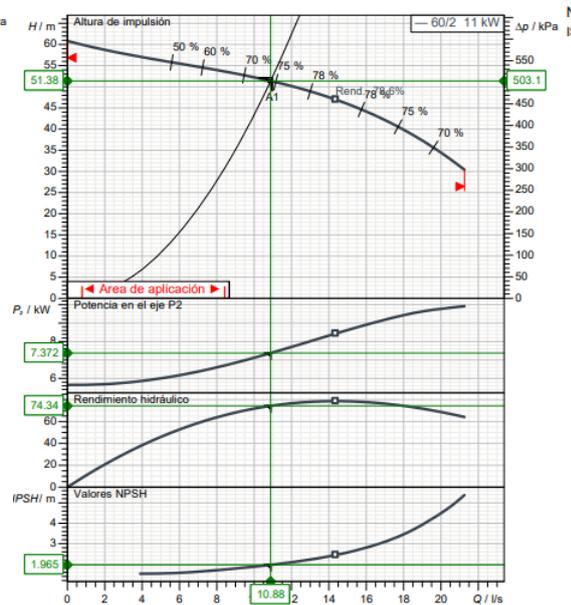


Ilustración 8: Bomba VMS 60 con caudal 10,9 l/s

En este caso las bombas también trabajan a rendimientos altos de 73,16% y 74,34% y consumiendo 11,44 kW y 7,372kW respectivamente. El precio de la bomba, como incluye la instalación, depende mucho de la potencia que consuman las bombas (a mayor potencia, más precio). En este caso las bombas valen 6.350 € y 3.960 € respectivamente.

La última bomba lleva el agua desde el penúltimo cañón hasta el último, el más elevado. Estos están separados otros 52 m sobre la vertical el caudal necesario es de 5,4 l/s. Con todo esto se tiene que la bomba idónea es la VMS 40 y funcionando en las condiciones mostradas en la Ilustración 9.

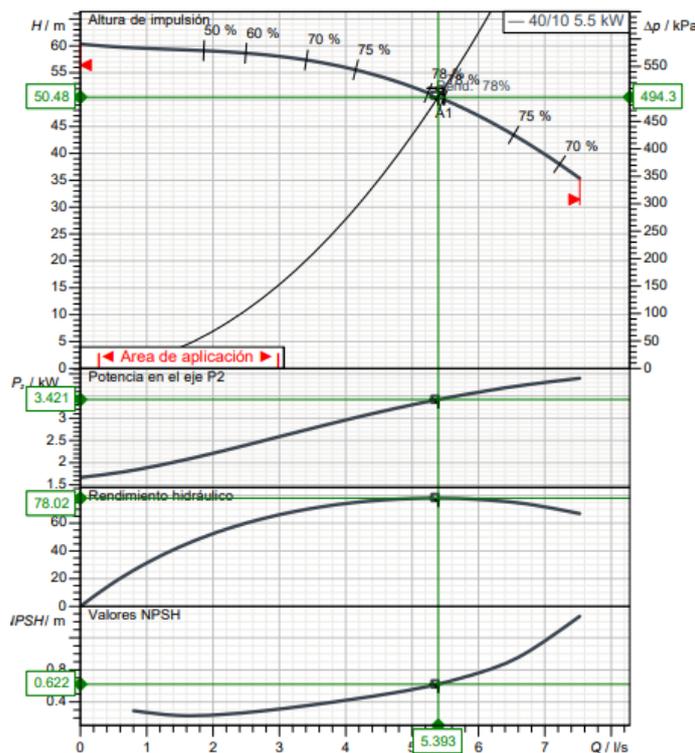


Ilustración 9: Bomba VMS 40

La bomba trabaja a un 78,02% de rendimiento y consume una potencia de 3,421 kW, la más baja de todas las bombas, ya que es la que menor caudal lleva, también es la más barata que cuesta 2.875 €.

Con todo esto se tiene que el consumo total de todas las bombas es de 46,538 kW que supone un ahorro de 109,52 kW con respecto a la opción de una sola bomba. Esta segunda opción es la solución óptima ya que el consumo eléctrico es mucho menor. Esta diferencia de potencia se va a dar durante 13 horas al día en aquellos días donde se quiera generar nieve, es decir en los días en que la pista esté abierta. En total al día se van a ahorrar 1423,76 kWh y contando con un precio de la luz de 0,35 €/kWh eso va a suponer un ahorro

de dinero en la factura de la luz de 498,31€ al día y a lo largo de un año en el cual la pista abre cuatro o cinco meses son más de 60.000€ ahorrados a lo largo del mismo. Además, el precio de la primera bomba es muy alto, 43.960€, ya que se trata de una bomba muy grande que además requiere una instalación muy costosa. El ahorro de instalar 5 bombas no es solo en la factura de la luz, también es en la inversión inicial, el total de estas bombas vale 24.715 € y este es el precio unitario de comprar cada bomba por separado, seguramente si se compran 5 bombas y se hace la instalación a la vez, el precio final sea más barato.

### **5.3 ESQUÍ NOCTURNO**

En Valdesquí el clima no es especialmente frío, comparado con otras estaciones de esquí. Por esta razón, se ha decidido iluminar esta nueva pista con unos focos para que la estación pueda abrir durante más tiempo y dar una experiencia especial que pocas estaciones ofrecen, esquiar de noche. Las precipitaciones tampoco son abundantes en esta estación lo cual también favorece el esquí nocturno. Para la iluminación se van a usar unos focos LED para instalaciones deportivas de 50 W (PrecioLED, 2017) que son los que se muestran en la Ilustración 10. Por las dimensiones de la pista, hacen falta 54 focos lo que supone un consumo total de 2700 W. Estos focos de media estarán encendidos durante 3 horas al día lo que a lo largo de un día hace un consumo de 8,1 kWh que frente al resto de aparatos que se necesitan en la pista es un consumo muy bajo.



*Ilustración 10: Focos LED*

## **5.4 TELESILLA**

En toda pista hace falta un mecanismo que lleve a los esquiadores del final de la pista, la cota más baja hasta el principio de la pista, en lo más alto, para ello se va a emplear el uso de un telesilla.

El fabricante “Leitner” tiene una amplia gama de telesillas y además incluye su propio configurador. El telesilla en cuestión va a ser un telesilla desembragable, que disminuye su velocidad cuando llega a las zonas donde los esquiadores se suben o se bajan y con 4 plazas por silla. Debe recorrer 835 m y superar una elevación de 252 m. Como no se dispone de las características suficientes como para configurar un telesilla propio, se va a usar como ejemplo uno que ya existe, de este mismo fabricante. El telesilla en cuestión es CD6C Schrödelsteinbahn (Leitner, 2022), el de la Ilustración 11. Es un telesilla desembragable de 813 m de longitud y 299 m de diferencia de altura, con estas características, el consumo en es de 441 kW, y a lo largo de un día es de 4851 kWh. El telesilla queda fuera del análisis de los paneles solares porque su consumo es muy elevado, y haría falta una planta solar demasiado grande de primeras y una inversión de mucho

dinero, aunque para el futuro se puede ampliar esta planta solar para ir cubriendo poco a poco el consumo del telesilla.



*Ilustración 11: Telesilla CD6C Schrodelssteinbahn*

No se conoce el valor económico de un telesilla, para calcular un precio estimado se va a asemejar con una instalación eléctrica de transporte de media tensión. Esta cuesta en torno a 250 €/m, incluyendo mano de obra y mantenimiento los primeros 10 años. Un telesilla quizá es un poco más caro porque hay que comprar las sillas y las estaciones de subida y bajada pero el precio se encontrará entre 250-300 €/m. Por lo tanto, el telesilla en cuestión vale entre 208.800 € y 250.00 €.

## **Capítulo 6. REMODELACIÓN DE LA ESTACIÓN**

Dentro del proyecto se proponen una serie de cambios sobre lo que ya existe en Valdesquí. El primero es incluir paneles solares en la estación, para poder generar energía de manera limpia y usarla directamente para cubrir el consumo de la estación. El segundo es cambiar la maquinaria antigua que hay en Valdesquí por una más moderna y mejor equipada para conseguir mejores prestaciones y eficiencias en todos los dispositivos.

### **6.1 PANELES SOLARES**

Por las características de la estación de Valdesquí, se ha concluido que la mejor forma de generar energía renovable en la estación es usando paneles solares. Valdesquí tiene bastantes horas de luz al año para ser una estación de esquí y tampoco tiene abundantes precipitaciones. Una estación de generación fotovoltaica es fácilmente ampliable y muy flexible y a continuación también se expondrán una serie de situaciones que se dan en Valdesquí que favorecen esta forma de generación de energía.

La instalación va a contar con 1300 paneles y los paneles a emplear son los MAXEON 6 AC de “Sunpower” (Sunpower, 2022). Son paneles de 420-440 W que además cuentan con un microinversor integrado, el cual es muy útil cuando la potencia generada por toda la estación fotovoltaica es alta, como es el caso. Son paneles de alta eficiencia (22,8 %) que soportan la altitud necesaria para la instalación en Valdesquí además de resistir cargas de viento, nieve, lluvia y granizo suficiente como para no deteriorarse con el tiempo y precipitaciones de Valdesquí. Los paneles funcionan en un rango de temperaturas de -40°C a 60°C. El fabricante es pionero en este sector y ofrece una garantía de 40 años en los paneles y de 25 años en el microinversor, tiempo más que de sobra para recuperar la inversión. Esta cantidad de paneles ocupa una superficie total de unos 2500 m<sup>2</sup>. Se pueden instalar en alguna ladera orientación sur o sobre un techo que se ponga en el aparcamiento, pero lo que necesitan los paneles en un sitio como Valdesquí es una limpieza en caso de

que nieve. Si el panel está lleno de nieve no va a generar electricidad y uno, o varios, operarios deben limpiar de nieve estos paneles por la mañana antes del comienzo de la jornada para que estos puedan generar electricidad, esto es una de las desventajas de los paneles solares en estas condiciones, pero tiene una fácil solución. En cualquier caso, si los paneles se inclinan unos 30° y no hay nevadas excesivas, cosa que no es común en Valdesquí, los paneles no van a necesitar limpieza.

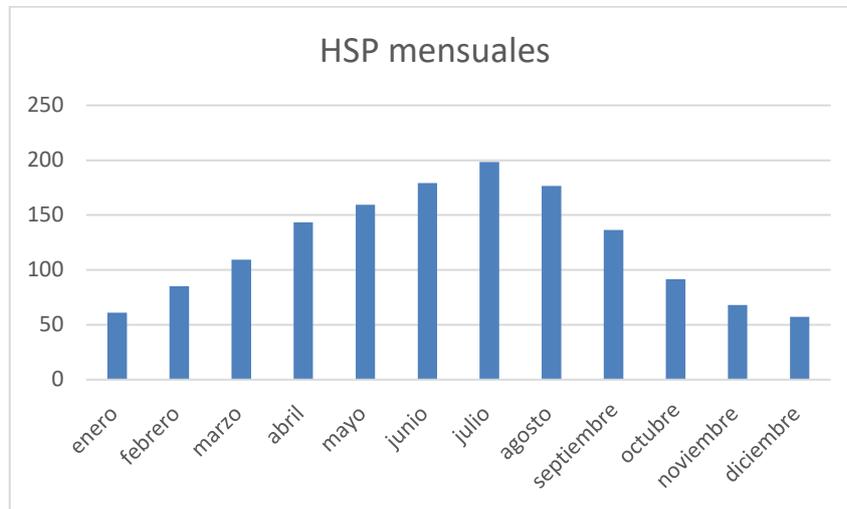
Para poder hacer un análisis de lo que se quiere generar con los paneles, se tiene que saber lo que se consume en la pista. Los días que abra la pista, se encuentra abierta al público 11h y cerrada las otras 13h. Las bombas y cañones funcionan cuando la pista está cerrada, consumiendo una potencia de 46,538 kW (usando el caso de varias bombas) y 52,55 kW, respectivamente. Las luces se encenderán unas 3h al día (dependiendo de la época del año) y son en total un consumo de 2700 W, todo esto a lo largo de una jornada supone un consumo de 1296,44 kWh. Se va a suponer que la pista abre en torno a 5 meses al año, esto se basa en las temperaturas medias que tiene la estación (que se muestran en Ilustración 17).

En cuanto a la potencia que generan los paneles se obtiene mediante la siguiente ecuación (Ecuación 1).

$$E_{gen} = P_{panel} * n * HSP * 0,9$$

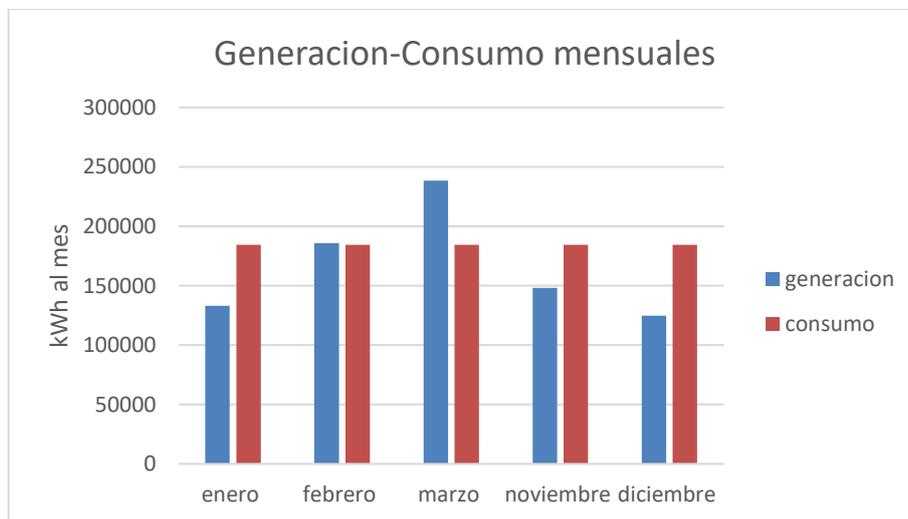
*Ecuación 1: Generación de la instalación solar*

Donde la energía generada se obtiene en Whd (vatios hora al día), la potencia del panel es en este caso de 440 W y las HSP son las horas de sol pico que hay diarias. Las HSP se definen como el número de horas con una irradiancia hipotética de 1000 W/m<sup>2</sup>. De esta forma si la irradiación es de 2700Wh/m<sup>2</sup>, eso son 2,7 HSP (Lorenzo, sfe-solar, 2009). Las HSP están repartidas de la siguiente forma a lo largo de los meses Ilustración 12, los datos se han extraídos (MrWatt, 2022), siendo julio el mes con más irradiación solar y diciembre el de menor.



*Ilustración 12: HSP Mensuales en Madrid*

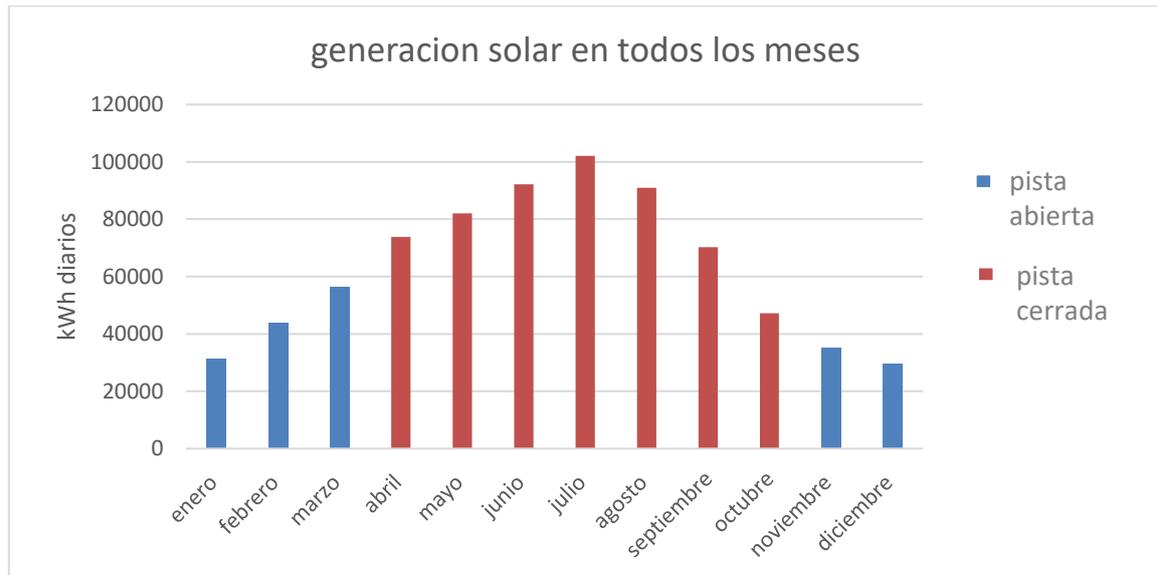
Con estos valores se tiene una generación a lo largo de cada mes comparada con la potencia que consumida, es la siguiente, Ilustración 13 (solo se muestran meses de apertura de la pista).



*Ilustración 13: Generación de los paneles y consumo cañones, bombas y luces*

El consumo es el mismo todos los meses mientras que la generación varía según las HSP de cada mes. Los valores de consumo y generación en Ilustración 13 son los totales a lo largo del mes entero (el consumo sería de 38893,2 kWh). En aquellos meses como febrero o marzo hay superávit, aunque en febrero es mínimo, en cuanto a generación mientras que en

el resto de los meses la pista cuenta con déficit. La generación en los meses fuera de temporada de esquí comparados con aquellos dentro de la temporada es la siguiente (Ilustración 14).



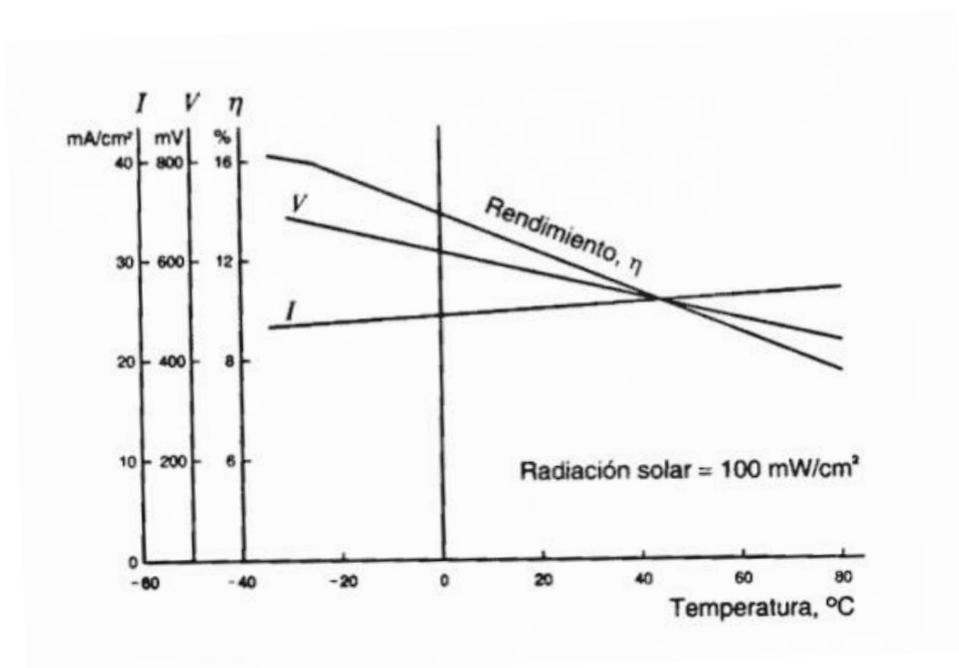
*Ilustración 14: Generación mensual a lo largo de un año*

En Ilustración 14 se puede observar que tan solo octubre de los meses que la estación está cerrada tiene menos generación que marzo, que era el mes con más generación cuando la estación está abierta al público. Esto tiene una repercusión económica que se analizará en un apartado posterior.

### 6.1.1 EFECTOS FAVORABLES

Colocar unos paneles solares en alta montaña tiene una serie de inconvenientes que son ampliamente conocidos, la irradiación solar es menor, hay más días nublados o precipitaciones, el tiempo es más inestable... Pero hay una serie de factores que están a favor de estas localizaciones para una estación fotovoltaica y el primero de ellos es la temperatura.

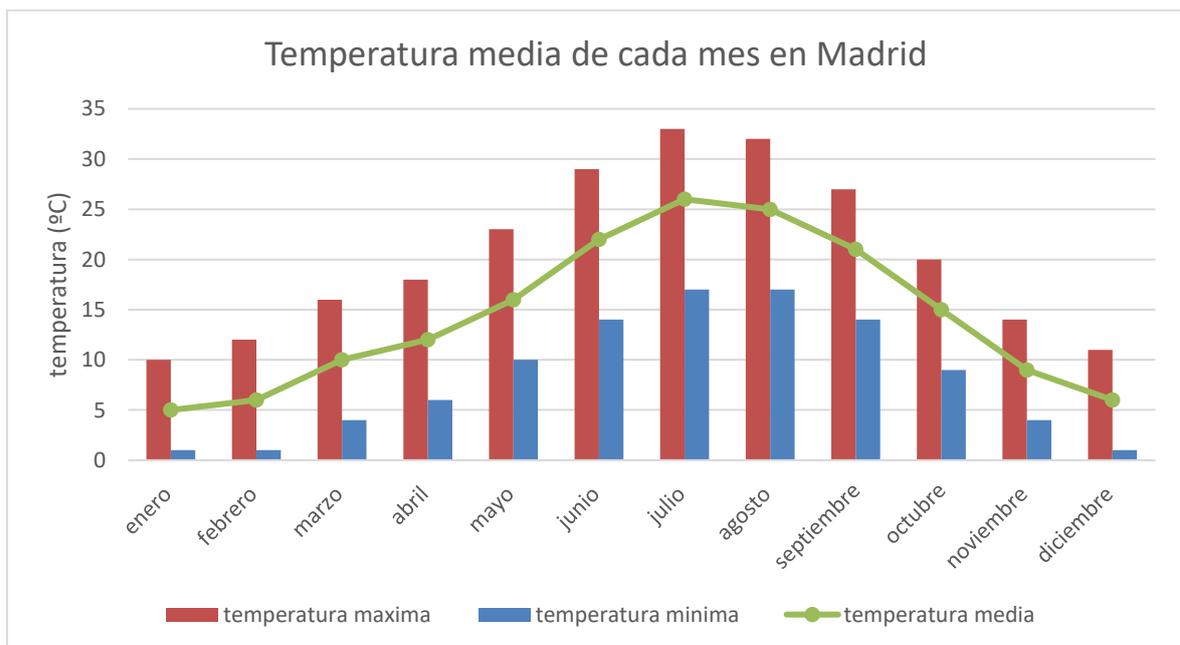
Los módulos de los paneles solares están hechos de silicio, un material semiconductor cuyas propiedades se ven afectadas por la temperatura (Ruiz, 2021). Lo que ocurre es que cuando el silicio se calienta, baja la tensión en los módulos, disminuyendo la eficiencia, como se observa en Ilustración 15 (Lorenzo, Sfe-solar, 2019)



*Ilustración 15: Efecto de la temperatura sobre el rendimiento, voltaje e intensidad*

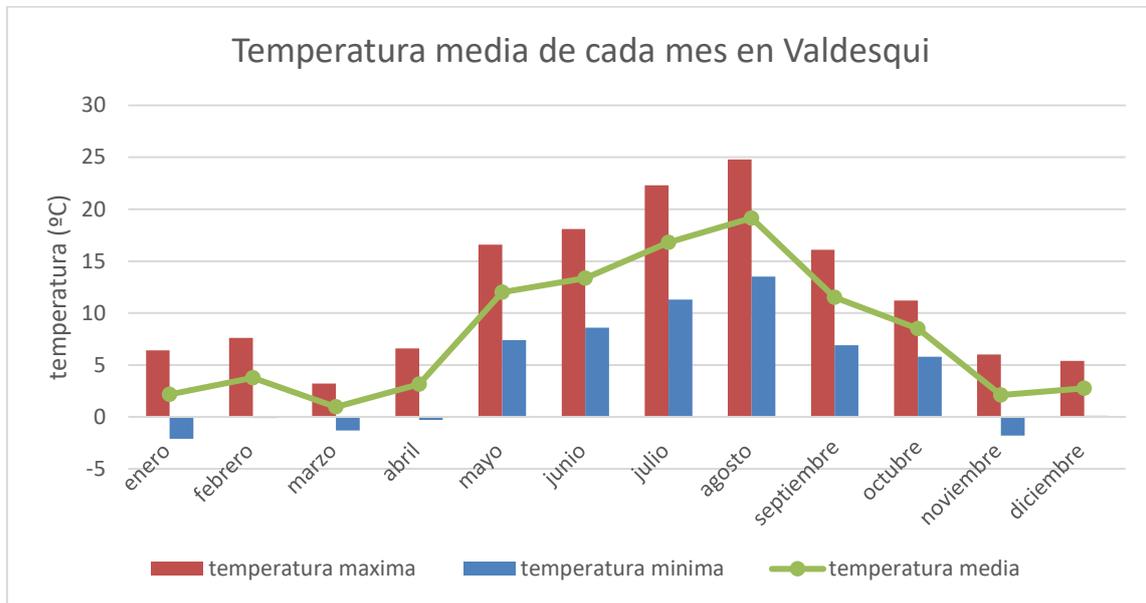
En Ilustración 15 se representa como varía el rendimiento (o la potencia máxima), la intensidad y la tensión en función de la temperatura, siempre manteniendo constante la irradiación solar. Se observa que la tensión baja mucho y aunque la intensidad suba un poco, el efecto global en el rendimiento es negativo. La pendiente de la curva de la potencia máxima depende del panel solar, para el escogido para este proyecto, el MAXEON 6 AC, la pendiente es de  $-0,29 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$ . Esto quiere decir que por cada grado que aumente la temperatura la potencia máxima va a disminuir un  $0,29 \text{ } \%$ .

Para analizar lo que puede significar esto, se van a comparar las temperaturas anuales de Madrid capital que se muestran en Ilustración 16, datos extraídos de (weatherspark, s.f.))



*Ilustración 16: Temperatura media en Madrid capital*

Y, a continuación, se muestran en Ilustración 17 las temperaturas de Valdesquí (AccuWeather, 2021)



*Ilustración 17: Temperaturas medias en Valdesquí*

Se observa que existen diferencias entre las distintas localidades y que Valdesquí cuenta con temperaturas notablemente más bajas que Madrid, en cualquier caso, la comparativa se muestra en la Ilustración 18.

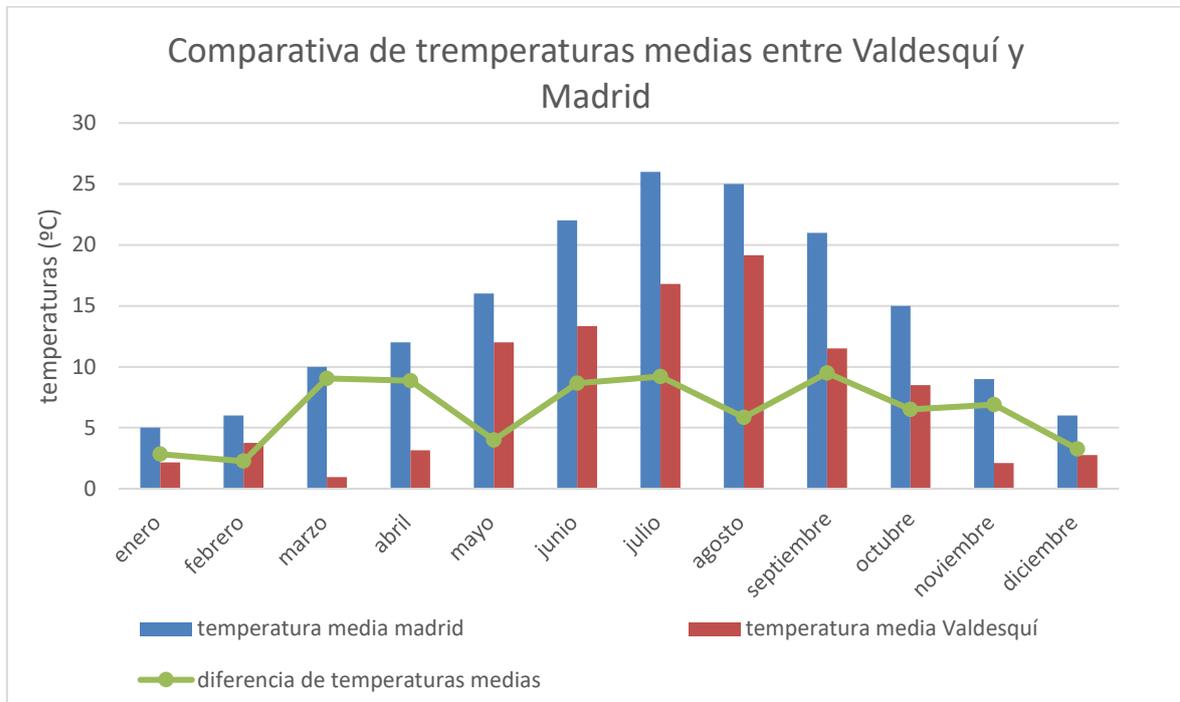


Ilustración 18: Comparativa de temperaturas medias entre Madrid y Valdesquí

En todos los meses existen diferencias, pero las más elevadas aparecen en los meses de marzo, abril, junio, julio y septiembre y son de casi 10°C de diferencia (llegando a 10 en septiembre, el mes con la mayor diferencia). Si ahora se tiene en cuenta el factor de temperatura de 0,29 %/°C de los paneles solares MAXEON 6 AC se puede calcular el rendimiento que se pierde por el efecto de las temperaturas, el cual se muestra en Ilustración 19.

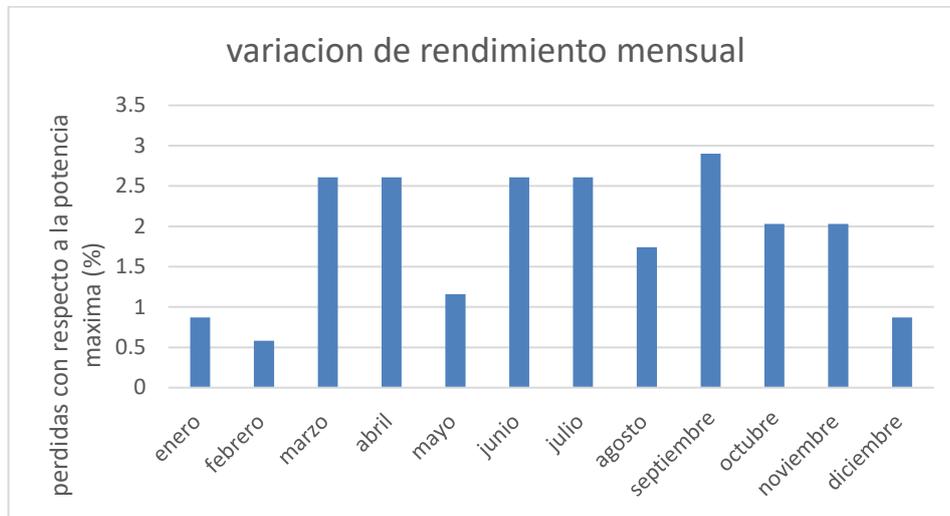


Ilustración 19: Variación del rendimiento por efecto temperatura

En el mes de septiembre se llega a una bajada de rendimiento de casi el 3 %, el efecto no es muy grande, pero esto es por cada panel. Si ponemos una potencia base de 440 W que es lo que generan los paneles, se estaría ganando en Valdesquí 13,2 W más por cada panel, lo que en una instalación de 1300 paneles son más de 17 kW de potencia generada. Se ha calculado usando estos datos de variación de temperatura lo que afecta a la producción a lo largo de todos los meses y un año obteniendo los siguientes resultados, mostrados en Ilustración 20

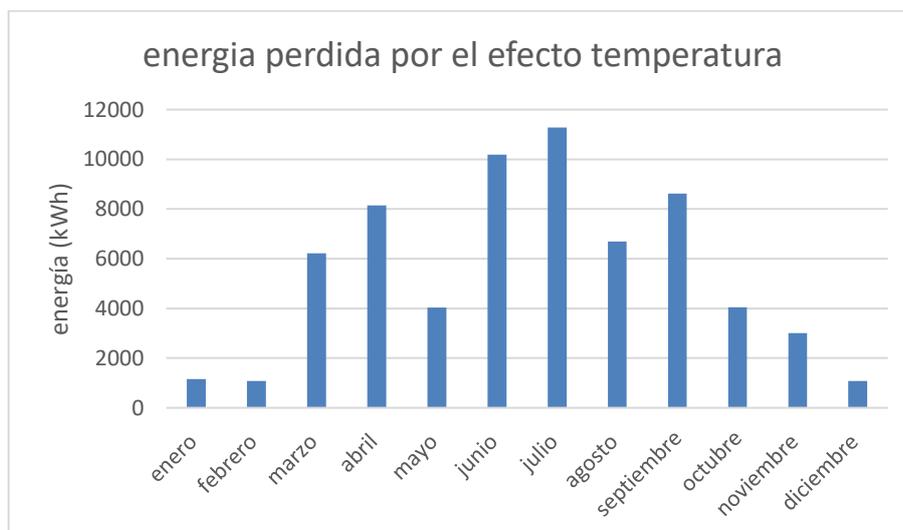


Ilustración 20: Energía perdida por el efecto de la temperatura

La suma de todos los meses supone una variación en la producción anual de 15.493,19 2kWh solo por el efecto de la temperatura, a precio de compra de la luz de 0,35 €/kWh son 5.429,74 € al año.

Otro efecto que puede ser usado a favor de los paneles solares en zonas nevadas es el de la radiación albedo. Esta es en general de un valor pequeño, comparado con la radiación directa o difusa, pero en el caso de un suelo con nieve puede jugar un papel importante. El albedo de un suelo seco está entre 0,1 y 0,2 mientras que el de la nieve está entre 0,8 y 0,9. El efecto de la radiación albedo sigue la Ecuación 1; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** (Cursolar, s.f.).

$$AL = \rho * G_0 * \frac{1 - \cos(\beta)}{2}$$

*Ecuación 2: Radiación albedo*

Donde  $\rho$  es el factor albedo que se ha mencionado anteriormente,  $G_0$  es la irradiación en ese momento y  $\beta$  es la inclinación del panel con respecto al suelo. Esta ecuación es para un suelo horizontal plano e infinito, pero es la que se usa para el cálculo aproximado de este efecto. Si se deja fuera la irradiación, el factor del efecto albedo sería de un 6% de energía extra que se está generando. Si diciembre y enero fuesen meses enteros con nieve, se tendrían 3.655 kWh más de generación lo que son 1.279,25 €.

A pesar de estos dos efectos, los paneles solares en alta montaña generan menos energía que aquellos situados en las zonas como Murcia, Almería, Extremadura... donde hay más irradiación solar. Este apartado solo muestra una serie de factores que van a jugar a favor de localidades como Valdesquí, o de condiciones semejantes, pero todo el conjunto al final es perjudicial.

## **6.2 CAMBIO DE MAQUINARIA**

Valdesquí es una estación que se ha renovado muy poco desde su apertura. Es por eso que la mayoría de sus equipos son viejos y consumen más energía de la que consumen los actuales, por ello se propone cambiarlos. El inconveniente de este apartado es que no se dispone de los datos suficientes para calcular los números con exactitud. No se dispone del consumo actual de la estación, ni de la maquinaria que está instalada. Tampoco se puede saber el precio de cambiar todo lo que ya está instalado, ya que no se conocen las características de estos elementos. La estación actualmente, sin contar la pista nueva que se plantea en este proyecto, cuenta con 9 cañones de nieve, 6 telesillas, 6 telesquíes y 2 cintas transportadoras (Valle, s.f.), aparte de la estación de bombeo necesaria, de la cual no se tienen datos. Aproximadamente el total del consumo de la estación diario rondará los 56.765kWh. Si se tiene en cuenta que los motores han mejorado su eficiencia en estos años entre un 3% y un 5%, el ahorro si se cambia toda esta maquinaria es entre 1621kWh y 2703kWh al día, lo cual a lo largo de un año es entre 405.469kWh y 243.281kWh.

## Capítulo 7. CÁLCULO DE INVERSIÓN

El proyecto es bastante grande y va a requerir de gran cantidad de dinero a modo de inversión para poder construir todo lo que se ha propuesto. En este apartado se van a mostrar los gastos de los elementos necesarios para llevar a cabo estos cambios además de calcular, de forma aproximada, el dinero que se recupera en forma de ahorro y cuánto se tarda en recuperar la inversión.

Los costes de la nueva pista y de los paneles solares se van a mostrar en la Tabla 1.

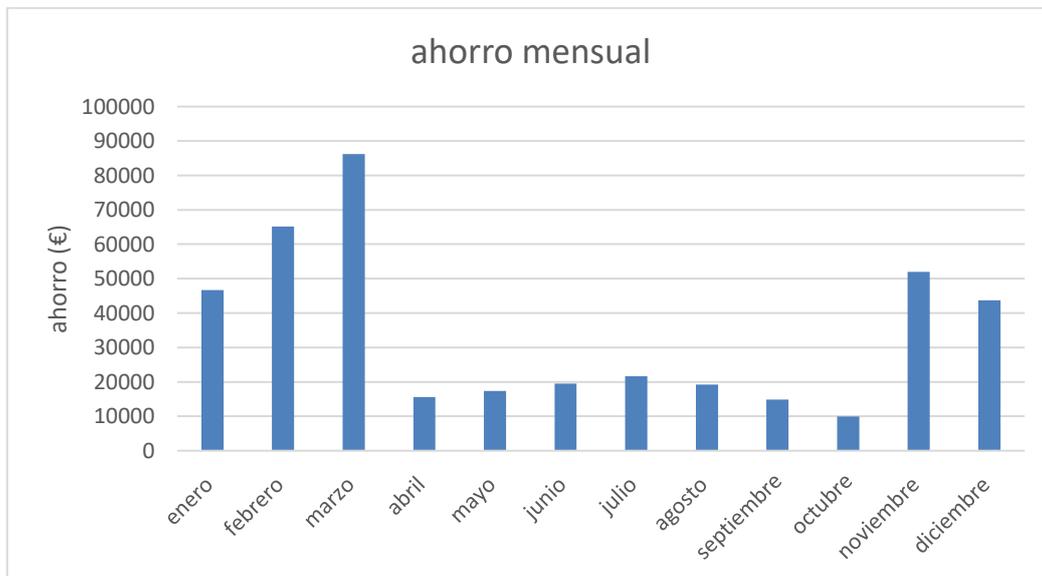
<i>Elemento</i>	<i>Coste unitario (€/u)</i>	<i>Total (€)</i>
Paneles solares e instalación	250	325.000
Luces	155	8.370
<i>Bombas hidráulicas</i>		
SES 65-160C	4.250	4.250
SES 50-200NB	7.280	7.280
VMS 60 (11,4kW)	6.350	6.350
VMS 60 (7,3kW)	3.960	3.960
VMS 40	2.875	2.875
Cañones de nieve	9.000	45.000
Telesilla	250-300 €/m	208.800 - 250.000

Focos LED	155	8.370
-----------	-----	-------

*Tabla 1: Precios descompuestos*

En total los costes de toda la nueva instalación son de 661.455 €, de los cuales 336.445 € corresponden a la nueva pista. Ahora se va a analizar lo que se ahorra, económicamente hablando, con cada cambio energético que se ha instalado en el proyecto.

En primer lugar, están los paneles solares, hay unos paneles solares de alta calidad y en mucha cantidad, para generar mucha energía, pero ahora se va a ver hasta qué punto sale eso rentable, para este cálculo se ha puesto un precio de compra de la luz de 0,35€/kWh y uno de venta de 0,05€/kWh. En la Ilustración 21 se muestran los ahorros de dinero mensuales al pasar de comprar la energía a generarla por los paneles.



*Ilustración 21: Ahorro mensual de los paneles solares*

El mes con más ahorro es el de marzo, ya que es el mes de más generación con la estación abierta. La diferencia entre los meses de estación abierta y cerrada es que cuando la estación está abierta la energía generada se valora en 0,35€/kWh porque es energía que en caso de no generarla se compraría a ese precio (a no ser que sobre energía), mientras que con la estación cerrada la energía generada no se utiliza y se vende y por tanto el precio es

de 0,05€/kWh, 7 veces menos. Esto es un problema porque en Ilustración 14 se veía que tan solo octubre era un mes con menos generación que marzo y que julio triplicaba la generación de enero y diciembre, sin embargo, el ahorro en julio es la mitad que en enero. Para que julio y marzo estén igualados habría que vender la energía a precio de 0,23 €/kWh, el cual es muy superior al que se puede vender en un principio. En cualquier caso, el ahorro es de 97.809,58 € al año, lo que quiere decir que en menos de 4 años se recupera la inversión en paneles solares. Además, el fabricante “Sunpower”, da una garantía de 40 años a sus paneles y con una degradación máxima anual de un 0,25%. Esto quiere decir que como mínimo pasado un año desde la compra, el panel genera un 99,75% de su potencia máxima. Aplicando siempre la degradación máxima y sin tener en cuenta ninguna reparación ni el cambio del microinversor, el ahorro a lo largo de todos los años de garantía es de 3.721.654,53 €, lo que significa que es una inversión más que rentable, si se le resta el coste de los paneles se queda en un beneficio neto de 3.396.654,53 €.

El cambio de maquinaria también va a suponer un ahorro en la factura de la luz. En este apartado no se pueden sacar números exactos porque no se sabe con certeza los valores del consumo de la estación ni cuál es la diferencia de consumo con los nuevos equipos. Tampoco se puede calcular el coste exacto de cambiar la maquinaria, por lo tanto, se va a intentar hacer una aproximación basada en los equipos de la nueva pista, tanto para el precio como para el consumo. Si se cambia toda la maquinaria, ya se vio que el ahorro anual de energía podía estar entre 405.469 kWh y 243.281 kWh, esto a un precio de la luz de 0,35 €/kWh supone un ahorro anual de entre 85.000 € y 140.000 €. Cambiar toda la maquinaria puede tener un coste muy elevado aproximadamente de entre 600.000 € y 900.000 €. Por lo tanto, puede que hagan falta 10 años para recuperar la inversión, pero la idea de este apartado es que se haga poco a poco, máquina a máquina.

## **Capítulo 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Ahora se van a exponer los resultados mas relevantes de cada sección y cómo estos cumplen los objetivos citados al principio el trabajo.

La estación se va a ampliar con una nueva pista. Valdesquí en la actualidad tiene 22,3km esquiables y la nueva pista es de 835m lo que deja a la estación en más de 23km esquiables lo cual supone un cambio importante en el aforo ya que se trata de una estación con pocas pistas.

Esta pista va a incluir unos cañones de nieve que son en torno a un 3-5% más eficientes que los que hay instalados en Valdesquí en la actualidad, además de que van a ser capaces de generar nieve de mejor calidad y en condiciones más adversas.

Se van a instalar 5 bombas, una por cañón de nieve, esto es menos de un 30% de consumo comparado con instalar una única bomba. En total a lo largo de un día la diferencia entre instalar una bomba o instalar 5 es de un ahorro de casi 5.000€ y en un año de más de 60.000€.

Esta pista también va a contar con iluminación. Esto hace que la pista pueda estar abierta en torno a 2-3 horas más al día, además de ofrecer una experiencia que pocas estaciones ofrecen. Las luces son LED por lo tanto el consumo es muy bajo, tan solo es de 0,6% y esto es excluyendo el consumo del telesilla.

La pista necesita un telesilla el cual tiene un consumo muy alto. Es el principal problema porque por ahora no se incluye en el proyecto un método para generar la energía consumida por el telesilla. En cualquier caso, es estrictamente necesario y además es en torno a un 3-5% más eficiente que los telesillas que hay instalados actualmente en Valdesquí.

La nueva estación reformada va a contar con paneles solares. Para cubrir el consumo de potencia de la nueva pista, pero sin tener en cuenta el telesilla. Hacen falta 1300 paneles (2500 m<sup>2</sup>) lo que es una inversión de unos 325.000€. Esta cantidad de paneles genera de media diaria algo más de 2 MW a lo largo de un año y el ahorro anual es de casi 100.000 €. Por lo tanto, en menos de 4 años se recupera la inversión. También, a pesar de los factores que juegan en contra en la instalación de paneles solares en alta montaña, hay dos factores que juegan a favor, estos son la temperatura y el efecto albedo. Las altas temperaturas tienen un efecto negativo en la eficiencia de los paneles. Si se comparan las temperaturas de Madrid capital con las de Valdesquí, al año mejora la eficiencia de los paneles en valor de más de 5.400€. El efecto albedo puede conseguir que la generación de la instalación aumente el orden de un 6 %, teniendo en cuenta la misma irradiación.

La remodelación también cuenta con un cambio de la maquinaria que se emplea ahora en la estación. Poner máquinas actuales significa bajar el consumo entre un 3 % y un 5 %. La estación consume aproximadamente 56.765kWh al día. Si se cambian estas máquinas se puede ahorrar entre 1621kWh y 2703kWh al día y en dinero entre 85.000 € y 140.000 € al año. Cambiar toda la maquinaria instalada puede costar entre 600.000 € y 900.000 €, lo que pueden ser hasta 10 años para recuperar la inversión.

## **Capítulo 9. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Con todos los resultados, se puede concluir que el proyecto es viable. Los paneles solares generan una cantidad importante de energía y suponen un ahorro que es más que significativo lo que quiere decir que el proyecto cuenta con energía asequible y no contaminante (ODS número 7). También cambiando los equipos por unos más actuales, se consigue disminuir la potencia y si se mira de cerca el consumo para la selección de bombas hidráulicas y más equipos se está teniendo una acción importante por el clima, además de un consumo responsable (ODS 12 y 13). Con estos cambios se va a atraer a más público a Valdesquí, ya que habrá más kilómetros esquiables, además de una nieve con mejor calidad y una actividad rompedora como esquiar de noche.

Los trabajos futuros deben intentar cubrir el consumo del telesilla de la nueva pista y de todos los equipos del resto de la estación. Para ello, se puede seguir ampliando la generación solar, añadiendo más paneles, si estos dan el resultado deseado. También se puede hacer un estudio de otras energías renovables como la eólica, que ya se ha utilizado en otra pista de esquí, en Berkshire (Martín, 2015). Una instalación muy interesante sería implementar un sistema que recoja el agua de la nieve derretida, esta puede ser utilizada para generar más nieve e incluso bombeada hasta un punto más elevado donde haya un aljibe para almacenar agua, que generará energía mediante una pequeña central hidroeléctrica. Esto puede usarse para ahorrar agua además de ahorrar dinero (bombeando agua cuando el precio de la luz esté más bajo) y también si hay algún excedente de energía generada, por ejemplo, en algún día suelto de temporada de esquí pero que la estación no abra se puede bombear agua de tal forma que esta energía se use al día siguiente. Otra cosa que se puede hacer que es fácil de implementar, es incluir generadores o calderas de biomasa, sobre todo para calefacciones (Martín, 2015). Es algo que ya se hace en otras estaciones y es un sistema muy sencillo con una inversión bastante pequeña.

Hay muchas cosas que se pueden hacer en Valdesquí con la tecnología actual y sobre todo contando con que la tecnología que existe en ahí es en general bastante anticuada, solo hace falta una inversión y un estudio previo para su viabilidad.

Aparte de esto se puede intentar conseguir financiación para el proyecto de los paneles solares y, además, algún tipo de convenio por tener una generación solar grande para conseguir vender el excedente a un precio mayor.

## Capítulo 10. BIBLIOGRAFÍA

- AccuWeather. (2021). *AccuWeather*. Obtenido de <https://clips.twitch.tv/VainNastyZebraOptimizePrime-1lLoMXAhcI6gsLhN>
- Cursolar. (s.f.). *Cursolar*. Obtenido de [http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home\\_main\\_frame/02\\_radiacion/02\\_intermedio/ej\\_cal\\_radiacion.htm](http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/02_radiacion/02_intermedio/ej_cal_radiacion.htm)
- Demaclenko. (2022). *Demaclenko*. Obtenido de <https://www.demaclenko.com/en/snow-guns/titan-4-0/41-1476460.html>
- iloveski*. (14 de 12 de 2015). Obtenido de <https://www.iloveski.org/es/2015/12/14/peyragudes-estacion-de-esqui-pionera-en-el-ahorro-energetico/>
- ingenierosCYPE. (s.f.). *generadordeprecios*. Obtenido de [http://carm.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/calculaprecio.asp?Valor=10|0|5|IE L010|iel\\_lige:\\_0\\_0\\_1\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0](http://carm.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=10|0|5|IE L010|iel_lige:_0_0_1_0_0_0_0_0_0_0_0_0)
- ISO. (2011). *ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/51297.html>
- Leitner. (2022). *Leitner*. Obtenido de <https://www.leitner.com/es/empresa/referencias/detail/cd6c-schroedelsteinbahn/>
- Lorenzo, J. A. (2009). *sfe-solar*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/#Horas-de-sol-pico-HSP>
- Lorenzo, J. A. (2019). *Sfe-solar*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/efecto-de-la-temperatura-en-los-paneles-solares/>

- Martín, R. P. (28 de Diciembre de 2015). *Interempresas*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Energia/Articulos/231300-Estaciones-de-esqui-sostenibles-y-autosuficientes-energeticamente-utopia-o-realidad.html>
- MrWatt. (2022). *MrWatt*. Obtenido de <https://www.mrwatt.eu/es/content/radiacion-solar-en-espana>
- Naciones unidas. (25 de 9 de 2015). Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- PrecioLED. (2017). Obtenido de <https://www.precioled.com/es/focos-deportivos-led/31-foco-led-deporte-50w-ideal-para-instalaciones-deportivas.html>
- Ruiz, E. (19 de Octubre de 2021). *SolarPlus*. Obtenido de <https://solarplus.es/influencia-de-la-temperatura>
- Sulzer. (Junio de 2022). *Absel 5*. Obtenido de <https://absel.sulzer.com/StartMain.aspx>
- Sunpower. (2022). *Sunpower*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/sunpower/maxeon-6-ac-425w/>
- Torrelles, O. (10 de Julio de 2018). *lugaresdenieve*. Obtenido de <https://www.lugaresdenieve.com/?q=es/noticia/colorado-vanguardia-medioambiente-estacion-esqui-100-por-100-solar>
- Valle, A. A. (s.f.). *TurismoAlamedadelValle*. Obtenido de <https://turismo.alamedadelvalle.es/estacion-de-valdesqui#:~:text=El%20complejo%20cuenta%20con%2027,telesqu%C3%ADes%20y%202%20cintas%20transportadoras.>
- weatherspark. (s.f.). *weatherspark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/36848/Clima-promedio-en-Madrid-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>



# ANEXO I

Panel solar MAXEON 6 AC de “Sunpower”

SUNPOWER | FROM MAXEON SOLAR TECHNOLOGIES

## MAXEON 6 AC PANEL SOLAR

420-440 W | Hasta un 22,8 % de eficiencia

 Microinversor integrado de fábrica  
 Marco negro, lámina trasera blanca

### Más energía de por vida

Diseñado para maximizar la generación de energía mediante una eficiencia líder del sector, un desempeño mejorado a altas temperaturas y una mayor conversión de energía en condiciones de poca luz, como por la mañana, por la noche y en días nublados.

### Fiabilidad sin concesiones

Diseñado para funcionar en todo tipo de condiciones meteorológicas con células anti-grietas y conexiones reforzadas que protegen frente al desgaste y la corrosión. El microinversor de cada panel permite su funcionamiento independiente para mitigar el impacto de la sombra al tiempo que mejora el desempeño del sistema.



### Sostenibilidad superior

Los ingredientes limpios, la fabricación responsable y la producción de energía duradera para 40 años hacen de los paneles SunPower Maxeon la opción más sostenible del sector de la energía solar.



### La garantía más larga del sector

Los paneles SunPower Maxeon están cubiertos por una garantía de 40 años<sup>1</sup> respaldada por exhaustivas pruebas de terceros y datos de campo de más de 33 millones de paneles desplegados en todo el mundo.

Cobertura de producto y de potencia	40 años
Salida mínima garantizada año 1	98,0%
Degradación máxima anual	0,25%
Garantía de producto limitada del microinversor de Enphase	25 años



Más información sobre SPR-MAX6-XXX- E3-AC  
[sunpower.maxeon.com](http://sunpower.maxeon.com)

**MAXEON 6 AC POTENCIA: 420-440 W | EFICIENCIA: Hasta un 22,8%**

Datos eléctricos de CA	
Modelo de inversor: IQ 7A	A 230 V CA
Potencia máxima de salida	366 VA
Máx. potencia de salida continua	349 VA
Rango/Tensión nom. (L-N)	219 - 264 V
Máx. corriente de salida continua	1,52 A
Máx. unidades por circuito derivado de 20 A (L-N)	10
Eficiencia ponderada <sup>2</sup>	96,5%
Frecuencia nominal	50 Hz
Rango de frecuencia ampliado	45-55 Hz
Corriente de fallo de cortocircuito de CA durante 3 ciclos	5,8 A rms
Puerto de CA de clase de sobretensión	III
Corriente de retroalimentación del puerto de CA	18 mA
Ajuste del factor de potencia	1,0
Factor de potencia (ajustable)	0,8 adelantado/0,8 retardo

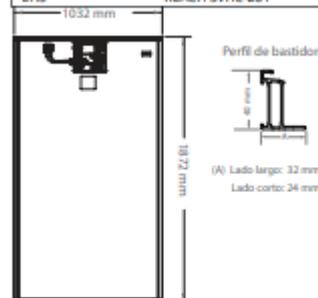
Datos de alimentación de CC				
	SPR-MAX6-440-E3-AC	SPR-MAX6-435-E3-AC	SPR-MAX6-425-E3-AC	SPR-MAX6-420-E3-AC
Potencia nominal <sup>1</sup> (Pnom)	440 W	435 W	425 W	420 W
Tol. de potencia	+5/0%	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Eficiencia del módulo	22,8%	22,5%	22,0%	21,7%
Coef. temp. (Potencia)	-0,29%/°C			
Tol. de sombra	Seguimiento del punto de máxima potencia del nivel del módulo integrado			

Datos mecánicos	
Células solares	66 células monocristalinas Maxeon Generación 6
Cristal frontal	Cristal templado antirreflejos de gran transmisividad
Clasificación ambiental	Microinversor con clasificación para exteriores - IP67 (UL: NEMA tipo 6)
Marco	Anodizado negro de clase 1
Peso	21,8 kg



Condiciones de funcionamiento probadas	
Temperatura de funcionamiento	De -40 °C a +60 °C
Máx. temperatura ambiente	50 °C
Humedad relativa	Del 4 % al 100 % (con condensación)
Máx. altitud	2000 m
Carga de diseño <sup>4</sup>	Viento: 3600 Pa, 367 kg/m <sup>2</sup> en cara posterior Nieve: 5400 Pa, 551 kg/m <sup>2</sup> en cara frontal
Resistencia a impactos	Granizo de 25 mm de diámetro a 23 m/s
Carcasa del microinversor	Carcasa polimérica clase II, doble aislamiento, resistente a la corrosión

Garantías, certificaciones y conformidad	
Garantías <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantía de potencia limitada durante 40 años</li> <li>Garantía de producto limitada durante 40 años</li> </ul>
Garantía de microinversores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantía de producto limitada durante 25 años cubierta por la garantía Enphase<sup>3</sup></li> </ul>
Certificaciones y conformidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC 61215, 61730<sup>6</sup></li> <li>IEC 62109-1, 62109-2</li> <li>IEC 61000-6-3</li> <li>AS4777.2, RCM</li> <li>IEC/ EN 50549-1:2019, G98/G99</li> <li>VDE-AR-N-4105</li> </ul>
Certificados de gestión de calidad	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015
Prueba PID (degradación inducida por potencia)	1000 V: IEC 62804
Prueba LeTID	Versión preliminar IEC 61215 <sup>7</sup>
Normas disponibles	TUV <sup>5</sup> , EnTest
Contribución a la certificación del Green Building Council	Los paneles pueden aportar puntos adicionales para la obtención de las certificaciones LEED y BREEAM
Conformidad con EHS	RoHS, OHSAS 18001:2007, REACH SVHC-201



Veillez lire les instructions de sécurité et d'installation. Veuillez consulter [www.sunpower.maxeon.com/int/PVInstallGuideIEC](http://www.sunpower.maxeon.com/int/PVInstallGuideIEC). La version papier peut être demandée à l'adresse suivante : [support tecnico@maxeon.com](mailto:support tecnico@maxeon.com).



**SUNPOWER**  
FROM MAXEON SOLAR TECHNOLOGIES

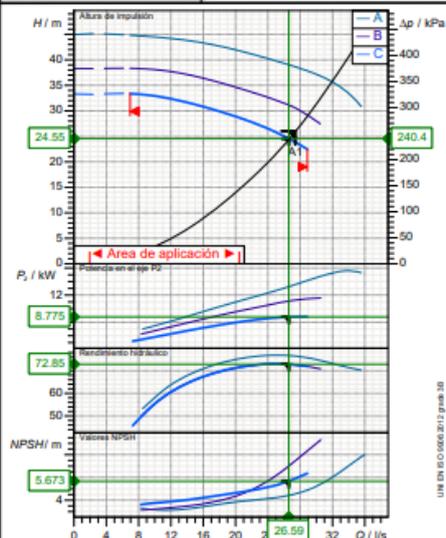
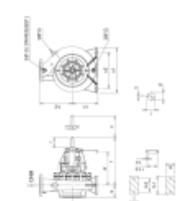
544435 REV A / A4\_ES  
Fecha de publicación: Enero 2022

1 La garantía de 40 años no está disponible en todos los países ni para todas las instalaciones y requiere registro; de lo contrario, se aplica nuestra garantía de 25 años.  
2 Probado según EN 50530 (LIE).  
3 Condiciones de prueba estándar (irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5, 25 °C). Estándar de calibración de NREL: intensidad según SOMS, tensión según LACCS FF. Toda la tensión de CC está totalmente contenida dentro del módulo.  
4 Factor de seguridad 1,5 incluido.  
5 Los módulos de CA deben conectarse al hardware de control Enphase (ENVOY) para habilitar la garantía de producto Enphase.  
6 Consulte el módulo DC, calificación antincendios de clase C según IEC 61730.  
7 Paneles degradados un 0 % en pruebas LeTID extendidas realizadas por PVEL. Informe de prueba R10124977G-1,2020.

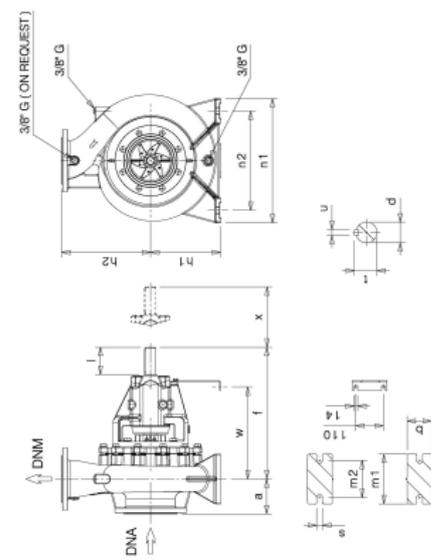
Fabricado en Malasia (células)  
Montado en Malasia (módulos)  
Las especificaciones incluidas en esta ficha técnica están sujetas a cambios sin previo aviso.  
© 2022 Maxeon Solar Technologies, Ltd. Todos los derechos reservados.  
Consulte la información sobre la garantía, patentes y marcas comerciales en [maxeon.com/legal](http://maxeon.com/legal).

# ANEXO II

Bomba SES 65-160NC

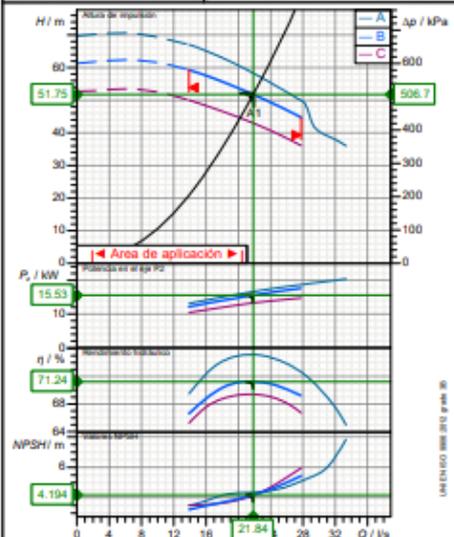
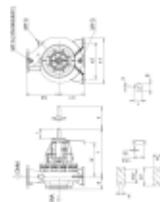
SULZER		Datos técnicos		Revision no	Página:
		SES65-160C			1
Destinatario		Remitente			
Company name					
Respons. Department					
Person in charge					
Phone number					
Fax no					
E-mail address					
		<b>Datos de trabajo teóricos</b> Caudal: l/s 27.4 Altura: m 28.08 Altura geodésica: m 0 NPSH disponible: m Presión de entrada: kPa 0 Fluido: Agua Temperatura de trabajo I A: °C 20 Densidad: kg/m³ 998.2 Viscosidad cinemática a 1A: mm²/s 1			
		<b>Bomba</b> Tipo bomba: SES65-160C Tamaño constructivo: 80/65/160 MEI (Reg. 547/2002 EU) >: 0,5 Velocidad: 1/min 2900      Número de fases: 1			
<b>Materiales Bomba</b>		<b>Dimensiones en mm</b>			
Shaft: Stainless steel AISI 431 (1.4057)		a 100 x 100      DNM      DNA			
Impulsor: Cast iron EN-GJL-250		b 65      C 122      C 138			
Pump body: Cast iron EN-GJL-250		d k6 24      D 185      D 200			
Seal disc: Cast iron EN-GJL-250		f 360      DN 65      DN 80			
Gasket: Aramid fiber		h1 160      K 145      K 160			
		h2 200      n° 4 x 18 l      n° 8 x 18 rr			
		l 50			
		m1 125			
		m2 95			
		n1 280			
		n2 212			
		s 14			
		t 26.9			
		u 8			
		w 260			
Mech. seal EN 12756					
Seal face: Carbon impregnated with resin					
Seal: Alumina oxide					
Rubber elements: Rubber EPDM					
<b>Motor</b>					
Fabricante / Tipo					
Rendimiento IEC 60034-30					
Potencia kW		SF	Rendimiento 4/4		
Nº de polos		Tamaño de construcción			
Corriente eléctrica A		Velocidad 1/min			
Tensión eléctrica V					
Tipo de arranque					
Grado de protección		Clase de aislamiento			
Notas:					
ID proyecto: 208E000E-3643-4B80-8D06-9C23B039E5A9		Proyecto		Contacto	Fecha de emisión: 20/06/2022
					Última actualización: 20/06/2022

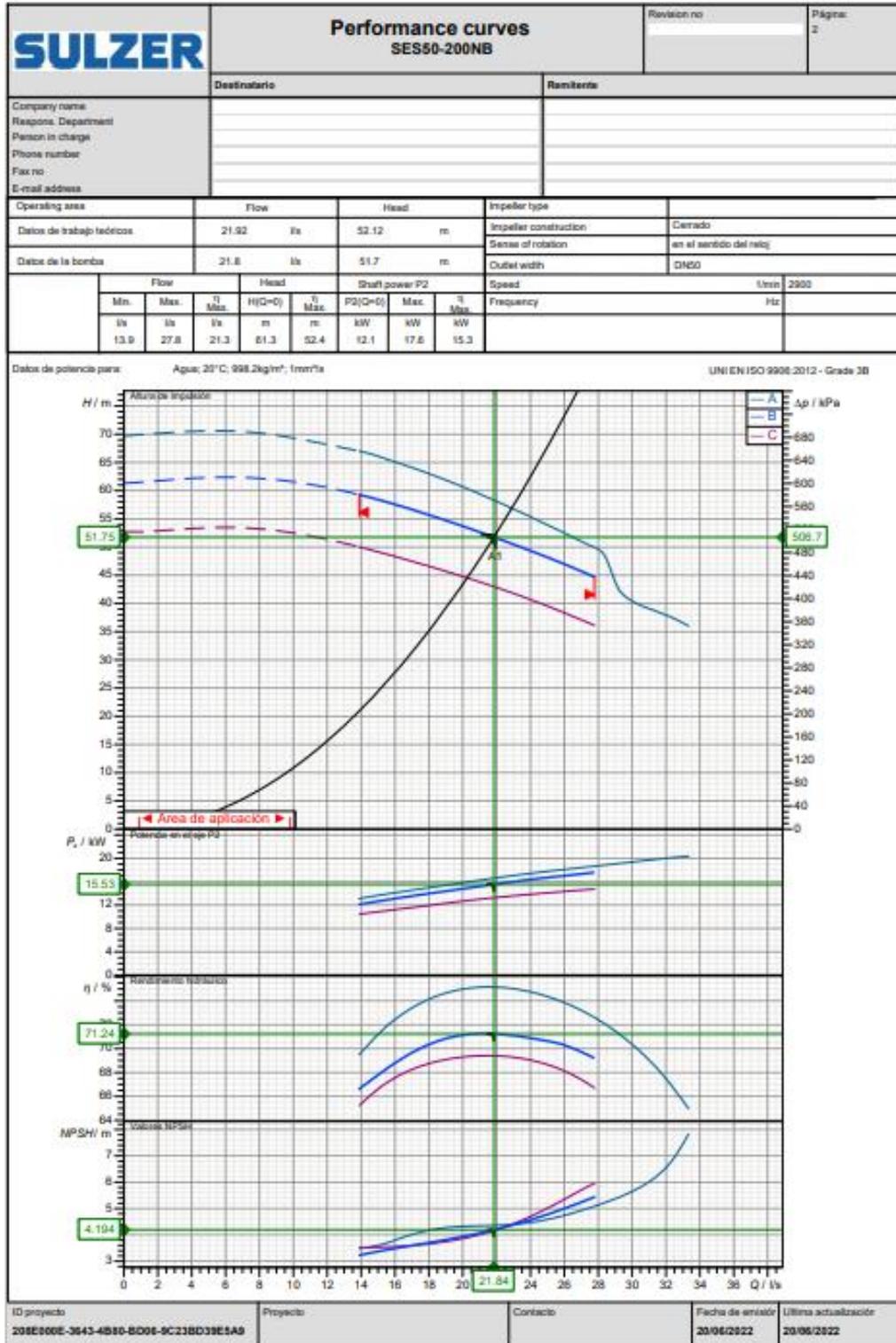


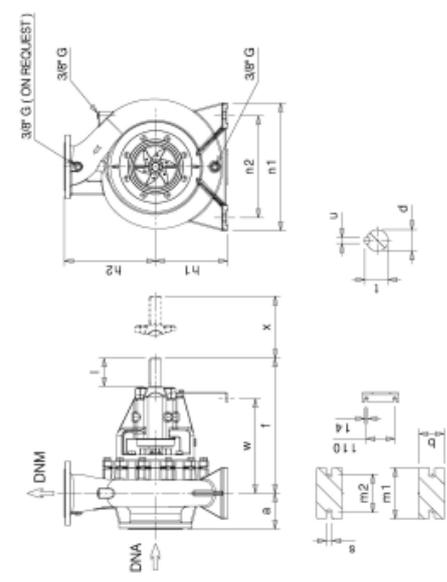
<b>SULZER</b>	<b>Variantes de instalación</b> SES65-160C		Nº revisión	Página 3																															
	Cliente Proveedor																																		
Nombre de la empresa Departamento Elaborado por Número de teléfono Nº Fax Correo electrónico																																			
Pump dimensions 	<b>Conexiones</b> Boca de aspiración DN80 Boca impulsión DN65 PN10/16 PN10/16																																		
	<b>Dimensiones</b> mm																																		
	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>100</td></tr> <tr><td>b</td><td>65</td></tr> <tr><td>d</td><td>24</td></tr> <tr><td>f</td><td>360</td></tr> <tr><td>h1</td><td>160</td></tr> <tr><td>h2</td><td>200</td></tr> <tr><td>l</td><td>50</td></tr> <tr><td>m1</td><td>125</td></tr> <tr><td>m2</td><td>95</td></tr> <tr><td>n1</td><td>280</td></tr> <tr><td>n2</td><td>212</td></tr> <tr><td>s</td><td>14</td></tr> <tr><td>t</td><td>26.9</td></tr> <tr><td>u</td><td>8</td></tr> <tr><td>w</td><td>260</td></tr> <tr><td>x</td><td>100</td></tr> </table>		a	100	b	65	d	24	f	360	h1	160	h2	200	l	50	m1	125	m2	95	n1	280	n2	212	s	14	t	26.9	u	8	w	260	x	100	
a	100																																		
b	65																																		
d	24																																		
f	360																																		
h1	160																																		
h2	200																																		
l	50																																		
m1	125																																		
m2	95																																		
n1	280																																		
n2	212																																		
s	14																																		
t	26.9																																		
u	8																																		
w	260																																		
x	100																																		
Proyecto	Creado con el software Spaix® 5-2022.1 - 2022/04/26 (Build 501), 64 bit	Fecha de emisión 20/06/2022	Última actualización 20/06/2022																																

## ANEXO III

### Bomba SES50-200NB

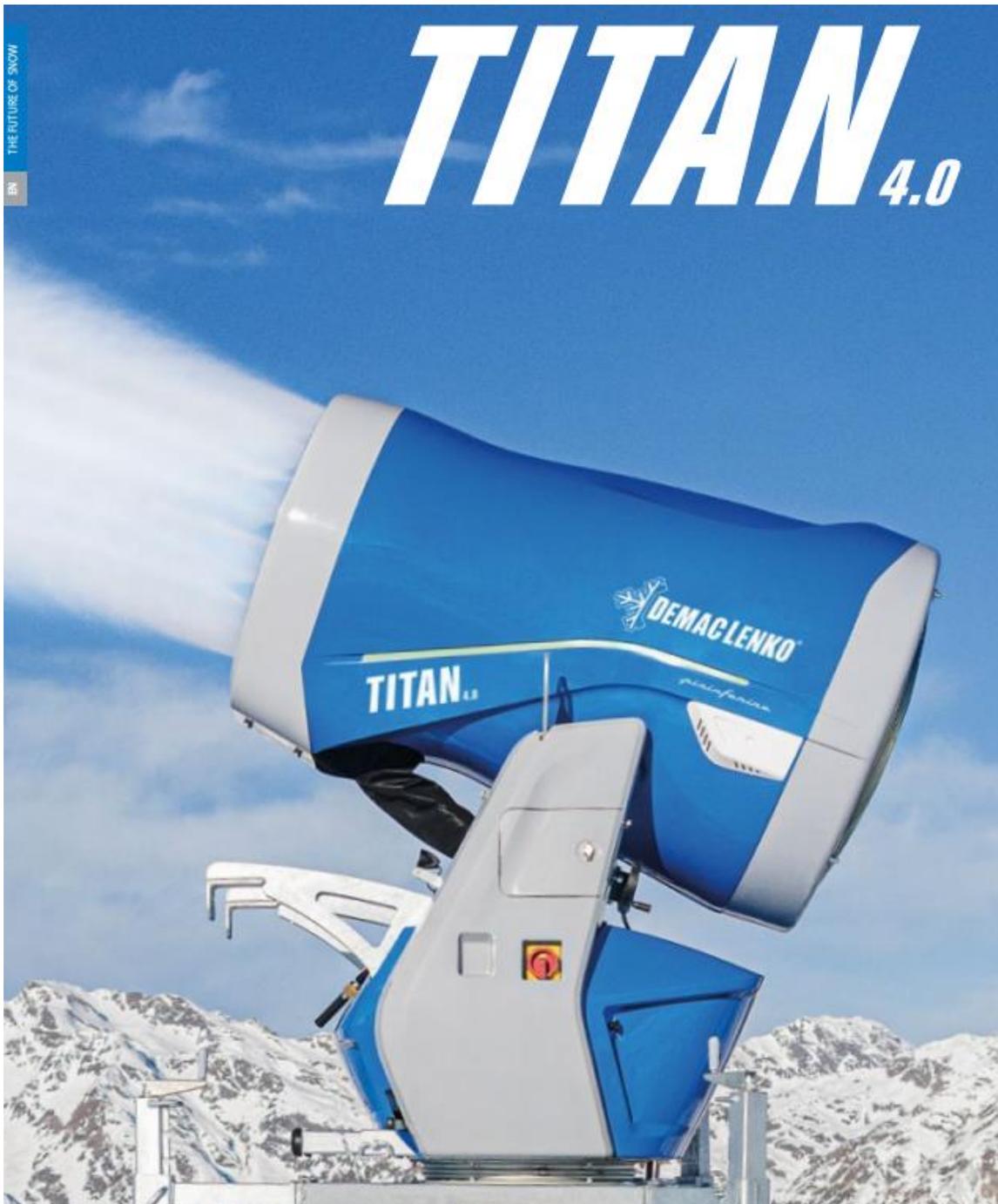
<b>SULZER</b>		<b>Datos técnicos</b> <b>SES50-200NB</b>		Revisión no	Página: 1
Company name Respons. Department Person in charge Phone number Fax no E-mail address		Destinatario		Remitente	
		<b>Datos de trabajo teóricos</b> Caudal: l/s 21.92 Altura: m 52.12 Altura geodésica: m 0 NPSH disponible: m Presión de entrada: kPa 0 Fluido: Agua Temperatura de trabajo I A: °C 20 Densidad: kg/m <sup>3</sup> 998.2 Viscosidad cinemática a 30: mm <sup>2</sup> /s			
<b>Materiales Bomba</b> Shaft: Stainless steel AISI-431 (1.4057) Impulsor: Cast iron EN-GJL-250 Pump body: Cast iron EN-GJL-250 Seal disc: Cast iron EN-GJL-250 Gasket: Aramidic fiber Mech. seal EN 12756 Seal face: Carbon impregnated with resin Seat: Alumina oxide Rubber elements: Rubber EPDM		<b>Bomba</b> Tipo bomba: SES50-200NB Tamaño constructivo: 65/50/200 MEI (Reg. 547/2002 EU): 5,7 Velocidad: 1/min 2900    Número de fases: 1 Tipo de impulsor: Caudal: Valor nominal l/s 21.8, Max- l/s 27.8, Min- l/s 13.9 Altura de impulsión: Valor nominal m 51.7, Max- m 59.3, Min- m 44.7 Altura H(D=0): m 61.3 NPSH 3%: m 4.19 Presión máx. de trabajo: kPa 600 Potencia en el eje: kW 15.5 Rendimiento: % 71.2 Max absorbed power: kW 17.559			
<b>Motor</b> Fabricante / Tipo: Rendimiento: IEC 60034-30 Potencia: kW    SF    Rendimiento 4/4 Nº de polos:    Tamaño de construcción Corriente eléctrica: A    Velocidad: 1/min Tensión eléctrica: V Tipo de arranque: Grado de protección:    Clase de aislamiento:		<b>Dimensiones en mm</b> a 100 x 100    DNM    DNA b 50    C 102    C 122 d k6 24    D 165    D 185 f 360    DN 50    DN 65 h1 160    K 125    K 145 h2 200    n° 4 x 18    n° 4 x 18 rr i 50 m1 100 m2 70 n1 265 n2 212 s 14 t 25.9 u 8 w 260 			
<b>Notas:</b> ID proyecto: 208E00E-3643-4B60-8D66-9C238D39E5A9    Proyecto:    Contacto:    Fecha de emisión: 20/06/2022    Última actualización: 20/06/2022					



<b>SULZER</b>	<b>Variantes de instalación</b> SES50-200NB		Nº revisión	Página 3																															
	Cliente Proveedor																																		
Nombre de la empresa Departamento Elaborado por Número de teléfono Nº Fax Correo electrónico																																			
Pump dimensions 	<b>Conexiones</b> Boca de aspiración DN65 PN10/16 Boca impulsión DN50 PN10/16																																		
	<b>Dimensiones</b> mm																																		
	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>100</td></tr> <tr><td>b</td><td>50</td></tr> <tr><td>d</td><td>24</td></tr> <tr><td>f</td><td>360</td></tr> <tr><td>h1</td><td>160</td></tr> <tr><td>h2</td><td>200</td></tr> <tr><td>l</td><td>50</td></tr> <tr><td>m1</td><td>100</td></tr> <tr><td>m2</td><td>70</td></tr> <tr><td>n1</td><td>265</td></tr> <tr><td>n2</td><td>212</td></tr> <tr><td>s</td><td>14</td></tr> <tr><td>t</td><td>26.9</td></tr> <tr><td>u</td><td>8</td></tr> <tr><td>w</td><td>260</td></tr> <tr><td>x</td><td>100</td></tr> </table>		a	100	b	50	d	24	f	360	h1	160	h2	200	l	50	m1	100	m2	70	n1	265	n2	212	s	14	t	26.9	u	8	w	260	x	100	
a	100																																		
b	50																																		
d	24																																		
f	360																																		
h1	160																																		
h2	200																																		
l	50																																		
m1	100																																		
m2	70																																		
n1	265																																		
n2	212																																		
s	14																																		
t	26.9																																		
u	8																																		
w	260																																		
x	100																																		
Proyecto	Creado con el software Spax® 5-2022.1 - 2022/04/26 (Build 501), 64 bit	Fecha de emisión 20/06/2022	Última actualización 20/06/2022																																

## ANEXO IV

Cañón de nieve TITAN 4.0



# ENERGY EFFICIENT UNBEATABLE PERFORMANCE LONGEST THROWING RANGE

The new **TITAN 4.0** combines uncompromising functionality and ease of operation with top-notch services and high quality design. It underlines once again DEMACLENKO's position as a leader in innovation and technology in the realm of snowmaking, and wins through its outstanding snow quality, efficient energy consumption and minimal maintenance costs.

- 1 SNOW PRODUCTION UP TO **120 m<sup>3</sup>/h** AT **ONLY 23 kW** POWER CONSUMPTION
- 2 **INDUSTRY LEADING SNOW PRODUCTION AT HIGHEST MARGINAL TEMPERATURES**
- 3 **EXCELLENT DESIGN BUILD QUALITY** FOR FUNCTION AND ENERGY EFFICIENCY
- 4 **EQUIPPED FOR HIGH ELEVATION HELICOPTER POSITIONING** WITH MINIMAL COMBINED WEIGHT AND COMPACT CONSTRUCTION
- 5 EQUIPPED WITH THE **LATEST HIGH PERFORMANCE ELECTRONICS** AND LOCAL 7" TOUCH SCREEN CONTROLLER OPERABLE EVEN WHILE WEARING GLOVES
- 6 **SNOW GUN ATTACHED SUB-ASSEMBLY LIFTING DEVICE** FOR SAFE AND EASY TRANSPORT BY SNOW GROOMER



## TITAN 4.0 DETAILS

### OVERVIEW

- > DEMACLENKO designed chassis with adjustable feet for easy and safe positioning on any terrain
- > Snow gun frame mounted lifting device for safe and easy equipment transport by snow groomer
- > Compact minimal weight construction equipped for helicopter high elevation placement if desired
- > New geometry of fan blade and barrel wing as well as quiet design compressor for reduced noise emission
- > Aluminum nozzle ring
- > Water module integrated in nozzle ring
- > Stainless steel HQD nozzles and brass alloy nozzelators
- > 360° rotation controlled manually or electronically
- > Automatic or manual height adjustment 0° and 45°
- > Oil free compressor
- > Three-color LED indicator lamp integrated in outer cowling
- > Force ventilated weather station
- > Easy access bulk water filter

### AUTOMATIC FUNCTIONS

- > Fully automatic snow production when operated in a network or in isolation
- > Programmable oscillation from 10° to 330° also with automatic barrel height adjustment available
- > Wind-tracking function integrates with SNOWVISUAL control software (applies to tower- and inclined-elevator-mounted snow guns)
- > 7" color touchscreen showing water temperature, pressure, water flow, snow quality, air temperature, humidity, electrical consumption as well as statistical data
- > DEMACLENKO Snowvisual control software available in different languages

### DLC 4.0 - THE NEW DEMACLENKO CONTROL CABINET

- > Proven weatherproof DEMACLENKO touchscreen display operable with gloves
- > Standard operation via Wi-Fi with a smartphone, tablet or laptop
- > Current-monitored power outputs and surge protection
- > Power electronics designed for 380V/400V/480V and 50Hz/60Hz\*
- > Instant availability of operating data and project maintenance plans including diagnostics and remote service interface
- > Indication of the current direction as well as real-time current measurement
- > Integrated interface for software update via Ethernet, Wi-Fi or RS485

\*Other packages available upon request



## TECHNICAL DATA



TITAN 4.0	AMK	ATK2 (AT2) ATK3 (AT3)	ASK4 (AS4) ASK6 (AS6)
Height	2.515 mm	3.810 mm 4.560 mm	5.830 mm 7.780 mm
Length	1.890 – 2.130 mm	1.830 mm	2.170 mm 2.290 mm
Width	1.860 – 2.260 mm	1.250 mm	1.250 mm
Weight fan gun	775 kg	603 kg (545 kg)	603 kg (545 kg)
Weight tower/winch tower		90 kg 105 kg	449 kg 558 kg

### PERFORMANCES

Operation water pressure	8 – 50 bar
Maximal water flow	12 l/s
Maximal snow production	120 m <sup>3</sup> /h
Throwing range	80 m

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Voltage	380 / 400 / 480 Volt**
Fan	18,5 kW
Compressor	4 kW
Heating, lights and small consumers (average)*	1 kW*
Total input power*	23 kW*
Frequency	50/60 Hz
Connection plug	63 A

### MECHANICAL CHARACTERISTICS

Nucleators	12
Water nozzles	84
Swinging range	360°
Automatic swing	10°-330°
Barrel inclination	0°-45°
Connection water	2"
Water filter	250 µm

\*At dew point of -10 °C | \*\*Other voltages available upon request | () With central compressed air supply