



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## **Trabajo Final: "Duchas Móviles"**

Autores:

Lizaso Esteban (Legajo N° 54183).

Valfiorani Stefano (Legajo N° 53349).

Tutor:

Dr. Ing. Orbaiz Pedro.

## Resumen

El presente proyecto surge de la búsqueda por mejorar la calidad de vida de las personas que se encuentran hoy día en situación de calle. Debido a la importancia de una ducha de agua caliente a la hora de cubrir las condiciones mínimas de bienestar y salud de cualquier persona, así como también durante una búsqueda laboral, nace la motivación de llevar a cabo este proyecto.

A modo de poder brindar servicio de duchas y sanitarios a la mayor cantidad de personas posibles dentro de la Ciudad de Buenos Aires, se decidió realizar un sistema que pueda recorrer diferentes puntos de esta.

Para esto, se propone el diseño de un tráiler equipado con duchas y sanitarios, el cual calentará agua de la red privada y brindará servicio durante la tarde. El sistema está diseñado para un máximo de 24 duchas diarias. El proyecto combina tanto el diseño de los habitáculos y sistema de remolque como también los cálculos de diseño de sistema sanitario, sistema eléctrico y sistema de calentamiento de agua.

El sistema de calentamiento de aguas propuesto es un sistema híbrido que utiliza energía solar y gas. Para su diseño se utilizó la herramienta computacional creada por exalumnos del ITBA en un proyecto final titulado “Colectores solares para la producción de agua caliente”.

En el siguiente documento se encuentra el detalle de costos de cada sistema diseñado y un análisis posterior que refleja el ahorro energético correspondiente a la utilización de energías renovables.

## Índice

1-Introducción.....	4
1.1 Actualidad de personas en situación de calle.....	4
1.2 Objetivo y alcance del proyecto.....	4
1.3 Proyectos similares en el mundo.....	5
2. Diseño de la instalación de agua caliente.....	7
2.1 Sistema integral y variables de entrada.....	7
2.1.1 Condiciones Ambientales.....	9
2.1.2 Temperatura de agua de red.....	10
2.1.3 Perfil de Consumo.....	10
2.2 Sistema captador.....	11
2.3 Sistema acumulador e intercambiador de calor.....	12
2.4 Circuito Primario.....	12
2.4.1 Cálculo de Bomba de Circulación.....	14
2.4.2 Cálculo del Vaso de Expansión.....	16
2.4.3 Válvulas y Accesorios.....	19
2.5 Circuito Secundario.....	19
2.5.1 Sistema Auxiliar.....	20
2.5.2 Válvula mezcladora.....	20
2.5.3 Regulación de consumo.....	20
2.5.4 Válvulas y Accesorios.....	21
2.5.5 Bomba presurizadora.....	21
2.5.4 Control Diferencial de Temperatura.....	21
2.6 Sistema Integrado – Plano Unifilar y componentes.....	22
3. Sistema solar fotovoltaico.....	23
3.1 Recurso Solar Disponible.....	24
3.2 Demanda.....	25
3.3 Paneles FV.....	26
3.4 Regulador de carga.....	29
3.5 Banco de baterías.....	30
3.6 Inversor o convertidor estático.....	31
3.7 Conexiones y Protecciones.....	32
3.8 Dimensionamiento de cables.....	32
3.9 Esquema eléctrico unifilar.....	35
4. Diseño Integral del tráiler.....	36

4.1 Marco legal.....	36
4.2 Diseño de Habitáculos.....	38
4.3 Mecanismo elevador del sistema de colectores solares.....	40
4.3.1 Memoria de cálculo mecanismo elevador.....	41
4.4 Diseño estructural - Chasis:.....	44
4.4.1 Memoria de cálculo – Estructura tráiler .....	45
5. Análisis Energético - Medio Ambiental .....	36
6. Costos .....	54
7. Conclusiones.....	60
8. Anexos .....	61
8.1 Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de cálculo de 40° C.....	61
8.2 Requerimientos de seguridad exigidos para la categoría M, N y O: .....	62
8.3 Equipos – Hojas Técnicas.....	63
9. Referencias.....	75
10. Lista de Proveedores .....	77
11. Agradecimientos .....	78
12. Plan.....	78

## 1-Introducción

### 1.1 Actualidad de personas en situación de calle.

Las personas en situación de calle son uno de los grupos más vulnerables de la sociedad. Esta condición trae muchas dificultades a la hora de ser incluidos al sistema laboral y son marginados constantemente por la sociedad. A esto se le suman severas condiciones de higiene, inseguridad y tener que luchar contra las duras condiciones climáticas, sobre todo en invierno. En todas las grandes ciudades se puede encontrar esta problemática, y Buenos Aires no es la excepción.

Según proyecciones oficiales y datos relevados por distintas organizaciones sociales revelan que entre el año 2016 y 2018 existió un aumento del 26% de personas sin techo. Los datos del Ministerio de Desarrollo y Hábitat de la Ciudad demuestran que la mayoría se encuentran en los barrios de Retiro, San Nicolás, Puerto Madero, San Telmo, Montserrat, Constitución, Balvanera, San Cristóbal, La Boca, Barracas, Parque Patricios y Nueva Pompeya (Comunas 1, 3 y 4).

Cuando se habla de cantidad de personas las cifras oficiales difieren ampliamente con las relevadas por otras entidades. El Ministerio de Desarrollo Humano y Hábitat sostienen que hay 1091 personas en situación de calle. Por otro lado, un censo alternativo elaborado por el Ministerio Público de la Defensa de la Ciudad, la Auditoría General porteña, la Defensoría del Pueblo y más de 50 organizaciones sociales, políticas y barriales, aseguran que en 2017 había 4394 personas viviendo en las calles de Buenos Aires y la ONG proyecto 7 afirma que en 2018 las personas eran 6300.

En la ciudad existen 27 paradores del Gobierno de la Ciudad destinados a las personas que no tienen donde dormir y durante el invierno se abren algunos más para poder enfrentar los meses más fríos. A esto se le suman muchas organizaciones sociales que aportan su granito de arena para enfrentar esta situación, pero estas no son suficientes.

### 1.2 Objetivo y alcance del proyecto

El objetivo del proyecto es el diseño de un sistema que cubra la necesidad de brindar un servicio de duchas de agua caliente y sanitarios a las personas que se encuentran en situación de calle, mejorando así su bienestar en el día a día. Debido a la necesidad de llegar a la mayor cantidad de personas posibles, se decidió realizar un sistema móvil el cual pueda circular por diferentes puntos de la ciudad. Sumado a esto, se buscó un sistema que sea económico e independiente del vehículo tractor, por lo que se optó por un tráiler equipado con duchas y sanitarios.

El proyecto completo comprende tanto el diseño de los habitáculos y sistema de remolque tráiler, como también el diseño de sistema sanitario, sistema eléctrico y sistema de calentamiento de agua. Además, se propone utilizar energía solar para reducir el consumo de gas y la emisión de gases de combustión, reduciendo de esta manera el impacto ambiental.

El presente informe debe incluir las especificaciones técnicas, planos de construcción, lista de materiales a utilizar y presupuesto detallado de cada subsistema desarrollado. También debe contener los cálculos de diseño, lay outs, diagramas y todos los archivos que se crean necesarios

para una correcta instalación y puesta en marcha de los sistemas. Los principales sistemas que se diseñaron para el proyecto tráiler son los siguientes:

- Sistema Solar Térmico: Encargado de captar la energía solar térmica y calentar el agua del sistema sanitario para poder brindar el servicio de duchas.
- Sistema Solar Fotovoltaico: Encargado de captar la energía solar fotovoltaica y transformarla en corriente alterna para energizar los consumos eléctricos del tráiler.
- Diseño Estructural: Incluye el diseño estructural completo del chasis, espacios interiores y exteriores como también los mecanismos auxiliares necesarios para operar.

En la Figura 1.1 se detallan los subsistemas que conforman al sistema tráiler.

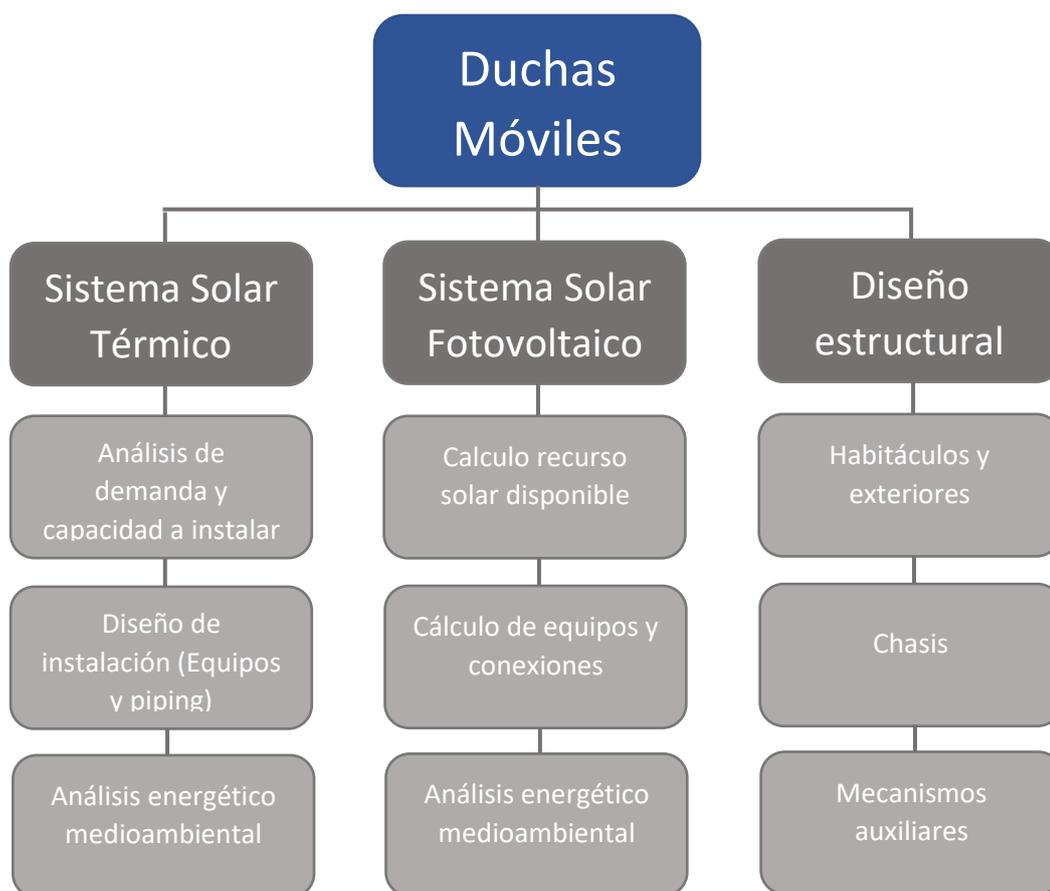


Figura 1.1: Croquis con los Subsistemas del Tráiler

### 1.3 Proyectos similares en el mundo

La realización de este proyecto surge gracias a la iniciativa de Saun Org de adaptar un proyecto social que se estaba implementando por distintas organizaciones en los Estados Unidos.

En el proceso de recopilación de información se encontraron distintas entidades que estaban llevando a cabo proyectos similares en el estado de California. Entre ellas se pueden mencionar algunas como The Shower of Hope, Hope thru Soap, Think Dignity, Shower for The People y Lava Mae. Esta última es la más conocida y de mayor envergadura, habiendo experimentado no solo con tráilers sino también adaptando colectivos.

Es importante destacar que, si bien la ducha es el principal servicio de estas entidades, este no es el único, sino que es un complemento de proyectos mayores que abarcan, primeros auxilios, asistencia social, servicio de ropa nueva y barbería entre otros.

Si bien son varios los entes que llevan adelante este tipo de proyectos ninguno utiliza energías renovables para el calentamiento de agua o para la utilización de artefactos eléctricos.

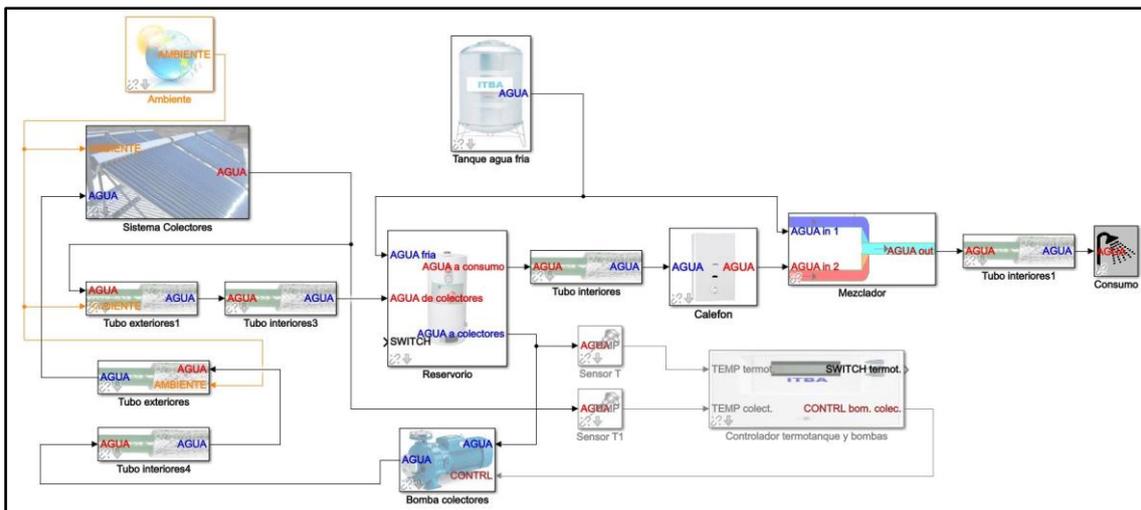
## 2. Diseño de la instalación de agua caliente

### 2.1 Sistema integral y variables de entrada

Para el diseño de la instalación de agua caliente sanitaria (ACS) se investigaron las distintas tecnologías de cada uno de los componentes que conforman una instalación solar térmica.

Una vez definido el modelo completo se utilizó la herramienta computacional desarrollada por alumnos del ITBA en un proyecto final previo, el cual simula el funcionamiento de sistemas solares térmicos.

La herramienta de simulación desarrolla cada componente necesario para el dimensionamiento de un sistema solar térmico doméstico o industrial de agua caliente. La *Figura 2.1* muestra la disposición de los componentes de la instalación diseñada. Además, cada componente tiene ciertos parámetros característicos editables en base a sus requerimientos y necesidades de diseño. Por ejemplo, es posible ajustar ciertas dimensiones del componente termotanque, como son el volumen, el diámetro interior, la altura, aislación, y superficie de intercambio de calor.



*Figura 2.1: Instalación Solar Térmica del Sistema Trailer en Simulink.*

Una vez configurados los distintos componentes, se procede a realizar los cálculos del simulador. Las simulaciones concluyen entregando una serie de resultados que permiten analizar el comportamiento y la performance de la instalación diseñada. En la *Figura 2.2* puede observarse la interfaz del post-procesamiento de los resultados. En gráfico de la parte superior de dicha figura, puede observarse el análisis de la evolución de las temperaturas de los distintos componentes, lo que permite evaluar el dimensionamiento del sistema en base a los requerimientos de temperatura y caudal del agua consumida. Debajo de este gráfico, se presentan el balance energético del sistema con tres gráficos de tortas. En el primero, se puede ver qué proporción de energía aporta el sistema renovable. El segundo gráfico de torta muestra el porcentaje de energía utilizado para calentar el agua y el porcentaje de pérdidas al ambiente. El tercer gráfico indica en qué partes del sistema se pierde calor y en qué proporción.

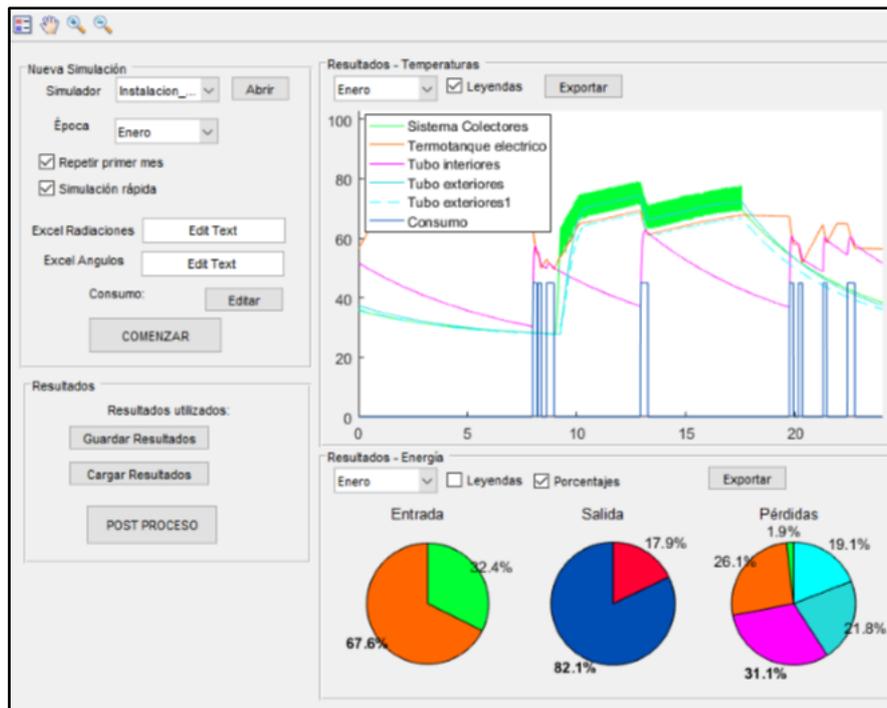


Figura 2.2: Interfaz de post-procesamiento del simulador.

Para una mejor comprensión de estos se los separa en subsistemas principales que se encuentran esquematizados en la Figura 2.3:

- Subsistema de captación, encargado de absorber radiación solar y transmitirla en forma de calor al fluido que circula por él, en muchas ocasiones es agua.
- Subsistema de intercambio, cuya función es lograr que el fluido del sistema de captación intercambie el calor transportado al agua de consumo.
- Subsistema de acumulación, que tiene como objetivo almacenar agua caliente para que se pueda suministrar cuando se produzca la demanda.
- Subsistema de apoyo, para poder suministrar agua caliente en periodos de baja radiación solar o con altas demandas de consumo. Este sistema es independiente de la energía solar térmica, pudiéndose utilizar gas o energía eléctrica.

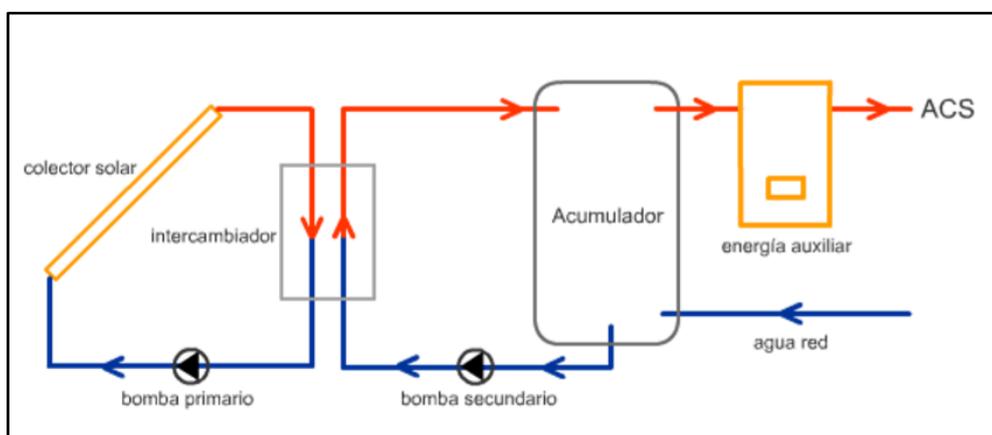


Figura 2.3: Esquema Sistema Solar Térmico Básico.

Analizando las distintas tecnologías y estudiando los diferentes escenarios en los cuales puede llegar a operar el tráiler, se optó por un sistema indirecto con circulación forzada, intercambiador de calor dentro del acumulador y calefón a gas como sistema auxiliar. Se decidió trabajar bajo los criterios de la norma española, ya que este país tiene mucho desarrollo en sistemas térmicos. Además, es la norma que Iram está utilizando para desarrollar la legislación Argentina. Se eligió un sistema indirecto para separar el fluido captador del agua de consumo. Esto permite tratar el fluido del circuito primario con productos químicos que eviten la formación de sarro o con propilenglicol para evitar que el fluido se congele, alargándole la vida útil a los equipos.

La elección del sistema forzado por sobre el de circulación natural, fue exclusivamente por cuestiones de espacio. El sistema termosifón requiere que el tanque de acumulación se encuentre a cierta altura sobre los colectores, lo que resulta peligroso y antirreglamentario.

El correcto dimensionamiento y la eficiencia de cualquier sistema solar térmico está directamente vinculada con las siguientes variables de entrada:

- Condiciones Ambientales (Radiación Solar, Temperatura Ambiente, Vientos, Humedad)
- Temperatura de agua de red.
- Perfil de Consumo.

A continuación, se explica cómo fueron tenidas en cuenta estas tres variables.

### 2.1.1 Condiciones Ambientales

Las condiciones ambientales representan aquellos factores climáticos que influyen en el funcionamiento de los colectores solares. Para el modelo propuesto, se considera la temperatura ambiente, la velocidad del viento y la radiación solar. Estas condiciones de entrada dependen tanto de la ubicación geográfica como de la orientación de los colectores. El simulador utiliza los valores de la velocidad del viento y temperaturas ambiente promedio del día para los distintos meses del año. Estos datos se obtienen del Centro de Datos de Ciencias de la Atmósfera de la NASA (ASDC).

Para captar la mayor radiación solar posible, se deben orientar los colectores solares hacia el Norte geográfico, logrando que la incidencia sea directa. La ubicación de la tierra con respecto al sol no es la misma durante todo el año, es por eso que también existen ángulos de inclinación que aumentan la incidencia de radiación solar en función del mes. En este diseño se decidió incluir un mecanismo que permita que los colectores sean móviles para lograr la mejor inclinación para las distintas épocas del año. Para obtener el ángulo óptimo de cada mes se realizaron sucesivas simulaciones variando la inclinación y obteniendo como resultado los valores de la *Tabla 2.1*.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Ángulo Óptimo</b>	28	28	28	45	45	45	45	45	45	28	28	28

*Tabla 2.1: Ángulos óptimos mensuales.*

### 2.1.2 Temperatura de agua de red.

Debido a que todavía no existen mediciones de la temperatura de agua red en las distintas localidades de nuestro país, las mismas se tuvieron que estimar. Para calcular la temperatura promedio, se utiliza el siguiente modelo (Manual de Diseño de RETScreen) que supone que la temperatura del agua es cercana a la temperatura promedio del suelo con cañerías soterradas a 2 metros de profundidad, bajo la siguiente expresión:

$$T_{\text{agua de red}} = \frac{T_{\text{min}} + T_{\text{max}}}{2} - \frac{T_{\text{min}} - T_{\text{max}}}{2} * h * \cos\left(2 * \pi * \left(\frac{n - 2}{12}\right)\right)$$

$h = -1$ . Para hemisferio sur.

$n =$  Número de mes.

En la Tabla 2.2 se encuentran las temperaturas máximas y mínimas del suelo registradas para cada mes. En la Figura 2.4 se muestran los resultados.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmin	20,1	20,6	17,9	14,3	11,6	9,0	8,4	9,8	10,7	12,2	14,0	18,3
Tmax	29,7	28,3	26,0	22,3	18,5	16,3	15,3	17,3	18,4	20,4	23,7	28,3
<b>T agua red</b>	<b>20,7</b>	<b>20,6</b>	<b>18,4</b>	<b>16,3</b>	<b>15,1</b>	<b>14,5</b>	<b>14,9</b>	<b>17,3</b>	<b>17,8</b>	<b>18,3</b>	<b>18,8</b>	<b>20,8</b>

Tabla 2.2: Temperaturas máximas y mínimas mensuales del suelo.

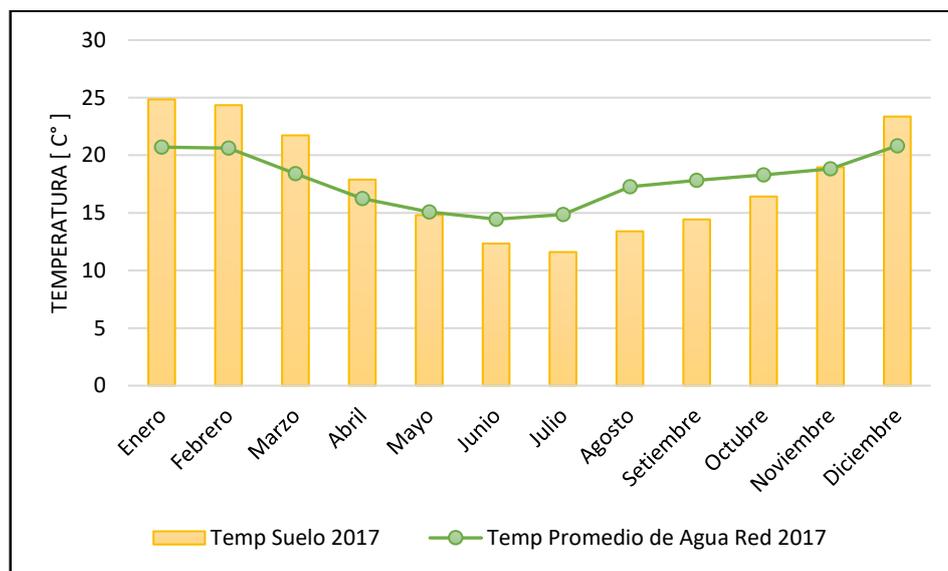


Figura 2.4: Temperatura promedio de agua de red.

### 2.1.3 Perfil de Consumo

El perfil de demanda de agua caliente es de suma importancia para el dimensionamiento de sistema de ACS. Un cambio en el consumo puede tornar a una instalación ineficiente o reducirle la vida útil notablemente. Se propusieron tres perfiles de consumo de agua caliente para brindar un servicio de 24 duchas diarias con las siguientes características:

- Caudal de cada ducha: 6 litros/ minuto.
- Tiempo de cada ducha: 6 minutos.
- Tiempo entre duchas: 24 minutos.

Para el análisis se supuso la condición en la cual ambas duchas operan exactamente en el mismo momento a lo largo de todo el día. A su vez se ajustó la temperatura de agua de consumo y la franja horaria de trabajo para las distintas estaciones del año. El tiempo de operación de las duchas fueron 6 horas por día, los 7 días de la semana y se simuló turno tarde y mañana. El tercer perfil de consumo es el mismo que el turno tarde con la diferencia que opera día por medio, y el día que no brinda servicio de duchas el sistema se encuentra al sol. Las *Tablas 2.3 y 2.4* detallan la información anteriormente explicada.

Perfil Tarde: 6 hs de operación diarias.			
	Inicio [hs]	Fin [hs]	Temperatura de consumo [C°]
<b>Verano</b>	14	20	38
<b>Otoño/Primavera</b>	13	19	42
<b>Invierno</b>	12	18	44

*Tabla 2.3: Perfil de consumo Tarde.*

Perfil Mañana: 6 hs de operación diarias.			
	Inicio [hs]	Fin [hs]	Temperatura de consumo [C°]
<b>Verano</b>	9	15	38
<b>Otoño/Primavera</b>	10	16	42
<b>Invierno</b>	11	17	44

*Tabla 2.4: Perfil de consumo Mañana.*

## 2.2 Sistema captador

Dentro de las distintas tecnologías de captación solar, se deben elegir colectores que trabajen presurizados ya que la circulación a utilizar es forzada. Las posibilidades son colectores de placa plana o heat pipes (tubos de vacío). Si bien estos últimos son más eficientes, se eligieron los de placa plana por su mayor resistencia a sollicitaciones mecánicas.

Los colectores pueden ser conectados tanto en serie como en paralelo y cualquier combinación posible entre estas dos. En una conexión en serie, como indica la *Figura 2.5.b*, los captadores trabajan a distinta temperatura, esto permite obtener temperaturas más elevadas en una fracción de tiempo menor que los paralelos, sin embargo, al trabajar a temperaturas mayores disminuye el rendimiento debido al aumento de pérdidas y afecta la vida útil de los colectores que trabajan a mayor temperatura. Por otro lado, las conexiones de tipo paralelo, *Figura 2.5.a*, son más eficientes y permiten seguir operando en el caso que alguno colector esté averiado. Los colectores trabajan a la misma temperatura por ende su vida útil es la misma, pero agrega complejidad al sistema de cañerías, pudiéndose originar puntos calientes si no se dimensionan correctamente. Para este sistema elegimos conexión en serie.

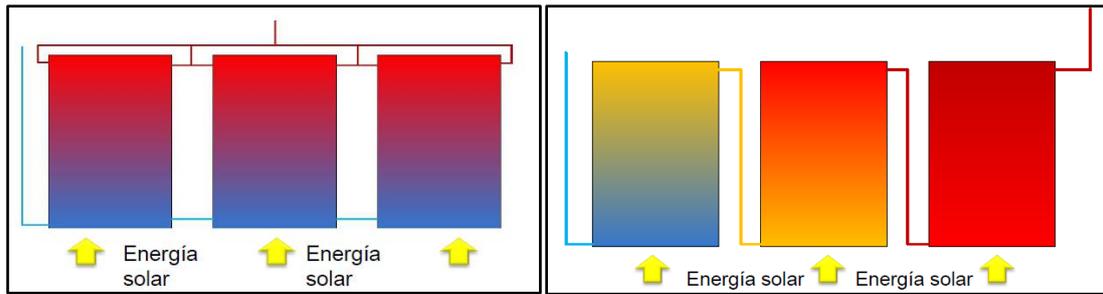


Figura 2.5.a: Conexión Paralela

Figura 2.5.b: Conexión Serie

### 2.3 Sistema acumulador e intercambiador de calor.

El sistema acumulador cuenta con un intercambiador de calor integrado, siendo este último una serpentina preferentemente de cobre en su interior por donde circula el agua del circuito primario. Para la elección del volumen óptimo del acumulador se comparó la eficiencia del sistema cambiando la capacidad del tanque. Para las simulaciones se utilizaron los volúmenes de tanques comerciales presurizados con intercambiador de calor en su interior, con dimensiones tales que puedan ser ubicados dentro de la sala de máquinas del tráiler. Se recomienda usar el tanque de 250 o 300 litros siendo estos más eficientes porque pueden almacenar mayor cantidad de energía. Además, protegen el equipamiento porque trabajarán a menor temperatura.

Para la elección y diseño de conexiones del acumulador se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- . Se seleccionó el acumulador del tipo vertical más esbelto posible para aumentar la estratificación. Esta última es la propiedad que tiene el agua de ordenarse en función de su densidad, dando como resultado un gradiente térmico. De esta manera las capas de agua más frías se encontrarán en la parte inferior del tanque favoreciendo la transferencia de calor con el intercambiador y las capas de agua de mayor temperatura se encontrarán en la parte superior donde se extraerá el agua de consumo.
- . Se selecciono un acumulador para sistemas Split, es decir que trabaje bajo presión.
- . Se previó de espacios necesarios para el intercambio de piezas correspondientes al mantenimiento del equipo.

El acumulador elegido fue de 250 Litros marca EcoTecnoSolar y su hoja técnica se encuentra en el anexo.

### 2.4 Circuito Primario

Se debe calcular la temperatura máxima y mínima a la cual puede llegar el fluido calor-transportador. En función de estas temperaturas se elige el material adecuado para las cañerías y el porcentaje de anticongelante a utilizar.

En primer lugar, se debe calcular la temperatura de estancamiento. Esta última es la máxima temperatura a la que llegaría el sistema en el caso que no circule agua por el circuito primario. Para los cálculos se utilizan las características del Colector Solar Black y se aneja hoja técnica al presente informe. Para obtener la temperatura de estancamiento se utilizó la fórmula de eficiencia del colector del método ANSI - ASHRAE Standard 93-2010 (RA 2014). Se igualó la eficiencia a cero y se reemplazó la irradiancia y Temperatura ambiente por las máximas registradas en enero.

$$\eta = \frac{q_u}{A_C * I_T} = F_R(\tau\alpha) - F_R U_L * \left( \frac{T_e - T_a}{I_T} \right)$$

$$F_R(\tau\alpha) = 0,715$$

$$F_R U_L = 4,847 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$I_{max} = 800 \frac{W}{m^2} \text{ (Irradiancia máxima registrada)}$$

$$T_a = 44 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (Temperatura ambiente máxima registrada)}$$

$$T_e = \text{Temperatura estancamiento.}$$

Despejando obtenemos una temperatura máxima de estancamiento de 162 °C. El material recomendado para instalaciones de ACS son el cobre y termofusión. Se elige cobre en vez de termofusión porque este último funde a temperaturas inferiores a la temperatura de estancamiento del sistema.

Para aumentar la eficiencia del sistema y evitar pérdidas de calor, toda cañería de circuito primario deberá ser aislada. Se recomienda el producto Armaflex de ArgenConfort, y se adjunta hoja técnica al presente informe. Cabe destacar que el aislante que se encuentre en el exterior debe estar protegida contra rayos UV, lo más utilizado y simple es recubrir la cañería por encima de la aislación con chapa zincada.

Para calcular el porcentaje de anticongelante en el circuito se ingresa al gráfico de la *Figura 2.6* con la temperatura mínima registrada. Esta temperatura en Buenos Aires es de - 6 °C. Se decidió tomar un criterio más conservador para poder operar en localidades vecinas como en La Plata en donde las temperaturas mínimas registradas llegan a los - 10 °C. Como solución se obtuvo utilizar entre un 25 y 30 por ciento de propilenglicol. Se recomienda usar este último ya que el etilenglicol es tóxico.

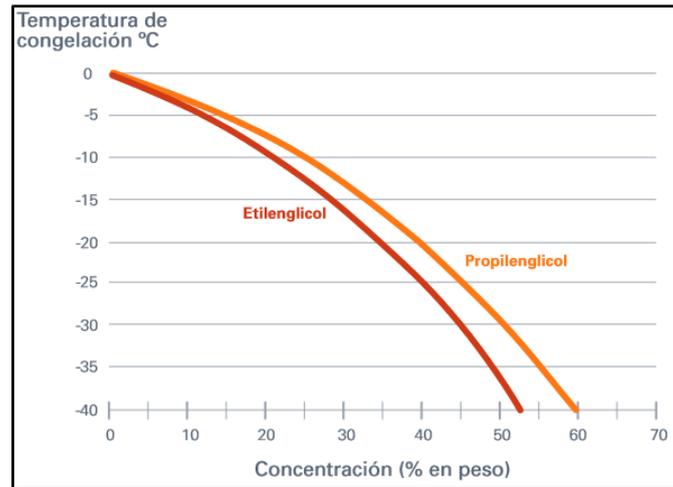


Figura 2.6: Porcentaje de anticongelante para temperatura mínimas registradas.

Para calcular el diámetro de cañerías se siguieron las recomendaciones del fabricante del colector, el cual sugiere 50 litros/hora por metro cuadrado de colector. El presente sistema utiliza 4 colectores de 2 m<sup>2</sup> cada uno, por lo que el caudal recomendado es 400 litros/hora. Con este valor se ingresó a la *Tabla 2.5* y se seleccionó el diámetro nominal de 18 mm.

Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mm)	Diámetro interior (mm)	Caudal (litros/h)
18	1,0	16,0	hasta 500
22	1,0	20,0	hasta 950
28	1,0	26,0	hasta 1.900
35	1,0	33,0	hasta 3.600
42	1,0	40,0	hasta 6.200
54	1,2	51,6	hasta 12.000

Tabla 2.5: Selección de cañería para circuitos de agua.

#### 2.4.1 Cálculo de Bomba de Circulación

El siguiente apartado corresponde a los cálculos para la selección de la bomba presurizadora, para los mismos se siguieron las recomendaciones del *Manual de cálculo y diseño de instalaciones de producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar y apoyo individual a gas natural*. Para esto es necesario estimar la pérdida de carga total del circuito primario siendo este el de mayores pérdidas. La altura manométrica es el resultado de la suma de pérdidas ocasionadas por la tubería, el intercambiador y los colectores.

$$P_{dc\ Total} = P_{dc\ Tuberías} + P_{dc\ Colectores} + P_{dc\ Intecambiador} \quad (1)$$

Para el cálculo de la pérdida de carga de las tuberías, se tuvieron en cuenta los tramos lineales como también las pérdidas de carga singulares. Para estas últimas se utilizó un método estimativo que transforma las singularidades en longitudes equivalentes de tubería lineal.

$$P_{dc\ tuberías} = P_{dc\ primarias} + P_{dc\ secundarias}$$

$$P_{dc\ unitaria} = 378 * \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} * F_c$$

$$P_{dc\ unitaria} = \text{Perdida de carga unitaria} \left[ \frac{\text{mm.c.a}}{m} \right]$$

$$Q = \text{Caudal circuito primario} \left[ \frac{l}{h} \right]$$

$$D = \text{Diametro interior de la cañería} [mm]$$

El factor de corrección de mezcla (Fc) se utiliza cuando el fluido calor portador es mezcla de agua y anticongelante, y relaciona las dos viscosidades mediante la siguiente expresión (si no se saben las viscosidades se puede tomar el valor 1,3 para instalaciones con características climáticas similares a Buenos Aires).

$$F_c = \left( \frac{\mu_{mezcla}}{\mu_{agua}} \right)^{1/4}$$

$\mu_{mezcla}$  = viscosidad mezcla agua – propilenglicol.

$\mu_{agua}$  = viscosidad dinámica del agua.

Para calcular las perdidas lineales o primarias se utiliza la siguiente expresión:

$$P_{dc\ primaria} = P_{dc\ unitaria} * L$$

$L$  = Longitud de cañería recta [ m ]

En cambio, las singulares o secundarias se estiman de la manera que se detalla a continuación:

$$P_{dc\ localizada} = P_{dc\ unitaria} * L_{equivalente}$$

$L_{equivalente}$  = Longitud de tubería recta de igual diametro que el obstáculo que produce la misma perdida de carga [ m ].

En la *Tabla 2.6* se encuentran las equivalencias a las singularidades.

	Diámetro nominal de la tubería					
	18	22	28	35	42	54
Curva de 45°	0,34	0,43	0,47	0,56	0,7	0,85
Codo de 90°	0,5	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71
Curva de 90°	0,33	0,45	0,6	0,84	0,96	1,27
Reducción	0,3	0,5	0,65	0,85	1	1,3
T 	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
T 	2,5	3	3,6	4,1	4,6	5
T 	1,68	1,8	1,92	2,4	3	3,6
Válvula antirretorno de clapeta	0,5	0,77	1,05	1,61	2,1	2,66

Tabla 2.6: Longitudes equivalentes en metros para distintos accesorios.

Habiendo entonces detallado el análisis matemático, a continuación, se encuentran enlistados los resultados en las *Tablas 2.7, 2.8 y 2.9*.

Características		
Q [l/min]	DN [mm]	D [mm]
0,96	18	16

Tabla 2.7 = Características Cañería

Singularidades	Cantidad	Long Equivalente [m]
Codos a 90	18	0,5
Antirretorno	1	0,5
Reducciones	6	0,5
T	2	2,5
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>4</b>

Tabla 2.8 = Longitud Equivalente

Pdcunit [mm.c.a/m]	L [m]	Lsing [m]	Ltotal [m]	Pdc [mm.c.a]	Pdc [bar]
25,79	15,00	4,00	19,00	490,10	0,05

Tabla 2.9 = Perdidas y Longitudes Equivalentes

Tanto la pérdida de carga del colector como la del intercambiador son datos brindados por los fabricantes de los equipos. Volviendo a la ecuación (1), se obtuvo la pérdida de carga total.

$$P_{dc\ Total} = 490\ mm.c.a + 4 \cdot (68\ mm.c.a) + 1580\ mm.c.a$$

$$= 2.342\ mm.c.a = 0,23\ bar$$

A partir del caudal y de la pérdida de carga se selecciona la bomba cuya curva característica se encuentre por encima del punto de diseño. Se sobredimensiona para poder absorber pérdidas de carga adicionales no previstas (obstrucción de cañerías y accesorios). Se recomienda la bomba circuladora Grundfos Cacao 15-60 y se adjunta hoja técnica al presente informe.

#### 2.4.2 Cálculo del Vaso de Expansión

Todo circuito cerrado debe prever la instalación de un vaso de expansión que permita absorber las dilataciones del fluido caloportador. Se desarrollaron los cálculos del volumen del vaso de expansión según la norma UNE 100155:

1- Se calculó el Volumen total del circuito primario

$$Vol_1 = Vol_{Colectores} + Vol_{Tuberías} + Vol_{Intecambiador}$$

2- Luego se calculó el volumen dilatado total ( $V_{DT}$ ), siendo este:

$$Vol_{DT} = Vol_{util} + Vol_{reserva} + Vol_{vaporizado}$$

El volumen útil del circuito se obtuvo del producto entre el volumen total del circuito primario, el coeficiente de expansión para una temperatura máxima de diseño y el factor de corrección por mezcla. Los valores utilizados se obtuvieron de los gráficos de las Figuras 2.7 y 2.8.

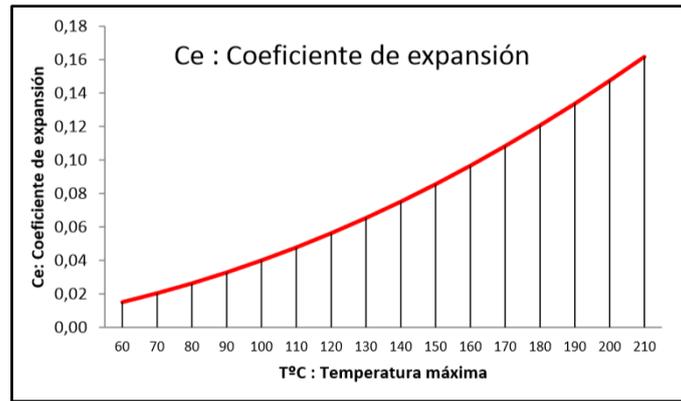


Figura 2.7: Coeficiente de expansión en función de la temperatura

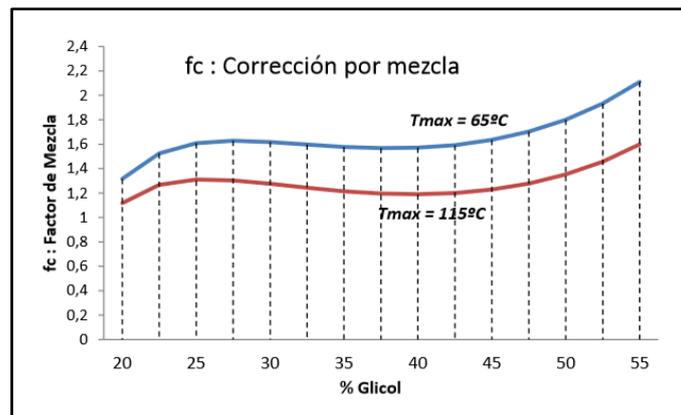


Figura 2.8: Factor de corrección por mezcla para distintas temperaturas.

$$Vol_u = Vol_1 * C_e * f_c$$

Se consideró que se puede vaporizar el volumen total contenido en los colectores más un diez por ciento, el cual cubre parte del volumen de las tuberías que pudieran contener vapor de agua.

$$Vol_{vaporizado} = Vol_{colectores} * 1,10$$

El volumen de reserva disponible para entregar al circuito en caso de una contracción por bajas temperaturas no debe ser inferior a 3 litros.

3. Luego se calculó el coeficiente de presión, de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

Siendo

$$P_M = \text{Presión Máxima (final)} = \min ( P_{Max-1}; P_{Max-2} ).$$

$$P_{Max-1} = 0,9 * p_{VS} + 1$$

$$P_{Max-2} = p_{VS} + 0,65$$

$$P_{VS} = \text{Presión de tarado de la válvula de seguridad}$$

La presión de tarado para el circuito primario será 5 bar.

$$P_m = \text{Presión mínima (inicial)} = P_{atm} + P_{llenado} + Coef_{seguridad}$$

$$P_{atm} = 1 \text{ bar.}$$

$$P_{llenado} = \text{presion de precarga} + 0,1 * h = 0,8 \text{ bar} + 0,1 \frac{\text{bar}}{\text{metros}} * 2,8 \text{ metros}$$

$$Coef_{seguridad} = 0,5 \frac{\text{bar}}{\text{bar}}$$

$h$  = altura entre el punto mas bajo de la instalacion de circuito primario y el punto mas elevado de la misma en metros.

4. Finalmente se determinó el volumen del vaso de expansión de la siguiente manera:

$$Vol_{vaso \text{ expansión}} = Vol_{DT} * C_p$$

En las *Tablas 2.10* y *2.11* se pueden encontrar los valores de los cálculos anteriores para el sistema en cuestión.

Datos extras	Valores
Coef de expansión (Ce)	0,09
Factor corrección por mezcla (fc)	1,3
Presión Máxima (PM)	5,65
Presión Válvula de Seguridad (Pvs)	5
Presión mínima inicial (Pm)	2,3 bar
Coef de presión (Cp)	1,71
Altura de instalación (h)	2,8 metros
Presión de llenado	1,28 bar

Tabla 2.10: Datos para cálculo de vaso expansor

	Volumen [ L ]
Colectores	6,84
Tuberías	3,02
Intercambiador	1,01
Útil	1,27
Reserva	3,00
Vaporizado	7,52
Dilatado Total	11,79
Vaso de Expansión	20,27

Tabla 2.11: Volúmenes para vaso expansor

Se recomienda sobredimensionar el mismo, ya que suele ser un elemento de bajo costo. Es por eso que se decidió utilizar un vaso de expansión de entre 24 y 27 litros. Para este diseño se eligió el vaso solares marca Varem modelos SOLARVAREM CE de 25 litros. Se adjunta características técnicas en Anexo.

### 2.4.3 Válvulas y Accesorios.

El circuito primario debe disponer de una válvula de seguridad tarada a una presión tal que asegure que ningún componente del circuito esté trabajando a una presión mayor a la admisible. Para asegurar que el circuito este siempre cargado se debe colocar una válvula de llenado automático, la cual ante una caída de presión permitirá el ingreso de agua hasta conseguir la presión de trabajo nuevamente.

Se agrega un manómetro al circuito para conocer la presión en todo momento y prevenir averías. También se agrega una válvula reguladora con caudalímetro para lograr el caudal recomendado por el fabricante de colectores.

Además, es recomendable la instalación de una válvula antirretorno que no permita que se produzca efecto termo sifónico durante las noches frías. De no tener esta válvula tendremos una pérdida de calor dentro del acumulador durante las noches de baja temperatura o días fríos de baja radiación solar.

Se deben instalar purgadores en el punto más alto de la instalación, siendo este la salida del grupo de captadores. Los purgadores se encargan de evacuar los gases que se pueden formar dentro del circuito primario, evitando que se generen puntos de elevada temperatura y corrosión.

Para una mejor comprensión del inciso 2.4 se anexa un plano isométrico del circuito primario y el detalle de sus componentes (Plano CJ\_04).

## 2.5 Circuito Secundario

En la siguiente sección se describen los parámetros y la metodología utilizada para el diseño del circuito secundario de ACS. Siguiendo los pasos de diseño explicados anteriormente se comenzó con la selección de material para las cañerías en función de la temperatura máxima del circuito. Esta última estará controlada por una válvula reguladora de caudal termostática a la salida del tanque acumulador, por lo que no superará los 60 °C. Aprovechando que la temperatura del circuito secundario es sensiblemente menor se optó por cañerías de tipo termofusión debido a su bajo costo, buena estanqueidad y facilidad de conexión. Para las secciones en las cuales circulará solo agua fría se instalarán caños termofusión convencionales y para las secciones de agua caliente se colocará el producto IPS Maxum PN 20, el cual presenta aislación.

El diámetro de tubería de distribución se eligió de manera tal que la velocidad del agua este comprendida entre 0,5 y 2 m/s. Teniendo en cuenta que el caudal de las duchas no superará los 6 litros por minuto se sabe que el caudal a circular será entre 6 y 12 litros por minuto. Por lo tanto, se seleccionaron cañerías DN 18 y las velocidades de circulación serán entre 0,6 m/s y 1,2 m/s.

### 2.5.1 Sistema Auxiliar

En latitudes como las de la ciudad de Buenos Aires el recurso solar no es capaz de abastecer la totalidad de la demanda de agua caliente. Es por esto que todo sistema solar térmico debe tener un sistema de apoyo. El elegido para este proyecto es calefón a gas envasado. El mismo se conecta en serie con el sistema de acumulación solar. El calefón debe tener un sensor de temperatura y encenderse solo cuando el agua no supere a la temperatura programada para el consumo.

Para la selección del modelo se consideró la situación extrema en la cual la temperatura del agua del acumulador es igual a la temperatura del agua de red, para un caudal equivalente a las dos duchas funcionando simultáneamente y una temperatura de consumo agradable.

Con la siguiente expresión obtenemos la potencia mínima necesaria para la selección del sistema auxiliar:

$$Potencia\ necesaria = C_p * Q * (T_{agua\ caliente} - T_{agua\ fria})$$

Donde:

$$C_p = 4,175 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ K} = 1 \frac{Kcal}{g \cdot ^\circ K}$$

$$Temperatura\ agua\ caliente = 42^\circ C$$

$$Temperatura\ agua\ fria = 14,5^\circ C$$

$$C_p = 12 \frac{kg}{minutos} = 720 \frac{kg}{horas}$$

Entonces debemos tener equipo de potencia mayor a 19800 Kcal/h (23 KW) como sistema auxiliar. Se eligió el equipo ORBIS 320SPOE de 23044 Kcal/h (26,78 KW) de potencia útil. En el anexo se encuentra la hoja técnica del calefón.

### 2.5.2 Válvula mezcladora.

Para limitar la temperatura del agua de consumo se instaló una válvula mezcladora termostática regulable a la salida del sistema auxiliar. De esta manera se permitirá el ingreso de agua fría ya sea porque el sistema auxiliar calentó el agua por encima de la temperatura seteada o porque ya se encontraba caliente en el acumulador.

### 2.5.3 Regulación de consumo

El uso eficiente de recursos es uno de los principales objetivos de este proyecto, por eso no se puede permitir que se derroche agua caliente. La falta de control afectaría sensiblemente la eficiencia del sistema, por eso se instalarán reguladores de caudal en cada ducha. Estos accesorios aseguran que el caudal se mantenga constante incluso con presiones fluctuantes aguas arriba o abajo del regulador. El modelo de regulador de caudal de bronce es VB1506SR marca Sika y su hoja técnica se encuentra en el anexo.

Para evitar que los usuarios dejen correr agua cuando no las están utilizando se instalaran canillas temporizadas, las cuales permiten el flujo de agua cierta cantidad de segundos luego de ser accionadas por el usuario.

#### 2.5.4 Válvulas y Accesorios

Al igual que en el circuito primario debe existir una válvula de seguridad tarada a una presión tal que aseguro que ningún componente del circuito esté trabajando a una presión mayor a la admisible. Esta se coloca generalmente en la parte superior del acumulador junto con un aireador y un manómetro, y a estos tres componentes se los conoce como grupo de seguridad.

#### 2.5.5 Bomba presurizadora

Para asegurar que el agua llegue a los consumos y que el circuito primario siempre opere presurizado se instalará una bomba presurizadora. Esta última tomará el agua de red y elevará la presión de esta. Para el sistema en cuestión se seleccionó la bomba Plevius 100W de 3 velocidades y se adjunta hoja técnica al presente informe.

#### 2.5.4 Control Diferencial de Temperatura.

Para poder controlar y regular el funcionamiento de ambos sistemas se instalarán sensores de temperaturas y un controlador electrónico. Se colocarán al menos 2 sondas de temperatura, una en la salida del último colector (sonda T1) y el otro en la parte inferior del tanque (T2). Recomendamos instalar una tercera sonda en la parte superior del tanque para tener control de la temperatura máxima del tanque y la utilizada para consumo. El controlador es el encargado de leer estas dos temperaturas y decidir cuándo encender y apagar la bomba de circulación. Al mismo se le puede conectar la resistencia eléctrica del tanque y programarla para que se encienda para ciertos rangos de temperatura.

Lógica de Control que permite maximizar la eficiencia del sistema:

Si  $T1 - T2 > 8^{\circ}\text{C}$ , encender la bomba circuladora.

Si  $T1 - T2 < 2^{\circ}\text{C}$ , detener la bomba circuladora.

2.6 Sistema Integrado – Plano Unifilar y componentes.

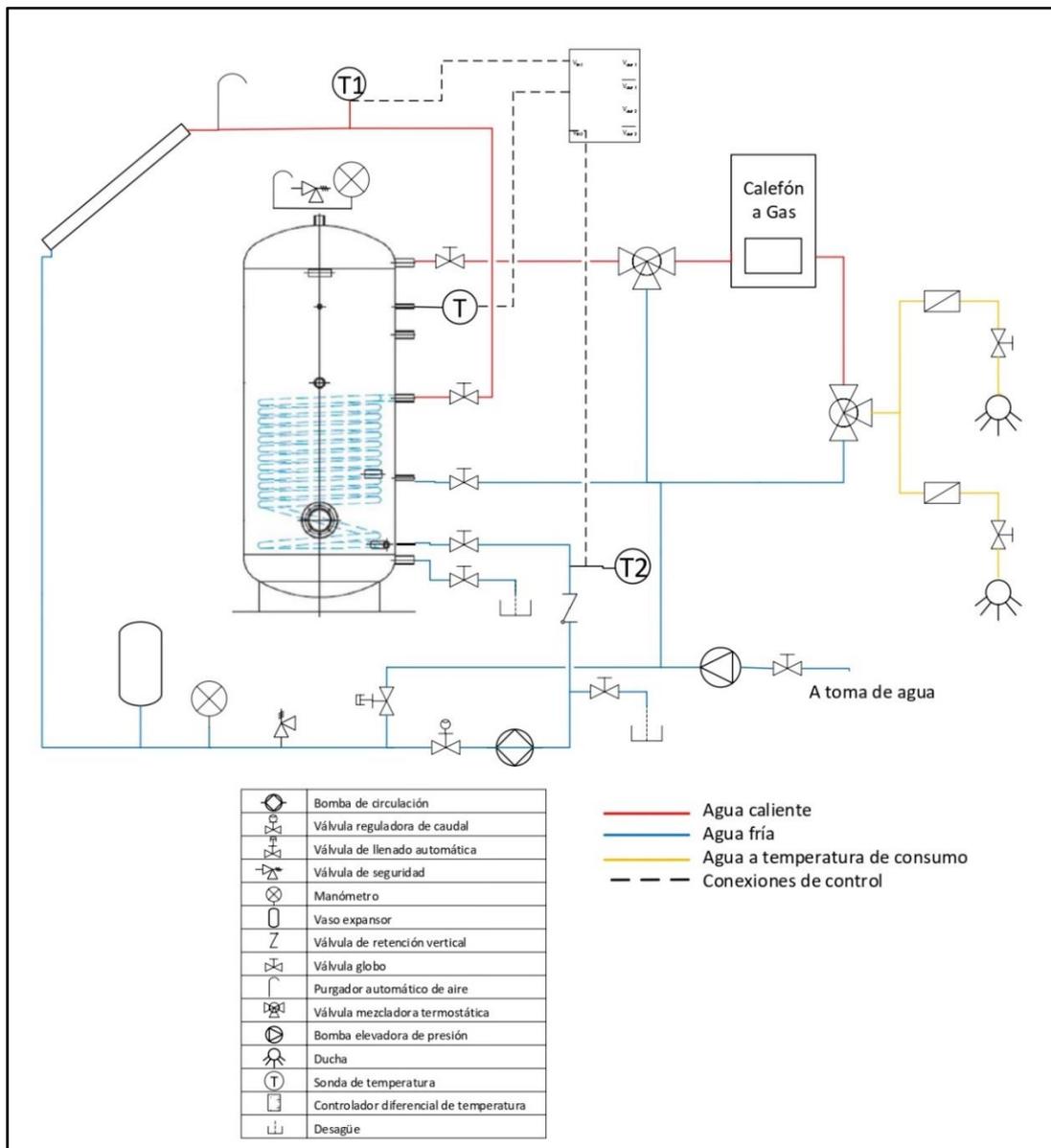


Figura 2.9: Diagrama de sistema de agua caliente sanitaria (ACS)

### 3. Sistema solar fotovoltaico.

En el siguiente apartado se describen los principales componentes de un sistema solar fotovoltaico off-grid y los cálculos correspondientes para el dimensionamiento de cada uno de ellos.

A continuación, se presenta un esquema unifilar donde se pueden identificar los principales componentes del conjunto junto a una breve descripción de cada uno.

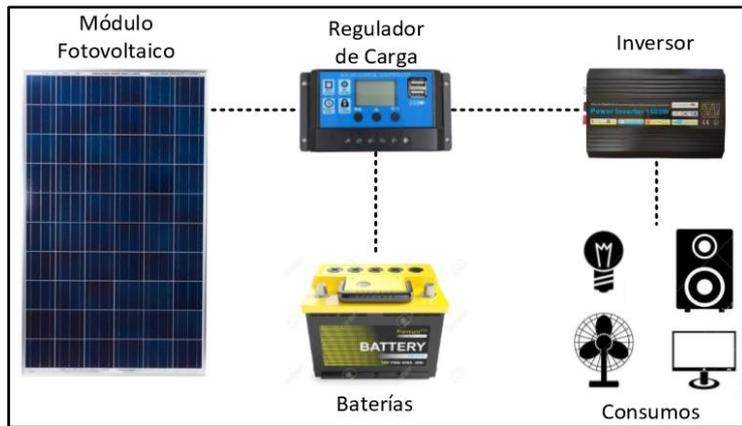


Figura 3.1: Esquema básico de instalación fotovoltaica off-grid

**Módulos Fotovoltaicos:** Conjunto de células fotoeléctricas encargadas de transformar la radiación solar en energía eléctrica.

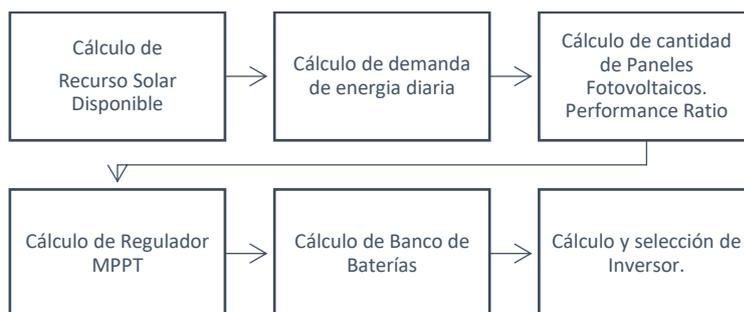
**Regulador:** Su principal función es regular y asegurar una correcta carga de la batería. Una mala selección de regulador disminuye la vida útil de la batería notablemente.

**Baterías:** acumulan la energía generada por los paneles para ser utilizada en los momentos que no haya luz solar.

**Inversor:** Transforma la corriente continua (CC) proveniente de los paneles solares y baterías en corriente alterna (CA). Algunos también permiten conectarles una fuente externa de corriente alterna para cargar las baterías.

#### Dimensionamiento

Pasos para realizar el correcto dimensionamiento del sistema fotovoltaico:



### 3.1 Recurso Solar Disponible

Se calculó que cantidad de energía solar disponible en la Ciudad de Buenos Aires, y cuanto se puede captar en función de la orientación e inclinación de los paneles fotovoltaicos.

Para efectuar los cálculos correspondientes se utilizaron los datos de la guía del recurso solar de la República Argentina, brindados por el Ministerio de Energía y Minería.

Para simplificar el proceso diario de puesta en marcha del sistema, se diseñó un mecanismo que permite una única inclinación posible de los paneles. Se empleó el método de peor mes, es decir, se eligió el ángulo que maximiza la irradiancia solar para el mes del año que menor irradiancia solar tenga, siendo 60 ° para el mes de junio.

En la *Tabla 3.1*, se observan las irradiancias captadas en cada mes del año sobre un plano horizontal (Hh). También se encuentra el factor de proporcionalidad promedio mensual (R) que permite estimar la irradiación solar en el plano inclinado (Ht) a partir de la irradiación en plano horizontal. En la *Tabla 12* figuran datos para una orientación norte y una inclinación de 60°.

Datos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Hh [kWh/m2.día]</b>	7,13	6,09	5,15	3,65	2,51	2,16	1,90	2,98	3,97	5,54	7,03	7,40
<b>R</b>	0,70	0,80	0,96	1,21	1,49	1,66	1,56	1,31	1,04	0,84	0,73	0,68
<b>Ht [kWh/m2.día]</b>	4,99	4,87	4,94	4,42	3,74	3,59	2,96	3,90	4,13	4,65	5,13	5,03

Tabla 3.1: Irradiancias solares mensuales.

En la *Figura 3.2*, se aprecia un gráfico que nos ayuda a interpretar mejor los datos de la *Tabla 3.1*.

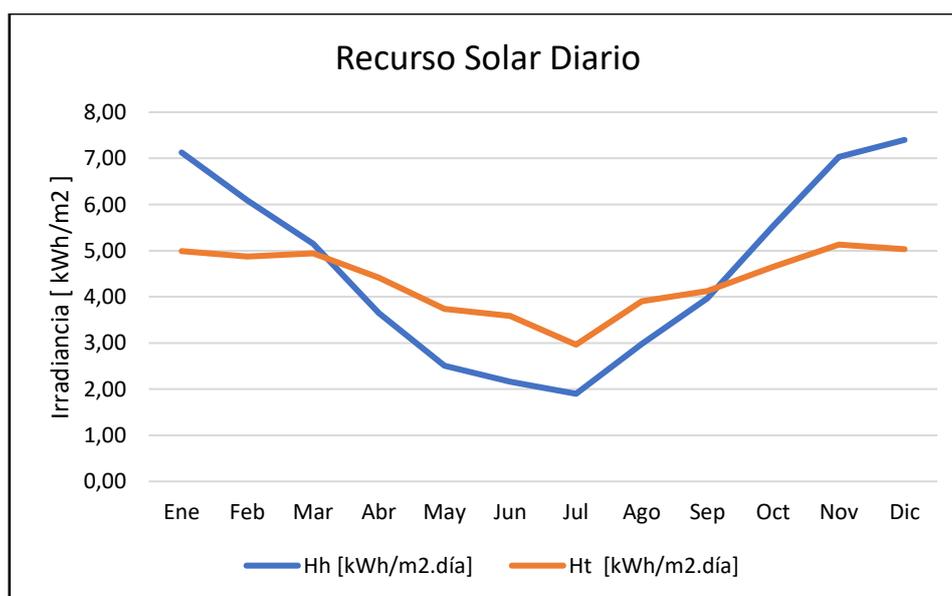


Figura 3.2: Recurso Solar Disponible para cada mes vs Captación solar de panel a 60 grados orientación norte.

### 3.2 Demanda

Para poder calcular la demanda se enlistaron los equipos que consumen electricidad y estimó el tiempo en el cual estarán encendidos. De esta manera se obtuvo la demanda total de energía diaria con la siguiente fórmula:

$$D_E = \sum W_{potencia\ de\ artefacto} * T_{tiempo\ de\ uso}$$

Para el sistema duchas móviles los valores son los de la *Tabla 3.2*.

ARTEFACTO	Cantidad	Potencia Unitaria(W)	Potencia TOTAL(W)	Tiempo (h/dia)	Whdia	Porcentaje
<b>Led</b>	10	6	60	5	300	18%
<b>Bomba Recirculadora</b>	1	70	70	5	350	21%
<b>Extractores</b>	2	20	40	10	400	24%
<b>Bomba Suministro</b>	1	70	70	5	350	21%
<b>Inodoro</b>	1	216	216	0,6	129,6	8%
<b>Control Diferencial</b>	1	2	2	10	20	1%
<b>Inversor (vacío)</b>	1	6	6	12	72	4%
<b>Calefón</b>	1	2	2	12	24	1%
<b>Total</b>			250		1645,6	

*Tabla 3.2: Lista de consumos y demanda*

Se obtuvo demanda de energía diaria de 1645,6 Wh ( $E_D$ ). Este último valor no deja de ser un valor puramente teórico, ya que está lejos del real. Para obtener una estimación más próxima al consumo real existe un factor corrector de la demanda real ( $FC_D$ ) que tiene en cuenta las pérdidas presentes en un sistema solar fotovoltaico.

$$E_{DR} = \frac{E_D}{FC_D}$$

Donde:

$E_{DR}$  = Demanda energética real

$E_D$  = Demanda energética teórica

$FC_D$  = Factor corrector de la demanda

$$FC_D = (1 - K_b - K_c - K_r - K_v) * \left(1 - \frac{K_a * N}{P_d}\right)$$

El  $FC_D$  contempla en cada uno de sus coeficientes las distintas pérdidas de energía que se pueden dar en un sistema dependiendo de sus elementos y condiciones externas. A continuación, se explica cada uno de los coeficientes y en la *Tabla 3.3* se encuentran los valores para el sistema en cuestión y el valor de corregido de la demanda (EDC). Los valores de los coeficientes se

obtienen de la bibliografía correspondiente al curso *Energía Solar Fotovoltaico - Nivel Avanzado* de la Facultad de Ingeniería de La Plata.

$K_b$ : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.

- 0,05 en sistemas que no demanden descargas intensas.
- 0,1 en sistemas con descargas profundas.

$K_c$ : Coeficiente de pérdidas en el inversor.

- 0,05 para convertidores sinusoidales puros trabajando en régimen óptimo:
- 0,1 para convertidores sinusoidales trabajando en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo.

$K_r$ : Coeficiente de pérdidas en el regulador.

- 0,05 para reguladores MPPT.
- 0,1 para reguladores PWM.

$K_v$ : Coeficiente de perdidas varias, la cual contempla las pérdidas que no fueron tenidas en cuenta.

- 0,05 mínimas
- 0,1 intermedias
- 0,15 grandes

$K_a$ : Coeficiente de auto descarga diario.

- 0,002 para baterías de baja auto descarga Ni-Cd.
- 0,005 para baterías estacionas de Pb-Ácido
- 0,012 para baterías de alta auto descarga.

$N$ : Número de días de autonomía de la instalación, es decir, los días que la instalación sea capaz de operar bajo irradiancia mínima.

$P_d$ : Profundidad de descarga diaria de la batería.

$K_b$	$K_c$	$K_r$	$K_v$	$K_a$	$N$	$P_d$	FCd	Demanda corregida [W.hora /dia ]
0,1	0,1	0,05	0,1	0,002	2	0,7	0,65	2531

Tabla 3.3: Coeficientes de perdida

### 3.3 Paneles FV

El cálculo de estimación de cantidad de paneles dependerá del regulador que vamos a utilizar, en nuestro caso será un regulador de tipo MPPT (Maximum Power Point Tracker) .La potencia nominal de los módulos fotovoltaicos estará referida a las normas de Condiciones Standard de Medida (STC):

- Irradiancia = 1000W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral = AM 1.5G
- Incidencia Normal
- Temperatura de la célula 25°C

Con los datos de la cantidad de energía solar que recibe un metro cuadrado de superficie en un día (Ht), se calculó la hora pico solar (HPS) para cada mes. La hora solar pico (HSP) es una unidad que mide la irradiación solar y se define como la energía por unidad de superficie que se recibiría con una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m<sup>2</sup>. En resumen, si en el mes de Enero Buenos Aires tiene 5 HSP significa que tenemos 5 horas de sol irradiando 1000W/m<sup>2</sup>. Los resultados para los distintos meses del año se aprecian en la *Tabla 3.4*.

$$H_T \left[ \frac{kW \cdot h}{(m^2 \cdot día)} \right] = I \left[ \frac{1 \cdot kW}{(m^2 \cdot día)} \right] * HPS [h]$$

Datos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Hora pico solar (HPS)</b>	4,99	4,87	4,94	4,42	3,74	3,59	2,96	3,90	4,13	4,65	5,13	5,03

Figura 3.4: Hora pico solar que, para cada mes del año.

Para poder estimar la producción de energía de los paneles se calculó el valor del Performance Ratio (PR). El PR, es un concepto de las instalaciones on-grid, en donde se relaciona la energía real producida por el campo fotovoltaico contra la energía que se inyectaría si este trabajase a condiciones de ensayo de la norma STC. Esta razón se encarga de estimar las pérdidas que se pueden tener en una instalación, ya sean pérdidas mecánicas de los elementos o pérdidas por el entorno y condiciones ambientales.

$$PR = \frac{E_p}{P_p \cdot HPS_{(STC)}}$$

*E<sub>p</sub>*: Energía real producida.

*P<sub>p</sub>*: Potencia pico instalada.

A continuación, se puede encontrar la ecuación con los detalles de cada coeficiente de pérdida y en la *Tabla 15* los valores utilizados para el diseño de nuestro sistema:

$$PR [\%] = (100 - A - Pérdidas_{temperatura}) * B * C * D * E * F$$

Donde:

El valor A representa las pérdidas totales en los paneles y es el resultado de la suma de las siguientes pérdidas singulares:

A1: Pérdidas por dispersión de los parámetros entre los módulos.

A2: Pérdidas por efecto del polvo y suciedad sobre los módulos solares.

A3: Pérdidas por reflectancia angular y espectral.

A4: Factor de sombras.

El factor B corresponde a las pérdidas en los cables, en la parte de corriente continua. Esta directamente vinculado con la potencia instalada en corriente continua y con la longitud de los cables en continua.

Los demás parámetros corresponden a instalaciones on-grid, que para nuestro caso valdrán 1:

C: Pérdidas en el cableado de la parte de corriente alterna.

D: Pérdidas por disponibilidad

E: Rendimiento en el Inversor

F: Pérdidas por rendimiento de seguimiento del punto de máxima potencia del generador.

La mayoría de los parámetros surgen de valores empíricos en base a la experiencia y del registro que se tiene de plantas fotovoltaicas ya instaladas. En nuestro país no existen aún tablas, ni reportes en los cuales basarse. Por otro lado, es aún mas difícil estimarlo para nuestro caso, ya que las condiciones de donde va a operar el tráiler serán muy variadas. Para el presente proyecto se utilizaron recomendaciones de la consultora Enersol.

A1	A2	A3	A4	A	B	C	D	E	F
0,015	0,01	0,02	0,04	0,085	0,985	1	1	1	1

Tabla 3.5: Coeficientes de pérdidas de sistema FV.

Las perdidas debido al efecto de temperatura se calcularon según la siguiente expresión:

$$Perdidas_{temperatura} [\%] = 100 - 100 * (1 - g * (T_c - 25^\circ C))$$

Siendo *g* el gradiente de la curva de eficiencia del panel en función de la temperatura (dato del fabricante), *T<sub>c</sub>* la temperatura de trabajo de las células, que dependerá de la temperatura ambiente, el módulo solar (TONC) y de la radiación que incida sobre este último (E) bajo la siguiente expresión:

$$T_c = T_{ambiente} + (TONC - 20^\circ C) * \left(\frac{E}{800 \frac{W}{m^2}}\right)$$

Para los resultados mostrados en la *Tabla 3.6* se tomó como referencia el panel solar de 320 Wp de 24V marca Trinasolar del cual se puede consultar su hoja técnica en el Anexo. Para este producto en particular el valor de TONC es 44°C.

Meses	Tamb [ °C ]	Tc [ °C ]	Ptemp	PR Calculado
<b>Enero</b>	25,89	51,39	11%	79,47
<b>Febrero</b>	25,22	50,72	11%	79,74
<b>Marzo</b>	22,6	48,10	9%	80,80
<b>Abril</b>	18,56	44,06	8%	82,43
<b>Mayo</b>	15,23	40,73	6%	83,77
<b>Junio</b>	12,37	37,87	5%	84,93
<b>Julio</b>	11,83	37,33	5%	85,15
<b>Agosto</b>	13,46	38,96	6%	84,49
<b>Septiembre</b>	15,05	40,55	6%	83,85
<b>Octubre</b>	16,93	42,43	7%	83,09
<b>Noviembre</b>	20	45,50	8%	81,85
<b>Diciembre</b>	24,33	49,83	10%	80,10

Tabla 3.6: Performance Ratio mensuales.

Luego se igualó la energía real producida ( *E<sub>P</sub>* ) por los módulos en el peor mes (Julio) con la energía demandada ( *E<sub>DR</sub>* ) :

$$E_P = P_P * HPS_{(STC)} * PR = E_{DR}$$

De esta manera se obtuvo la potencia pico a instalar:

$$P_p = \frac{E_{DR}}{HPS_{(STC)} * PR} = \frac{2531 \text{ Wh/día}}{2,96 \text{ h} * 0,85} = 1008,9 \text{ W}$$

Dividendo la potencia pico necesaria a instalar por la nominal de nuestros paneles, se consiguió el número de paneles necesarios:

$$\text{Número de paneles} = \frac{P_p}{\text{Potencia nominal de los paneles}} = \frac{1008,9 \text{ Wp}}{320 \text{ Wp}} = 3,15$$

Debido a limitaciones de espacio en el tráiler el máximo de paneles posibles a instalar es 2, es decir la potencia instalada será 640 Wp. Esto significa que la potencia no logrará cumplir con la demanda de todos los meses del año. Para estos se deberá suplir este déficit con la energía de las baterías o energía de red.

### 3.4 Regulador de carga.

El elemento conocido como regulador tiene como principal función controlar la carga y descarga de las baterías evitando sobrecargas y descargas excesivas, alargando la vida útil de estas.

Existen en la actualidad dos tipos de reguladores los de modulación por ancho de pulsos o los seguidores de punto de máxima eficiencia, es decir los PWM o MPPT por sus siglas en inglés.

Cuando se utilizan reguladores MPPT, a diferencia de los PWM, la tensión y corriente de entrada y salida son diferentes, esto es así porque el regulador es capaz de adaptar su tensión a la del campo fotovoltaico para que los paneles trabajen en el punto de máxima eficiencia. Esto permite que la producción de energía aumente hasta un 30% con respecto a los PWM. Por lo anteriormente explicado se decidió elegir un regulador MPPT.

Para determinar la corriente mínima del regulador se multiplica la intensidad de cortocircuito de cada panel por el número de paneles en paralelo. En nuestro caso al tener solo dos paneles el cálculo es más sencillo. Adicionalmente consideramos un margen de seguridad del 10%.

$$\begin{aligned} I_{\min \text{Regulador}} &= I_{\text{corto circuito FV}} * N_{\text{ramas en paralelo}} * (1 + \text{margen seguridad}) = \\ &= 9,1 \text{ Amperes} * 1 * (1 + 10\%) = 10,01 \text{ Amperes} \end{aligned}$$

Los otros parámetros que debemos verificar en la hoja técnica del regulador es la tensión de trabajo a la cual puede trabajar y cuál es la potencia de paneles en watts pico que soporta. Estos tres parámetros permiten seleccionar nuestro regulador de carga. A continuación, se presenta la Tabla 3.7 con los valores característicos del regulador elegido. Para más información se adjunta al presente informa la hoja técnica correspondiente de regulador.

Aspectos Técnicos - Regulador Renogen	
<b>Modelo</b>	ML2430
<b>Voltaje del sistema</b>	12V/24V Auto
<b>Voltaje de batería</b>	9 a 35 V
<b>Corriente de carga nominal</b>	30 A
<b>Corriente de consumo nominal</b>	20 A
<b>Max. Potencia de entrada del sistema fotovoltaico</b>	400W/12V
	800W/24V
<b>Eficiencia de conversión</b>	≤ 98 %

Tabla 3.7: Aspectos Técnicos Regulador Renogen 1

### 3.5 Banco de baterías

Las baterías son las encargadas de acumular la energía producida por los paneles fotovoltaicos. Son el elemento más vulnerable del sistema, requieren cierto mantenimiento y una mala decisión de baterías puede traer complicaciones en todo el sistema. Es el elemento con menor vida útil dentro del sistema y se deben cambiar periódicamente. Representan aproximadamente el 35 % por ciento del precio de la instalación.

Existen cuatro tipos de baterías posibles de utilizar en sistemas fotovoltaicos. La selección dependerá del tipo de sistema y el uso de este, estas son:

- Plomo - Ácido
- AGM - Electrolito Absorbido
- Celdas de Gel
- Níquel - Cadmio

Para comenzar, se sabe que las baterías de Níquel Cadmio tienen un alto costo comparada con las anteriores, es por eso que se descartan. Las Celdas de Gel convencionales no son aptas para nuestro sistema ya que no admiten descargas profundas, entonces nos queda decidir por las dos primeras. Si bien las de Plomo - Ácido son más baratas y admiten ciclos de descarga superiores a las AGM, requieren de mantenimiento para un correcto funcionamiento y para lograr una vida útil aceptable. Otro punto a favor de las baterías de electrolito absorbido es que no producen gases, esto reduce el al mínimo el riesgo de explosión y, diferencia de las de Plomo- Ácido, pueden instalarse en lugares cerrados sin ventilación forzada. Es importante destacar que las baterías AGM son herméticas por lo que es posible colocarlas en cualquier posición sin tener que preocuparse por que se derrame electrolito.

Se comienza definiendo la tensión nominal del sistema para poder determinar la capacidad de carga mínima ( $E_{A.h}$ ). Para este sistema se eligió 24 V y no 12 V porque los reguladores solares de potencia mayor a 500W operan en 24 V.

$$E_{(Ah)} = \frac{E_{DR}}{V_{NS}} = \frac{\text{Demanda de Energía Diaria Real [W.h]}}{\text{Tensión Nominal del Sistema [Volts]}} = \frac{2557,26 \text{ W.h}}{24 \text{ V}} = 106,6 \text{ A.h}$$

Luego se obtuvo la capacidad de carga de la batería en amperes horas ( $C_{A.h}$ ) mediante la siguiente expresión:

$$C_{(Ah)} = \frac{E_{Ah} * n}{P_d} = \frac{106,6 A.h * 1,5}{0,8} = 199,8 A.h$$

Siendo:

$n$  = número de días de autonomía.

$P_d$  = profundidad de descarga de las baterías( depende del modelo de la batería ).

Debido a que no se encuentran en el mercado de baterías de 24 V con esta capacidad se debe instalar un banco. No se puede mezclar baterías de distintas capacidades y marcas, esto trae complicaciones de mantenimiento. Para este proyecto se eligió 2 baterías de 12V en serie 200  $A.h$ , marca Renogen, modelo UCG200-12R cuya hoja técnica se encuentra en el anexo.

### 3.6 Inversor o convertidor estático

La principal función del inversor es transformar la corriente continua (CC) producida por los paneles fotovoltaicos y batería a corriente alterna (CA). Si bien esta última es la más importante, no es la única función del inversor, también es un protector del sistema en los casos que este último sea on-grid y de la batería en el caso off-grid.

Existen convertidores estáticos que también son cargadores permitiendo conectar una fuente de corriente alterna para poder cargar el banco de baterías del sistema. Para el presente proyecto se escogió un inversor de este tipo para poder operar independientemente de las condiciones climáticas. Los inversores de onda pura son los únicos que pueden ser cargadores y brindan la posibilidad de modificar mayores parámetros y guardar distintas configuraciones. Estos no tienen restricción de carga, son de muy alta eficiencia (entre 90 % y 98%).

#### Dimensionamiento del inversor:

El dimensionamiento de potencia necesaria del equipo ( $P_{INV}$ ) se hace en función de la potencia instalada de lado de corriente alterna ( $P_{AC}$ ). Cuando las cargas son muchas se puede aplicar un factor de simultaneidad de  $f_s = 0,6$  que indica una estimación proporcional de cargas conectadas simultáneamente. Ya que el sistema tráiler es pequeño se eligió un factor de simultaneidad igual a la unidad. Luego, se consideró un factor de seguridad ( $F.S$ ) por aquellos dispositivos que tienen pico de arranque y por posibles ampliaciones o conexiones momentáneas de nuevos equipos. En este caso se decidió usar en la siguiente expresión un 25%:

$$P_{inveror} = F.S * P_{AC} * Factor\ de\ simultaneidad = 1,25 * 250\ W * 1 = 312,5\ W$$

A la hora de seleccionar un inversor se debe verificar a que potencia de trabajo tiene su máximo rendimiento ya que ésta bajará rotundamente cuando nos alejamos de este punto. Los inversores cargadores más pequeños que encontramos en el mercado son de 500 W. Para el tráiler se eligió el modelo MultiPlus 24/500/10 de la marca Victron Energy, se puede encontrar las características de este equipo en el anexo.

### 3.7 Conexiones y Protecciones.

Se comienza por detallar las conexiones en corriente continua. Es importante respetar los colores de los cables de los circuitos para evitar confusiones y posibles accidentes que dañen los equipos. Los cables serán negros para el negativo y rojos para el positivo como estipula la norma. Todas las conexiones de corriente continua deben ser firmes para evitar pérdidas por lo que se utilizarán borneras. El negativo del inversor se conectará al negativo de la batería y en la rama positiva estarán los sistemas de protección. Estos serán tres fusibles de corriente continua. Cada panel solar debe estar conectado a tierra al igual que la estructura del panel, chasis del inversor, gabinetes, batería y tableros.

Siguiendo con la rama de alterna se tendrá un cable línea y un cable neutro. A la salida del inversor se conectará una llave termomagnética y un disyuntor, a continuación, se podrán conectar los servicios que queremos energizar.

También se debe la rama de conexión entre el cargador y el inversor. A la salida del inversor, previa a los consumos, se debe vincular una llave termomagnética para proteger el sistema a un eventual cortocircuito o sobre carga, y un disyuntor para proteger a los usuarios ante una eventual descarga eléctrica, para luego poder conectarnos a la red pública o generador.

Todo sistema se debe conectar a tierra. Se recomienda disponer de una jabalina en el lugar de operación para conectar la rama de alterna al operar. Como segunda alternativa, se conecta la tierra del inversor a la lanza del tráiler y esta última se apoya en tierra.

### 3.8 Dimensionamiento de cables

En todo diseño de sistema eléctrico la selección de sección de cable necesario para transportar la corriente es de suma importancia. Una mala selección de cable genera fallas de sistema y rotura de equipos. Averiguar la sección de un cable para baja tensión consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.
- Criterio de la caída de tensión.

Además, el cable seleccionado debe satisfacer la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles AEA 90364-7.

Se inició calculando las secciones de cable para la rama de corriente continua. Para una mejor comprensión de los siguientes cálculos se aconseja ver *Figura 3.3*. Para los cables correspondientes a corriente continua, se eligen cables de cobre, unifilares doblemente aislados y que presenten resistencia a la intemperie. La fórmula general para el cálculo de sección de línea de corriente continua es la siguiente:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} \quad (3.8.1)$$

Donde  $S$  es la sección del conductor,  $\rho$  la resistividad del material,  $L$  a longitud del cable,  $I$  la intensidad prevista en el conductor y  $\Delta V$  la caída de tensión permitida.

La resistividad de cobre a una temperatura de 40 grados es  $52 \left[ \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right]$ . Se realizaron los cálculos utilizando la temperatura máxima de verano por ser esta la condición más crítica.

Debido a que los demás parámetros varían dependiendo en que sector de la instalación eléctrica nos encontremos se dividió a la misma en los siguientes subsistemas:

Subsistemas	Caída de Tensión Admisible	Caída de Tensión Recomendada
<b>Paneles - Regulador</b>	3%	1%
<b>Regulador - Baterías</b>	1%	1%
<b>Baterías - Inversor</b>	1%	1%
<b>Regulador - Consumo 24 V</b>	2%	1%

Tabla 3.8: Subsistemas eléctricos.

#### Subsistema paneles - regulador de carga.

La distancia entre los paneles a la caja de conexión de continua no será mayor a 4 metros, la tensión de trabajo de los paneles es 24 V y la corriente máxima será la del panel ( $I_{SC}$ ) que para nuestro caso es 18,2 A. Aplicando la ecuación (3.8.1) obtenemos una sección igual a  $7,3 \text{ mm}^2$ .

Entonces se debe elegir una sección superior a la calculada, dentro de las medidas comerciales estándares de conductores de cobre. En este caso se seleccionó el de  $10 \text{ mm}^2$ .

Sección en mm2							
<b>Conectores Cobre</b>	1,5	2,5	4	6	10	16	25

Tabla 3.9: Secciones conectores de cobre.

Luego se verificó que cumplía con la condición de criterio de intensidad máxima admisible. Para esto se utilizó la tabla Tabla 770.12.I - Intensidad de corriente admisible para temperatura ambiente de cálculo de 40 °C de la Norma AEA 90364-7, la cual se encuentra disponible en el anexo.

Por último, se comprobó el sobrecalentamiento de la línea por un eventual cortocircuito, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \frac{I}{I_{max}}$$

Donde  $T_0$  es la temperatura ambiente,  $T_{max}$  (40 °C) la temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento,  $I$  intensidad que circula por el conductor,  $I_{max}$  (15 A) la intensidad máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento.

Obteniendo como resultado 44 °C, esta diferencia de temperatura con respecto a los 40°C no afectará la conductividad del cobre.

#### Subsistema desde Regulador de Carga hasta Baterías, Inversor y Consumos en 24V

Tensión de trabajo 24 V - Caída de Tensión recomendada 1 %  
Longitud de Cable 2 m.

Intensidad de Corriente: Será la máxima corriente entre la corriente de máxima de consumo y la máxima que puede aportar el regulador.

Intensidad de consumo:  $500 \text{ W} / 24 \text{ V} = 20,8 \text{ A}$ .

Corriente de Carga de Regulador: 30 A.

Sección Resultante:  $10 \text{ mm}^2$

Para una sección de  $10 \text{ mm}^2$ , la temperatura máxima del conductor para  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , serán  $53 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  respectivamente. Para evitar el calentamiento se seleccionó como sección de cable  $25 \text{ mm}^2$ . Obteniendo  $39 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $51 \text{ }^\circ\text{C}$  como temperaturas máximas del conductor para  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Una vez dimensionados los conductores de corriente directa continuamos con las líneas de corriente alterna monofásica, y para esta última debemos usar la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V}$$

Suponiendo que el inversor esté operando en máxima potencia de salida (430W) y tensión nominal (220 V), la corriente de circulación sería 1,95 A.

Caída de tensión permisible recomendada 3%

$\cos \varphi$  (conservador) = 0.8

Mayor longitud de cable (L)= 15 m

Sección Resultante=  $0,17 \text{ mm}^2$  Sección elegida=  $1,5 \text{ mm}^2$

### 3.9 Esquema eléctrico unifilar

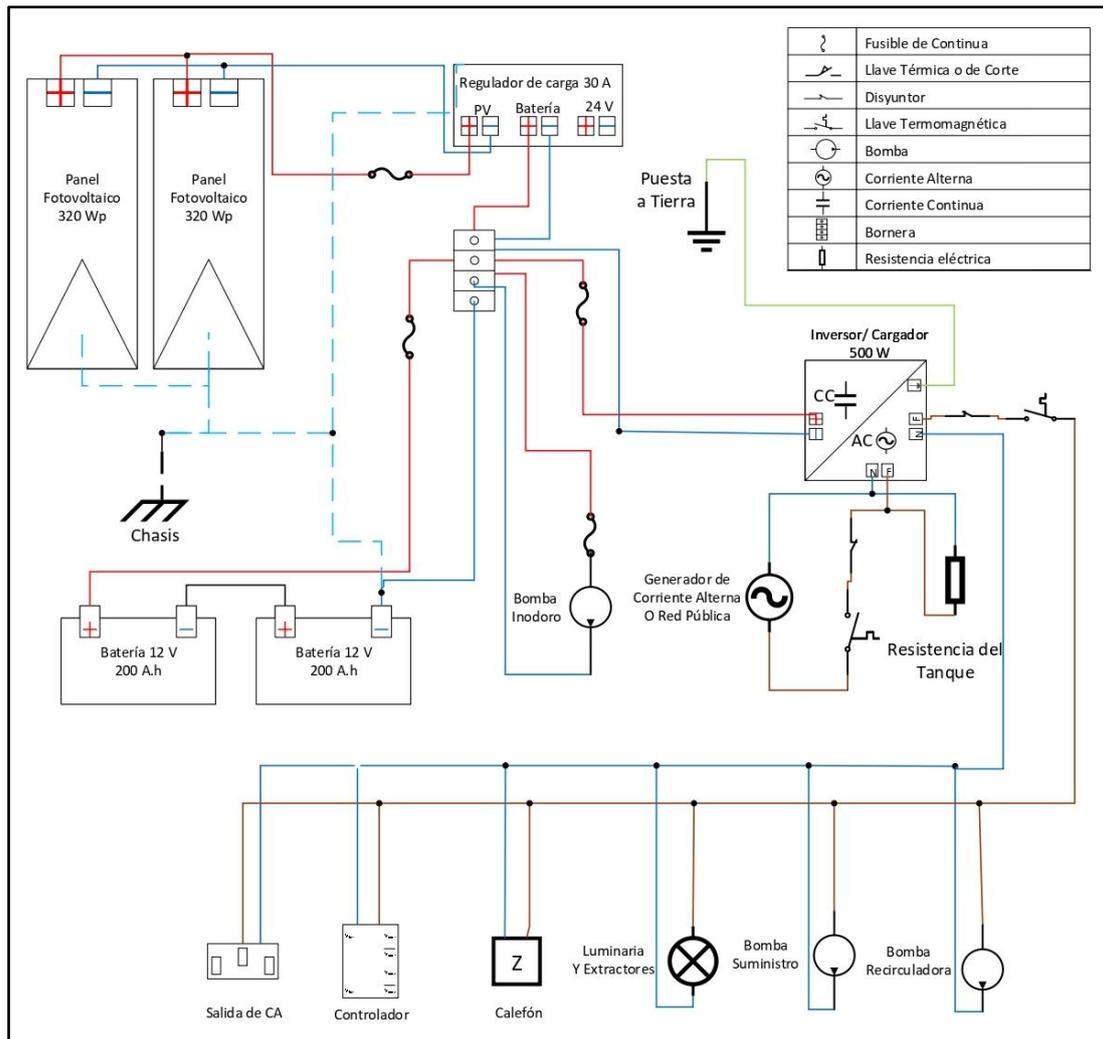


Figura 3.3: Esquema Unifilar

## 4. Diseño Integral del tráiler

En esta sección se hace enfoque al diseño del chasis y disposición de los ambientes que conformarán el sistema de duchas móviles. El mismo está compuesto por dos habitáculos con duchas, un baño y una sala de máquinas donde estarán los componentes necesarios para la operación del sistema. El layout establecido surge de una relación de compromiso entre brindar un servicio confortable al usuario y la necesidad de diseñar un sistema lo más compacto posible. Otro factor que influye en esta decisión es el área dispuesta en el techo del tráiler. Esta última estará ocupada por colectores solares y un aumento de esta superficie dará como resultado mayor cantidad de energía solar absorbida, reduciendo el consumo de gas. Se decide diseñar un sistema de cuatro metros de largo, dos metros de ancho y dos metros de alto, siendo este un tamaño intermedio en comparación con otros utilizados en el resto del mundo.

### 4.1 Marco legal

El sistema de duchas móviles diseñado tendrá gran interacción en la vía pública con otros usuarios durante su utilización. Debido a esto, surge la necesidad de realizar un desarrollo que se adecue a la reglamentación vigente garantizando la seguridad de las personas y el cuidado de la vía pública.

El sistema está diseñado para que circule en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires por lo que se utiliza la Ley N°2148 y su anexo I "Código de Tránsito y Transporte de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires". Dicha ley expresa en su artículo N°2:

***"Art. 2º.-La Ciudad Autónoma de Buenos Aires declara su plena integración y participación en el Sistema Nacional de Seguridad Vial aprobado en el Decreto Nacional N° 779/95 (B.O. N° 28.281), reglamentario de la Ley Nacional de Tránsito y Seguridad Vial N° 24.449 (B.O. N° 28.080)."***

Por lo tanto, se debe utilizar como complemento la Ley Nacional de Tránsito N°24.449 y su decreto N°32/2018, el cual es una modificación del Decreto Nacional N°779/95.

Siguiendo las definiciones establecidas en el decreto N°32/2018 en su anexo A, se clasifica al tráiler como un vehículo categoría O2 ya que la carga estimada a trasladar estará entre 750kg y 3500kg.

El primer requerimiento exigido para la libre circulación en la vía pública se detalla en el artículo N°5 – "Responsabilidad y Seguridad" de la Ley de tránsito N°24.449:

***"Art.5º.- Para poder ser librados al tránsito público y autorizarse su comercialización, todos los vehículos automotores, acoplados y semiacoplados, de producción seriada y CERO KILOMETRO (0 KM), ya sean fabricados en el país o que se importen, deberán contar con la respectiva Licencia de Configuración de Modelo (LCM) y la Licencia de Configuración Ambiental (LCA) para los aspectos de emisiones contaminantes, ruidos vehiculares y radiaciones parasitas; emitidos por las respectivas autoridades competentes "***

Para obtener la homologación mediante la cual las autoridades competentes verifican que el producto atiende todos los requerimientos de seguridad activa y pasiva, se deberá presentar la solicitud de LCM y LCA. También se deben entregar los reportes de ensayos de los requisitos de seguridad vehicular prescriptos en el anexo B del decreto 32/2018. Además, se debe exhibir

documentación detallada del sistema, entre las cuales se destacan: tipo de vehículo, descripción del chasis, materiales, número de ejes y ruedas, distancia entre ejes, dimensiones exteriores del vehículo y distribución de peso por eje.

Por otro lado, el anexo I del Código de Transito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires establece los límites dentro de los cuales se debe diseñar la estructura del tráiler. En el capítulo 9.7 indica el peso máximo que se puede transmitir a la calzada y en el capítulo 9.1.c las dimensiones máximas que puede tener el sistema en su conjunto.

Ancho	Alto	Largo ( Tractor + Acoplado)
2,6m	4,10m	20m

Tabla 4.1: Dimensiones máximas permitidas

	Peso máximo transmitido a la calzada [ton]
Eje simple – Ruedas individuales	3.5
Eje simple – Ruedas dobles	10.5
Conjunto (Tándem) doble de ejes Ruedas individuales	10.5 (por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes Ruedas dobles	18 (9 por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes Ruedas individuales – Ruedas dobles	14 (9 eje rueda doble y 5 eje rueda simple)

Tabla 4.1: Pesos máximo permitido.

En cuanto al sistema de frenos, la reglamentación vigente establece en el decreto 779/95, artículo N°29 – anexo A – 4.2.3.2:

***“4.2.3.2. Los acoplados de la Categoría O2 deben estar equipados con un sistema de freno de servicio ya sea del tipo continuo, semicontinuo o del tipo inercial (sobre-paso). Este último tipo sólo puede ser autorizado para acoplados que no sean semiacoplados. Siempre, los frenos de servicio eléctricos son autorizados conforme a lo dispuesto en la Sección 14 del presente Anexo.”***

La reglamentación también establece condiciones para el sistema de enganche de acoplados. Se utiliza la ley de tránsito N°24449 - artículo N°29 - inciso f como así también el anexo I – inciso 9.5.2 del Código de Transito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

**Ley de tránsito N°24449 - artículo N°29 - f:**

***“Los sistemas de enganche de los acoplados y semiacoplados al vehículo tractor, deben tener un mecanismo de acople que siga idéntico itinerario y otro adicional de seguridad que mantenga vinculación entre los vehículos ante una falla. El sistema eléctrico debe poseer un seguro para evitar un eventual desacople. Todas las definiciones, especificaciones y ensayos, deben ajustarse a las normas que establezca la presente reglamentación”***

**Código de Transito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Anexo I – 9.5.2:**

***“Enganches de acoplados. Los acoplados deben ser arrastrados mediante un enganche rígido que permita seguir permanentemente la huella del vehículo tractor, con una tolerancia de diez (10) centímetros en las curvas de hasta diez (10) metros de radio. Además del enganche rígido, deben llevar colocado otro flexible de igual resistencia. La distancia máxima entre el vehículo tractor y el acoplado no debe exceder los tres metros con diez centímetros (3,10 metros), contados desde el punto de sujeción del enganche en el vehículo hasta el centro del eje***

**delantero del acoplado. Para ambos enganches, la reglamentación establece técnicamente que la carga máxima soportada por los elementos sea para el doble del porte bruto del vehículo acoplado o rótula.”**

En cuanto lo que respecta a la regulación sobre la luminaria que debe poseer el tráiler, el anexo B del decreto 32/2018 indica las fuentes donde se puede encontrar esta información. Se utiliza un archivo provisto por la empresa Hella el cual establece las disposiciones legales conforme a la regulación CEE 48 y se encuentra anexo al presente informe.

#### 4.2 Diseño de Habitáculos

La correcta disposición de los diferentes sectores es de gran importancia ya que en estos se desarrollarán las actividades para las cuales fue diseñado el sistema de duchas móviles. La disposición de los componentes influye directamente en la distribución de carga, la cual junto con la posición del eje del tráiler determinan la estabilidad que tendrá el sistema durante la circulación por la vía pública.

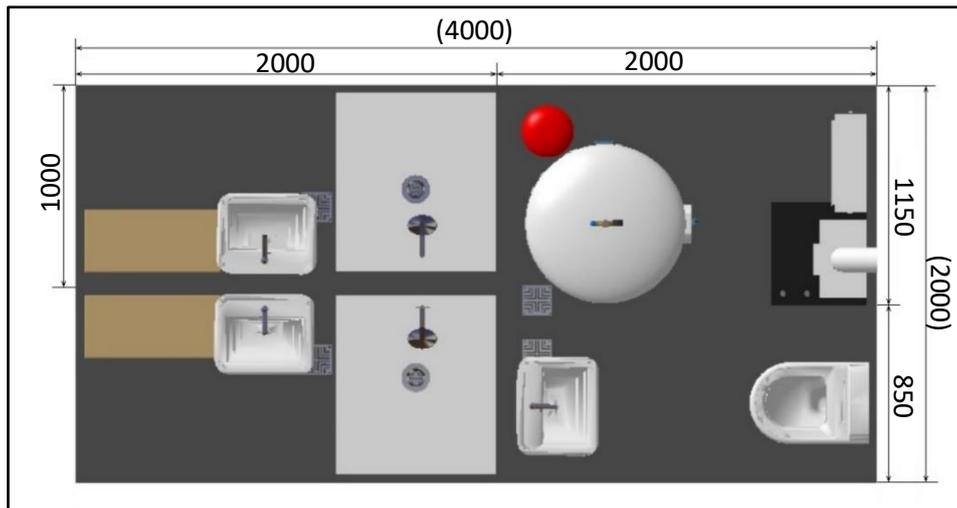
Se decidió instalar dos habitáculos dentro de los cuales se dispone de una ducha, un lavamanos y un asiento para que el usuario pueda cambiarse cómodamente. Además, existirá un tercer ambiente equipado con inodoro y lavamanos. El espacio restante será ocupado por la sala de máquinas, donde se encontrarán componentes vitales para el funcionamiento del sistema. Sobre la lanza del tráiler se montarán garrapas de gas. La altura dentro del tráiler es de 1950mm. En las Figuras 4.1 y 4.2 se muestran los diferentes componentes en su ubicación como así también las dimensiones de los habitáculos.



Figuras 4.1.a) Habitáculos



Figuras 4.1.b) Habitáculos



Figuras 4.2: Dimensiones principales de habitáculos

Debajo del chasis se colocará un tanque de aguas grises y uno de aguas negras. El primero almacena los desechos provenientes de duchas, lavamanos y desagües mientras que el segundo almacena lo proveniente del inodoro. Siempre que sea posible, los desechos del tanque de aguas grises serán descargados en la red fluvial.

Sobre el techo se montará el sistema de colectores solares junto a un mecanismo elevador. Por último, sobre uno de los laterales se colocarán dos paneles solares fotovoltaicos. Todos estos componentes adicionales tienen su aporte en la distribución de cargas sobre el tráiler. En las Figuras 4.3 y 4.4 se muestra lo mencionado anteriormente.

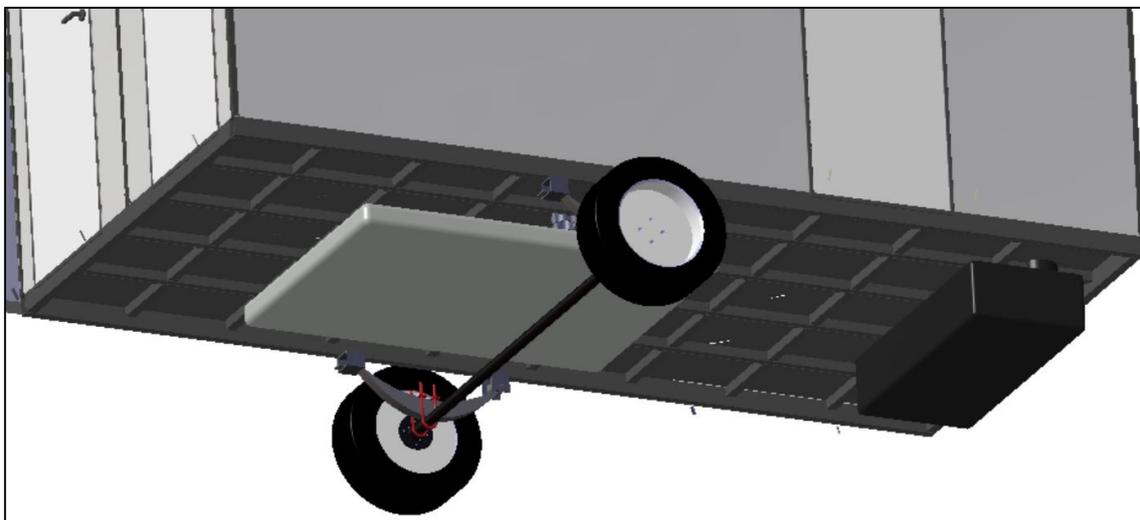


Figura 4.2 : Vista de tanques de desechos



Figura 3.4: Vista de colectores y paneles FV

### 4.3 Mecanismo elevador del sistema de colectores solares

Debido a la necesidad de orientar los colectores solares a diferentes ángulos, se diseña un mecanismo que cumpla esta función.

Se buscó que la solución sea sencilla, fácil de operar, de larga vida útil y con elementos que se encuentren fácilmente en el mercado. Siguiendo la idea de los gatos mecánicos elevadores que se utilizan en automóviles, se procedió a diseñar uno de geometría similar, pero de mayores dimensiones que irá montado sobre el techo del tráiler.

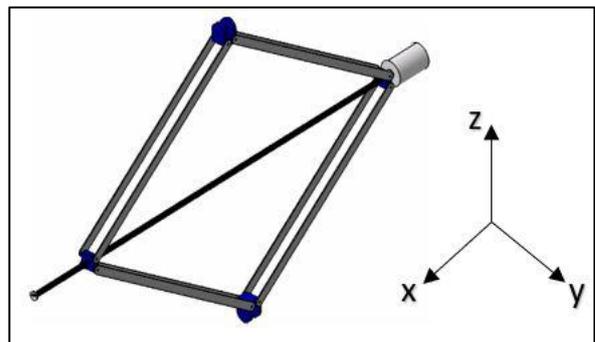


Figura 4.5: Elevador utilizado

El mecanismo consta de cuatro brazos cada uno compuesto por dos perfiles de acero SAE 1010 de sección rectangular de 900mm de largo. Esta medida queda definida por el ángulo máximo al que debe llevar al sistema de colectores, el cual es de 45°. El mecanismo es impulsado por un tornillo de potencia el cual es accionado por un motor eléctrico de 12V. En caso de que este falle, se puede desacoplar e impulsar el tornillo manualmente.

Los puntos de anclajes del mecanismo al techo del tráiler como así también a la estructura de colectores se realiza mediante apoyos articulados. Estos permiten la libre rotación a lo largo del

eje x. Esto último es necesario para describir un arco de circunferencia a lo largo de todo el movimiento acompañando la trayectoria y evitando interferencias.

A medida que el mecanismo tiende a su posición replegada, el torque necesario para moverlo aumenta rápidamente. Es por este motivo que se definió un ángulo mínimo de operación de 10° a modo de evitar esfuerzos excesivos en el tornillo de potencia. Una consecuencia que se presenta es que el sistema de colectores en posición replegada queda ubicado muy por encima del nivel del techo, lo cual es una problemática a la hora de circular por la vía pública. Para solucionar esto, se decide ubicar el mecanismo por debajo del nivel del techo logrando así un conjunto más compacto en la posición cerrada.

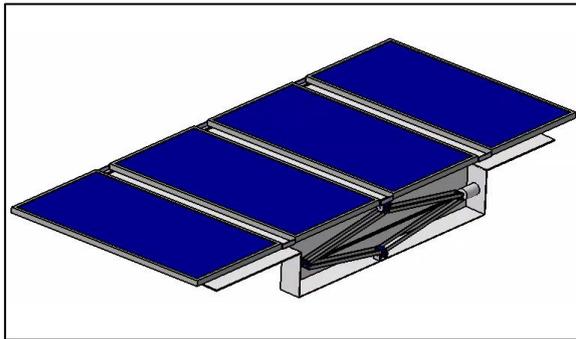


Figura 4.6: Conjunto desplegado

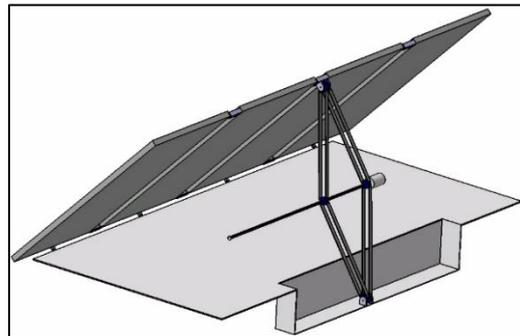


Figura 4.7: Conjunto replegado

#### 4.3.1 Memoria de cálculo mecanismo elevador.

En la siguiente sección se desarrollarán los cálculos correspondientes al diseño del mecanismo utilizado para mover los colectores solares. Las ecuaciones utilizadas al manual *de Diseño en Ingeniería Mecánica - Shigley Décima Edición Mgraw Hill Buydnas*. En primer lugar, se utiliza un diagrama de cuerpo libre para determinar las cargas externas que aparecerán a lo largo del movimiento. El peso de cada colector es de aproximadamente 40kg. Esta carga se modeló como una carga puntual en el centro de cada colector.

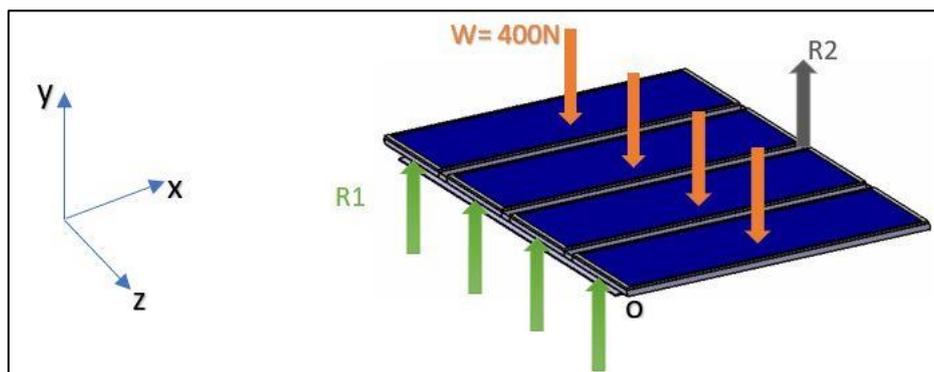


Figura 4.8: DCL sistema colectores.

Se determinaron las reacciones R1 y R2 realizando sumatorias de fuerzas y momentos para el problema en equilibrio estático. Debido a que el momento es máximo cuando la inclinación de los colectores es 0 grados, se analiza este caso como condición extrema.

$$\sum F_y = R_2 - 4 * W + 4 * R_1 = 0$$

$$\sum M^o = R2 * L - 4 * W * \frac{L}{2} = 0$$

$$R2 = 4 * \frac{400N}{2} = 800N$$

$$R1 = \frac{4 * 400N - 800N}{4} = 200N$$

La reacción R2 es la carga que actúa sobre mecanismo diseñado. Se realizó un diagrama de cuerpo libre para analizar los esfuerzos que intervienen dicho mecanismo.

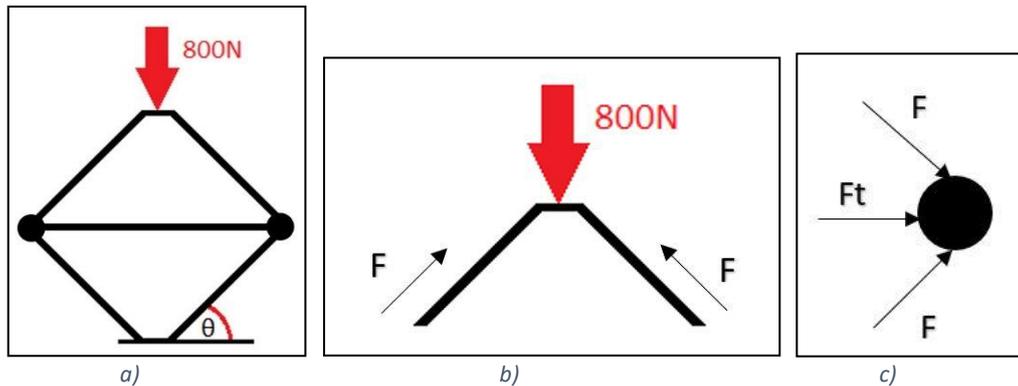


Figura 4.9: a) DCL de mecanismo elevador. b) Esfuerzos en barras. c) Esfuerzos nodales.

$$\sum F_y = 2 * F * \text{sen}(\theta) - 800 = 0$$

$$F = \frac{400N}{\text{sen}(\theta)} \quad (4.1)$$

$$\sum F_x = Ft + 2 * F * \text{cos}(\theta) = 0$$

$$Ft = -2 * F * \text{cos}(\theta) \quad (4.2)$$

$$(4.1) \text{ en } (4.2) \rightarrow Ft = \frac{-800 * \text{cos}(\theta)}{\text{sen}(\theta)}$$

La última expresión para Ft muestra que cuando el ángulo theta tiende a cero, la fuerza en el tornillo de potencia tiende a infinito. Se definió un ángulo 10° para evitar sobrecargas. La fuerza a la que se someterá el tornillo en esta posición es Ft=4537,025N.

A continuación, se muestran los parámetros utilizados en el diseño del tornillo de potencia.

Descripción	Medida
Tipo de Rosca	Acme
Diámetro externo	19,05mm
Paso	4,233mm
Avance l	4,233mm/rev
Angulo α	14.5°
Coefficiente de fricción f	0,15
Diámetro medio	16,9335mm
Diámetro de raíz	14,817mm
Diámetro de collarín	27,5mm
Material	SAE 1010
Sy	300Mpa
Criterio de rotura	Von Mises

Tabla 4.3: Datos para diseño tornillo de potencia

Las expresiones a continuación corresponden a los torques que intervienen en el movimiento del mecanismo.

$$T_R = \frac{F * dm}{2} \left( \frac{l + \pi * f * dm * \sec(\alpha)}{\pi * dm - f * l * \sec(\alpha)} \right) = 9120,7 \text{ Nmm}$$

$$T_L = \frac{F * dm}{2} \left( \frac{\pi * f * dm * \sec(\alpha) - l}{\pi * dm + f * l * \sec(\alpha)} \right) = 2931,18 \text{ Nmm}$$

$$T_{Collarin} = \frac{F * f * d_{collarin}}{2} = 9357,61 \text{ Nmm}$$

Siendo  $T_R$  el torque necesario para superar la fricción de la rosca y elevar la carga,  $T_c$  el torque necesario para superar la fricción del collarín. La suma de estos dos da el torque total necesario para mover la carga.

$$T_{Total} = 18,658 \text{ Nm}$$

Por otro lado,  $T_L$  es el torque necesario para bajar la carga. Es importante notar que este valor es positivo esto nos indica que el tornillo es auto bloqueante, es decir, se mantendrá en cualquier posición intermedia sin necesidad de un par externo.

El torque externo será provisto por un motor eléctrico de 12v de 200W, por lo que la velocidad de giro en régimen estacionario será de aproximadamente 100 RPM. El tiempo necesario para elevar el conjunto de colectores hasta su posición final será de 3 minutos.

Luego, se verificó la rotura en la raíz de la rosca utilizando el criterio de Von Mises. Para esto, fue necesario determinar las tensiones que existen en esta región.

$$\sigma_{Axial} = \sigma_y = \frac{4 * Ft}{\pi * dr^2} = 26,31 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{flexion} = \sigma_x = \frac{6 * Ft}{\pi * dr * p} = 138,18 \text{ Mpa}$$

$$\tau = \frac{16 * T_R}{\pi * dr^3} = 14,28 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \sigma_y^2 + 6 * \tau^2}{2}} = 128,126 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{VM} = \frac{Sy}{nf}$$

$$n_f = 2,34$$

Se obtuvo un factor de seguridad 2,34, lo que verificó que el tornillo de potencia está correctamente dimensionado.

El ángulo final al que es posible llevar el sistema de colectores depende principalmente del largo de los brazos del mecanismo elevador. Por esto, se propusieron brazos de 900mm de largo los cuales permiten lograr el ángulo final buscado. Se utilizarán dos perfiles rectangulares de acero estructural de 1 ¼"x3/16" en cada brazo. A lo largo de todo el movimiento, estos componentes se encontrarán solicitados a compresión, por lo cual corresponde realizar un análisis de pandeo. El esfuerzo de compresión se obtiene de la expresión (4.1) y se utiliza nuevamente la condición extrema de ángulo theta 10°, resultando así una fuerza axial F=1152N por cada perfil de acero

Descripción	Medida
<b>Material</b>	Acero SAE 1010
<b>Módulo de Elasticidad, E</b>	200000 Mpa
<b>Resistencia a fluencia, Sy</b>	300Mpa
<b>Alto del perfil, h</b>	31.75mm
<b>Espesor del perfil, b</b>	4,76mm
<b>Largo del perfil, L</b>	900mm
<b>Momento de inercia, bh<sup>3</sup>/12</b>	12695mm <sup>2</sup>
<b>Condición de borde</b>	Extremos articulados

Tabla 4.4: Datos para diseño de brazos

Se utilizó la expresión de Euler para la carga crítica:

$$P_{critica} = \frac{\pi^2 * E * I}{L^2} = 30,94 \text{ kN}$$

En la última expresión se puede observar que la carga crítica es muy superior a la carga que se encuentran sometidos los brazos, por lo cual no existe riesgo de pandeo.

Luego, se verificó que los brazos no fallen debido a la carga axial de compresión. Se utiliza un factor de seguridad de 3.

$$\frac{F}{A} \leq \frac{Sy}{nf}$$

$$7,62 \text{ Mpa} \leq 100 \text{ Mpa}$$

Por lo que se comprobó que los brazos no fallarán por carga axial de compresión.

Por último, se calculó el diámetro de los pernos a utilizar en las uniones. Todos se encontrarán sometidos a esfuerzo de corte. En todos los casos se utiliza el criterio de Von Mises para corte puro.

$$\frac{V}{\pi * \frac{d^2}{4}} \leq 0.577 * \frac{Sy}{nf}$$

Unión	Esfuerzo de corte V	Diámetro utilizado	Factor de seguridad
<b>Elevador – Techo/Colectores</b>	400N	6mm	12,23
<b>Nodos</b>	1152N	8mm	7,55

Tabla 4.5: Esfuerzos nodales y dimensiones de pernos.

De los resultados obtenidos se concluyó que los pernos no fallarán por corte obteniendo un factor de seguridad muy superior a 1.

#### 4.4 Diseño estructural - Chasis:

El diseño del chasis se basó en recomendaciones de fabricantes de tráileres de características similares, como así también en inspección visual de los que están hoy día en circulación. La estructura se compondrá de perfiles rectangulares de acero SAE 1010 de diferentes secciones según donde se lo utilice. Todas las uniones se realizan mediante soldadura por arco eléctrico. En la Figura 4.10 se puede apreciar la configuración utilizada.

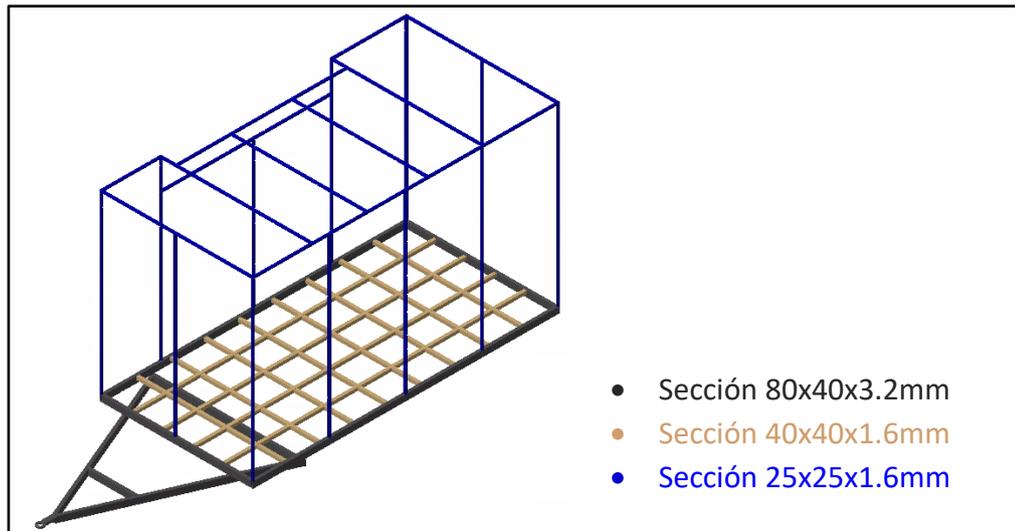


Figura 4.10: Estructura Trailer.

Para la amortiguación de la estructura se utilizará un sistema de suspensión de tipo ballesta (elásticos). El eje puede ir montado tanto por encima de la ballesta como por debajo. En este caso se decidió colocarlo por debajo a modo de tener mayor espacio para los tanques de desechos, los cuales van situados entre el piso y el eje. Se utilizarán ruedas rodado 13. Además, es obligatorio la utilización de sistema de frenos en las ruedas debido a la carga que va a estar en circulación por la vía pública.

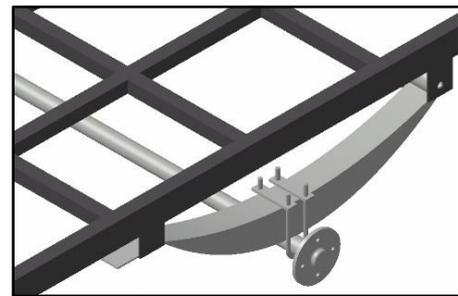


Figura 4.11: Amortiguación elástico

El sistema de acople con el vehículo tractor se realizará a través de una lanza, la cual se encontrará soldada a la estructura por la parte inferior del chasis. Según la reglamentación vigente, la distancia máxima entre el vehículo y el acoplado no debe exceder los 3,1 metros, desde el punto de sujeción hasta el centro del eje delantero del acoplado. Ambos enganches deberán soportar una carga máxima del doble del porte bruto del vehículo acoplado. El enganche se diseñará con altura regulable a modo de poder lograr siempre un acople horizontal con el vehículo tractor.

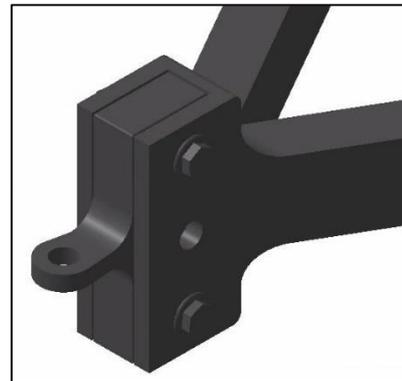


Figura 4.12: Enganche regulable.

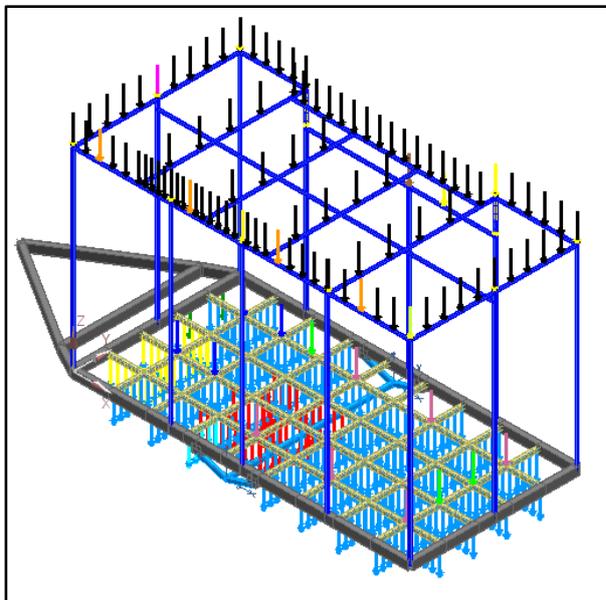
#### 4.4.1 Memoria de cálculo – Estructura tráiler

En la siguiente sección se detalla el análisis de tensiones de la estructura propuesta con el objetivo de determinar las zonas críticas de la misma. Además, se definió la distribución de cargas sobre el tráiler y la posición más conveniente para el eje.

Se decidió trabajar con la teoría de Vigas Euler-Bernoulli a modo de realizar un modelo simple de la estructura con baja demanda de poder computacional. Sumado a esto, las cargas que intervienen son constante, las uniones son rígidas con lo cual este modelo resulta suficiente para

realizar la verificación de tensiones. Se utiliza el software Siemens NX para la resolución del problema.

Las cargas externas estáticas que solicitan la estructura son debidas al peso de los componentes montados como así también el peso propio de la estructura. En la Figura 4.13 se presenta la discretización de las mismas.



Denominación	Peso [kgf]	Color
Tanque agua	300	■
Baterías	120	■
Garrafas	50	■
Caja eléctrica + Calefón	10+17	■
Vaso expansión	30	■
Reacción Colector	80	■
Reacción elevadora	80	■
Bachas	10	■
Inodoro	20	■
Paneles Solares	50	■
Techo	81.6	■
Paredes	94	■
Piso	37.6	■
Tanque gris	150	■
Tanque negro	140	■
Peso propio	350	-
<b>Total</b>	<b>1600</b>	

Figura 4.13: Cargas Externas

Para lograr una mejor representación de la interacción de la estructura con la amortiguación se decidió modelar los elásticos por medio de elementos vigas. En el nodo A se desacopló el desplazamiento  $u$  entre los elementos conectados mientras que en el nodo B se desacopló el giro  $\theta_y$ . Además, la estructura se modeló con un empotramiento en el punto de enganche. Las condiciones de borde utilizadas se muestran en la Figura 4.15.

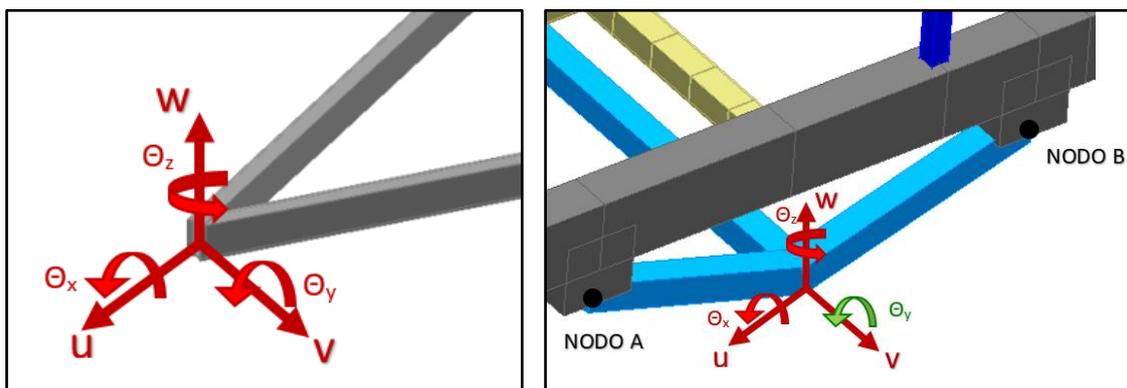


Figura 4.15 a) y b): Condiciones de borde. Las flechas de color rojo representan los grados de libertad restringidos y los de color verde los libres.

Una vez definida la distribución de carga, se analizó la estabilidad del conjunto vehículo tractor – acoplado. Esta depende del porcentaje de carga total con el que se carga el enganche en dirección vertical. En caso de ser excesiva el vehículo tractor pierde adherencia con el suelo,

produciéndose la inestabilidad del sistema. Fabricantes recomiendan un valor entre 10% a 15% de la carga total. Se propuso una ubicación para el eje y se calculó el porcentaje de carga vertical en el punto de enganche, siendo esta cercana al 14% de la carga total.

Se verificaron las tensiones de la estructura utilizando el criterio de rotura de Von Mises, obteniendo los resultados de la *Figura 4.16*. La tensión de fluencia del acero utilizado es  $S_y=300\text{MPa}$ .

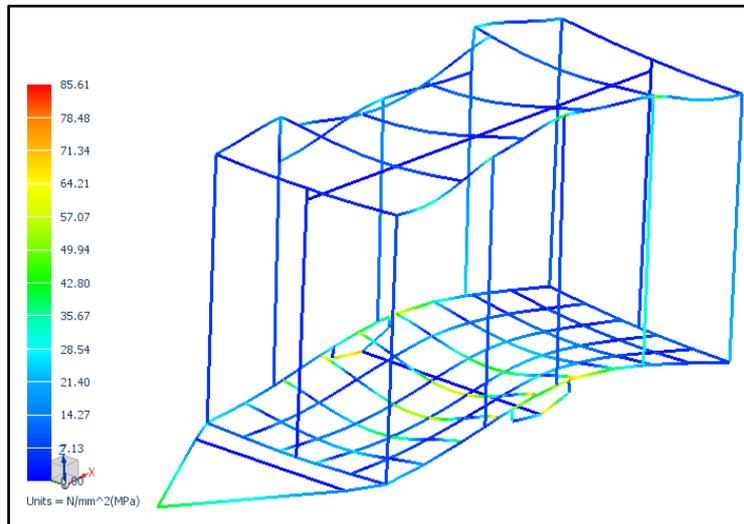


Figura 4.16: Tensiones de Von Mises presentes en la estructura.

$$\sigma_{VM} \leq \frac{S_y}{nf} \rightarrow nf \approx 3.5$$

El factor de seguridad obtenido para el análisis estático de la estructura resulta ser cercano a 3.5. A modo de realizar una verificación aproximada ante cargas dinámicas, se podría utilizar un factor dinámico para incrementar las cargas estáticas y someter la estructura a una condición más severa. Debido a la linealidad del problema, incrementar las cargas en cierto factor aumentará las tensiones en la misma proporción, por lo cual el factor dinámico podrá ser de un valor entre 1 y 3.5, siendo este último condición límite donde el factor de seguridad resulta ser igual a 1.

Por último, se decidió realizar una verificación al vuelco de toda la estructura. Se propuso una condición de circulación en que el tráiler está siguiendo una trayectoria de arco circular de 10m de radio a una velocidad de 20km/h. En esta condición, la fuerza centrípeta que hace que el tráiler tome la curva correctamente está provista por los neumáticos. Sin embargo, el resto de la estructura tiende a no tomar la curva debido a su propia inercia. Se analiza una circulación en sentido horario como antihorario. Debido a esto, el sistema completo experimentará una aceleración centrífuga (aceleración ficticia) en dirección radial la cual está dada por la expresión:

$$a = \frac{\|V\|^2}{R} = 3,08 \frac{m}{s^2}$$

Multiplicando la masa de los componentes y la de la estructura por esta aceleración se obtuvo la fuerza centrífuga (fuerza ficticia) a la que se encontrará sometido el sistema. Estas fuerzas se añadieron al modelo anteriormente utilizado, lo cual se representa en las Figuras 4.17 y 4.18.

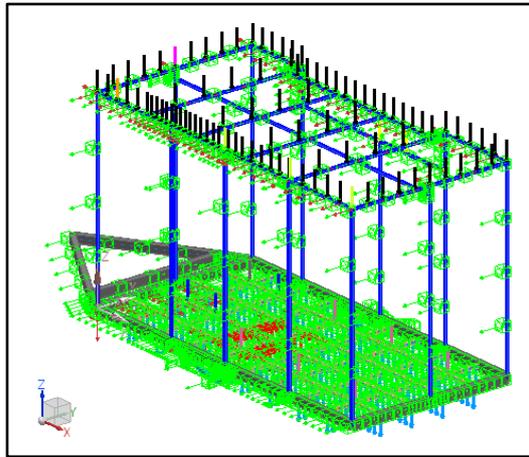


Figura 4.17: Fuerzas centrífugas, sentido horario.

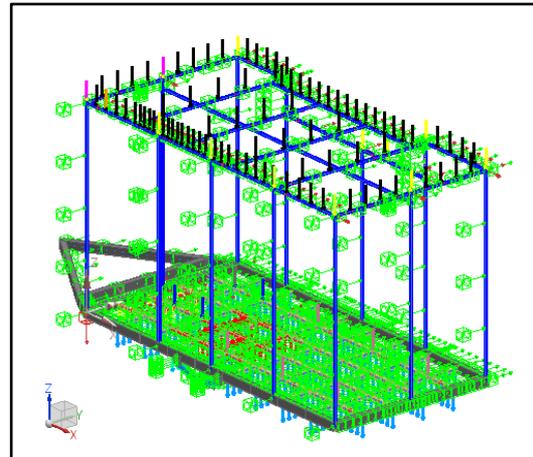


Figura 4.18: Fuerzas centrífugas, sentido antihorario.

Una vez definidas las cargas se procedió a resolver el problema y para comprobar que la estructura no vuelque se verificó que la reacción en dirección vertical en los puntos de apoyo de los elásticos sea siempre positiva, de lo contrario las ruedas se estarían elevando. En las Figuras 4.19 y 4.20 se presenta una vista frontal de la estructura circulando en ambos sentidos, indicando los valores de fuerzas verticales.

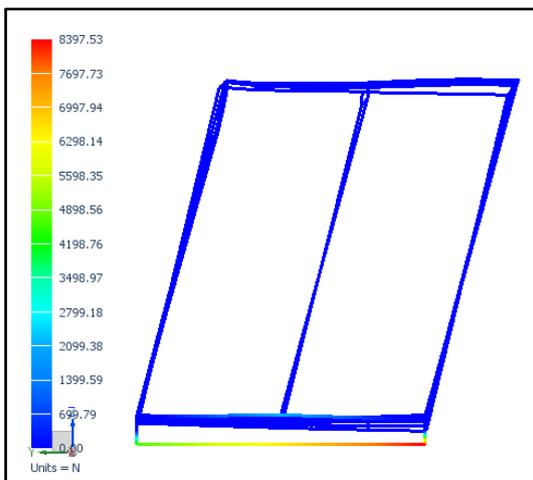


Figura 4.19: Fuerzas nodales verticales, sentido horario

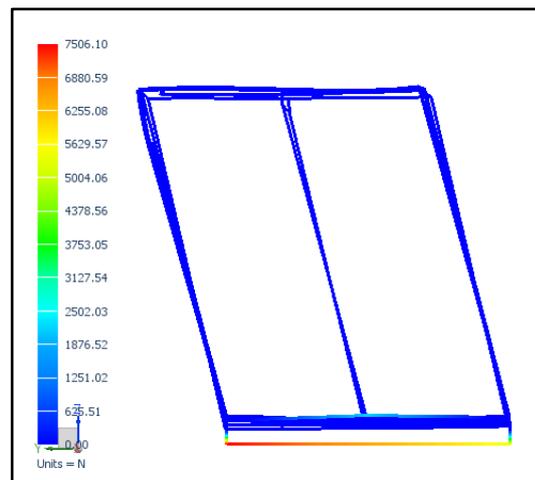


Figura 4.20: Fuerzas verticales, sentido anti horario

## 5. Análisis Energético - Medio Ambiental

Para poder cuantificar el ahorro energético se comparó el consumo del sistema de ACS híbrido con el sistema convencional a gas. En las Tablas 5.1, 5.2 y 5.3 se expresó el consumo en número de garrafas de 10 kg consumida por año. En los gráficos de las Figuras 5.1, 5.2 y 5.3 se observan las curvas de demanda energética en función de los meses del año para los distintos perfiles de consumo. El área verde representa la cantidad de energía que se obtendrá mediante los colectores solares y el área azul la energía que deberá abastecer el sistema auxiliar.

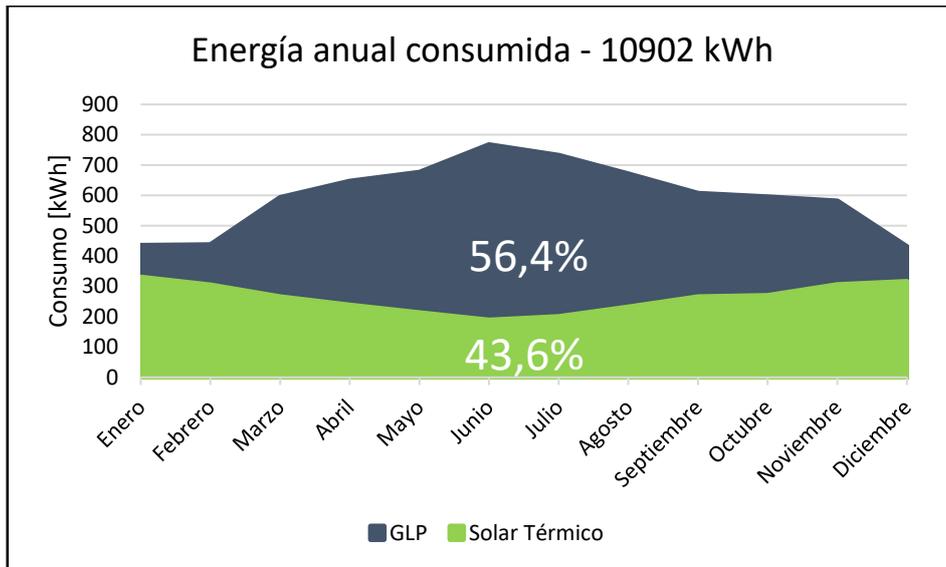


Figura 5.1: Consumo energético anual. Perfil "Mañana".

	Sistema Convencional	Sistema Híbrido
N° de garrafas [N/año]	780	440

Tabla 4.1: Comparaciones para perfil "Mañana".

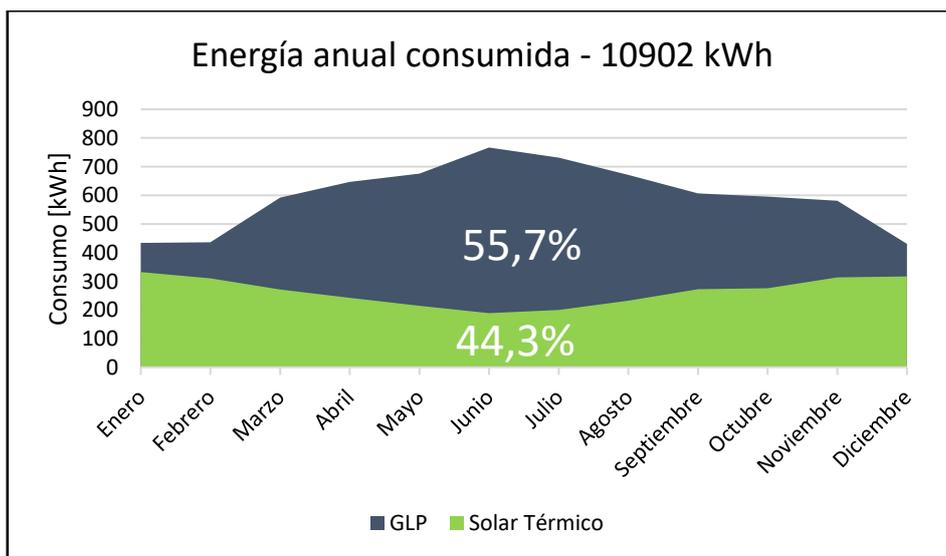


Figura 5.2: Consumo energético anual. Perfil "Tarde".

	Sistema Convencional	Sistema Híbrido
N° de garrafas [N/año]	780	435

Tabla 5.2: Comparaciones para Perfil "Tarde".

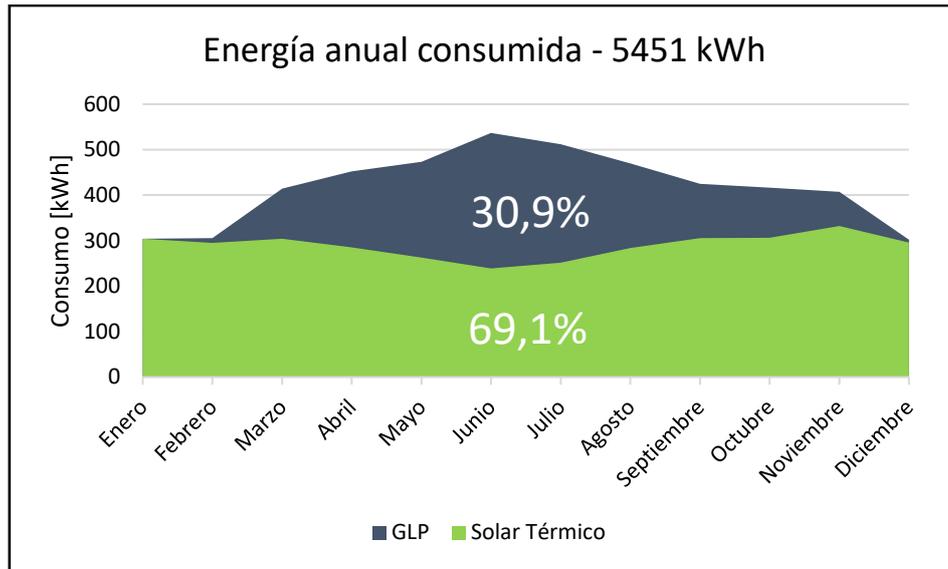


Figura 5.3: Consumo energético anual. Perfil "Día por medio"

	Sistema Convencional	Sistema Híbrido
N° de garrafas [N/año]	391	120

Tabla 5.3: Comparaciones para perfil "Día por medio".

Luego se cuantificó el ahorro energético del sistema solar fotovoltaico. El gráfico de la *Figura 5.4* muestra la producción de energía eléctrica que se obtendrá en cada mes y la demanda, la cual se supone constante. En la *Tabla 5.4* se observa el ahorro del sistema fotovoltaico con respecto al consumo energético anual, para el caso que se opere todos los días de la semana. Para el caso de operar día por medio la demanda energética podrá ser satisfecha por el sistema fotovoltaico, gracias a la carga de baterías en los días que no se brinde servicio de ducha.

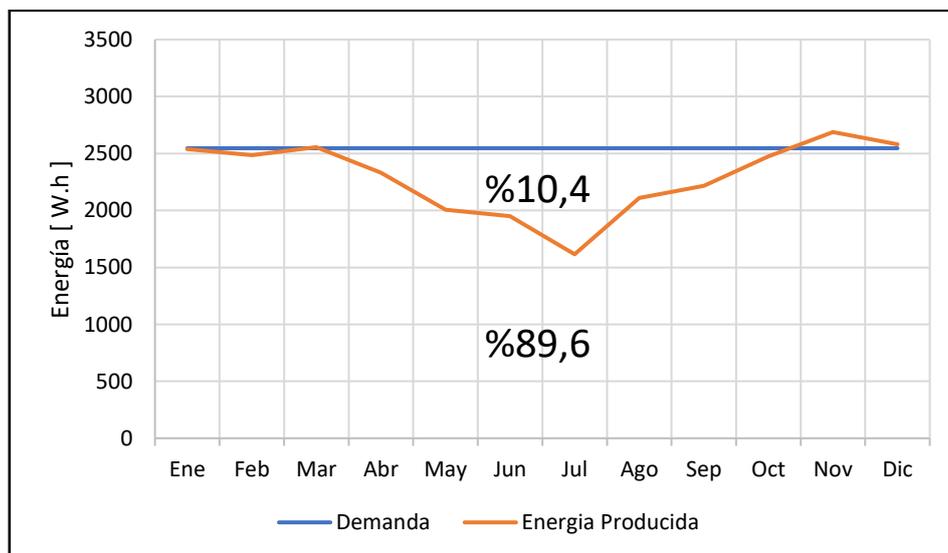


Figura 5.4: Energía producida por sistema fotovoltaico vs Demanda.

	Sistema Convencional [Kilowatts.h/año]	Sistema Fotovoltaico [Kilowatts.h/año]
Red Eléctrica	923,8	101,6
Paneles Solares	-	822,2

Tabla 5.4: Comparación para sistema solar fotovoltaico perfil "Tarde o Mañana".

La reducción de gas utilizado es directamente proporcional a la disminución de contaminación ambiental. El indicador más utilizado es la huella de carbono y refleja la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por una actividad. Esta se mide en masa de CO<sub>2</sub> equivalente y para el caso de GLP resulta ser 1,61 kg de CO<sub>2</sub> por litro de gas consumido.

La emisión de CO<sub>2</sub> en la producción de energía eléctrica según la matriz energética argentina es de 0,56 KgCO<sub>2</sub>/Kwh. Para un sistema solar fotovoltaico on-grid de paneles policristalinos este número se reduce a 0,02 KgCO<sub>2</sub>/Kwh y surge de prorratear la emisión de CO<sub>2</sub> equivalente de sus componentes al largo de la vida útil del sistema (25/30 años aproximadamente). Para nuestro sistema off-grid se debe considerar también la emisión de CO<sub>2</sub> en la fabricación de las baterías siendo estos 1,7 kg deCO<sub>2</sub>. Se efectuaron correcciones considerando que el sistema tráiler operará durante diez años y el resultado de emisiones es 0,028 KgCO<sub>2</sub>/Kwh .

En los gráficos de la *Figura 5.5 a) y b)* se presentan los Kg de CO<sub>2</sub> equivalentes producidos anualmente por las distintas configuraciones posibles de los subsistemas instalados. Las *Tablas 5.5 a) y b)* muestra los valores de reducción porcentual de CO<sub>2</sub> con respecto al sistema convencional (Gas + Red Eléctrica).

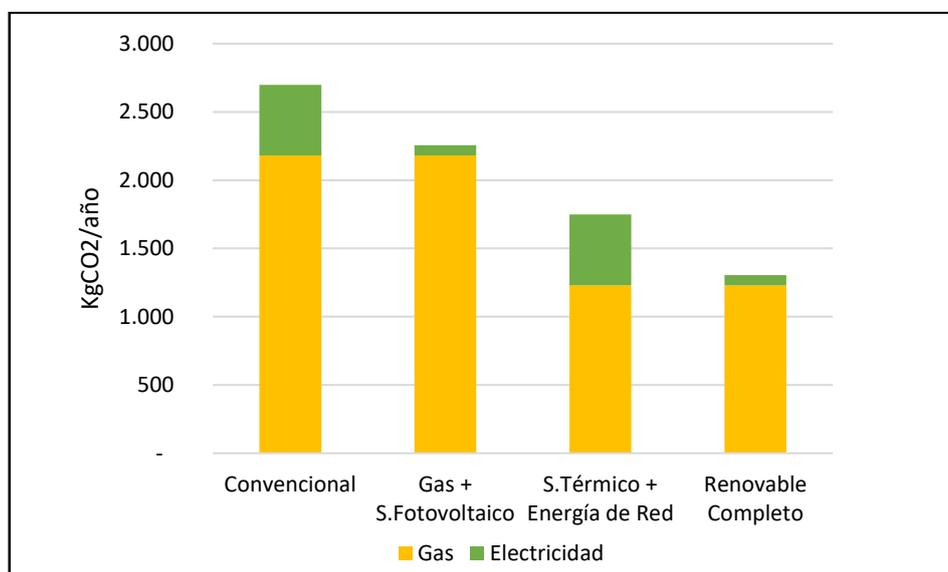


Figura 5.5 a): Huella de Carbono de los distintos subsistemas. Perfil "Mañana"

Reducción Porcentual			
	Gas + S. Fotovoltaico	S. Térmico + Energía de Red	Renovable Completo
<b>Energía Eléctrica</b>	79%	0%	79%
<b>Gas</b>	0%	44%	44%
<b>Total</b>	15%	35%	52%

Tabla 5.5 a): Reducción porcentual de CO<sub>2</sub>. . Perfil "Mañana"

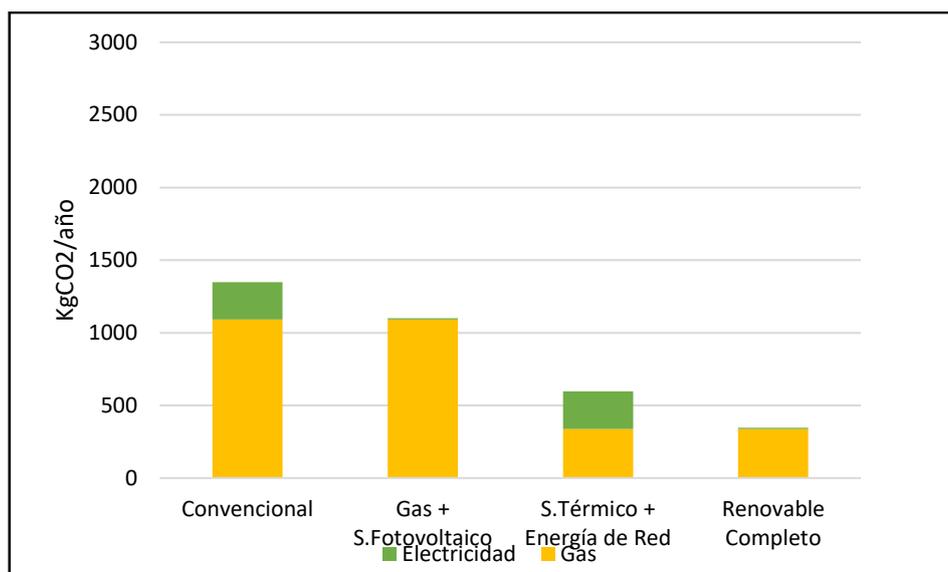


Figura 5.5 b): Huella de Carbono de los distintos subsistemas. Perfil "Día por medio"

Reducción Porcentual			
	Gas + S. Fotovoltaico	S. Térmico + Energía de Red	Renovable Completo
Energía Eléctrica	89%	0%	89%
Gas	0%	69%	69%
<b>Total</b>	<b>17%</b>	<b>56%</b>	<b>73%</b>

Tabla 5.5 b): Reducción porcentual de CO<sub>2</sub>. Perfil "Día por medio"

Debido a que el proyecto se ideó con el propósito de brindar servicio en distintas locaciones de la Ciudad de Buenos Aires, surge la necesidad de estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> vinculadas al consumo de combustible del vehículo tractor. Dichas emisiones se verán afectadas en gran medida por la logística para brindar el servicio, como, por ejemplo, distancia recorrida entre los diferentes puntos de servicio y cantidad de cambios de locación mensual.

Un vehículo diésel produce 2,68 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente producido por litro de combustible consumido. El consumo promedio de una camioneta pick-up estándar en la ciudad de Buenos Aires es aproximadamente 12 litros de combustible cada 100Km recorridos (variables según el perfil de manejo). Para el sistema en cuestión se debe considerar el aumento de consumo debido al peso de carga transportada y la reducción aerodinámica del conjunto vehículo tractor-tráiler. Este último se desprecia debido a la baja velocidad de circulación dentro de la ciudad. Según estudios recientes, la relación de aumento de consumo en función del peso transportado se estima de forma lineal y es de 1 litro/100km por cada 250kg adicionales. En la Tabla 5.6 se expresan los consumos aproximados para las distintas configuraciones posibles de subsistemas.

Sistema	Peso [kg]	Consumo [l/100km]
Convencional	1250	17
Solar Térmico + Energía de Red	1740	19
Gas + Solar Fotovoltaico	1430	18
Renovable Completo	1920	20

Tabla 5.6: Pesos de Sistemas vs Consumos de combustible.

Los gráficos de las Figuras 5.6 a) y b) estiman las emisiones de CO<sub>2</sub> anuales totales en función de la distancia de circulación diaria. Los gráficos de las Figuras 5.7 a) y b) comparan los porcentajes de reducción de huella de carbono con respecto al sistema convencional. Ambos demuestran que la eficiencia del sistema dependerá tanto de los subsistemas a bordo como de la logística para brindar el servicio.

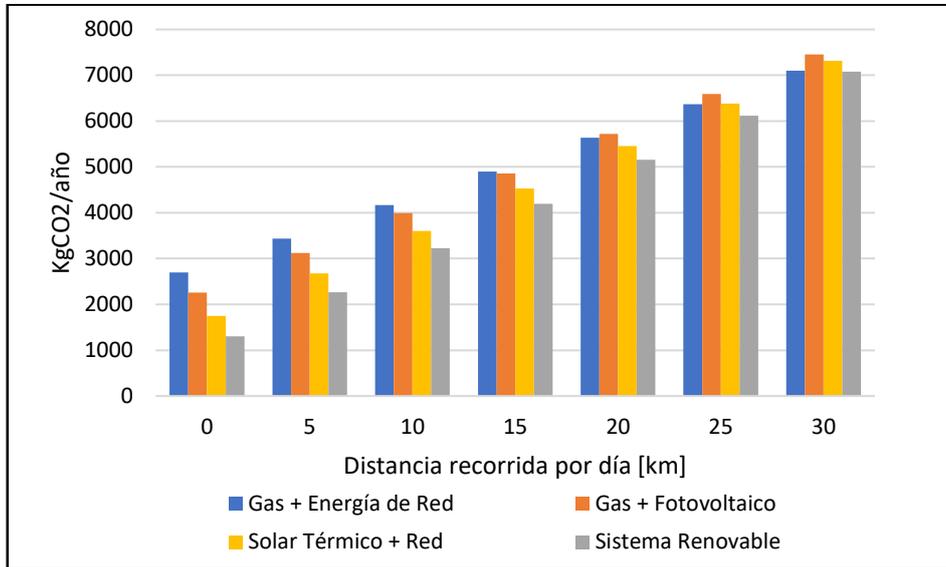


Figura 5.6: a) Emisiones de CO<sub>2</sub>/año vs distancia diaria recorrida. Perfil "Mañana".

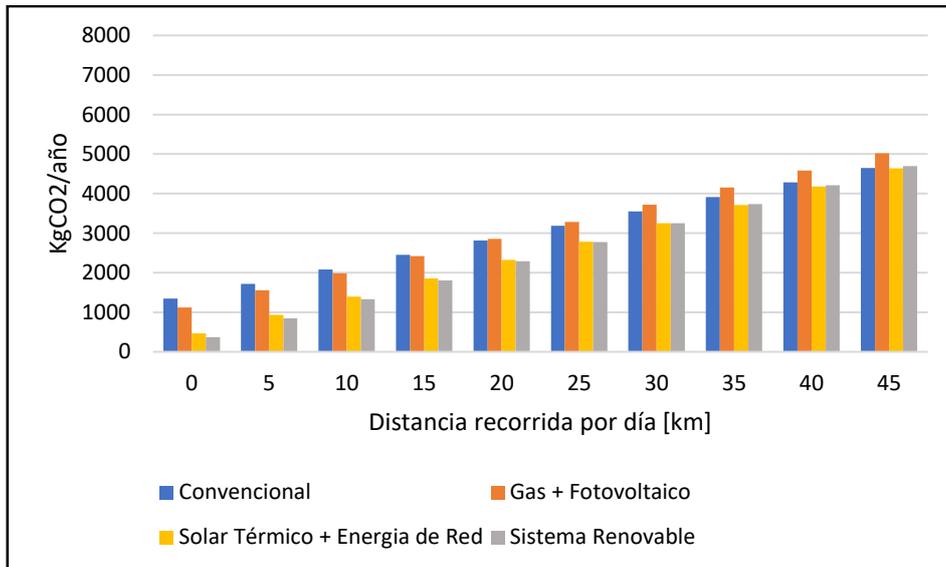


Figura 5.6: b) Emisiones de CO<sub>2</sub>/año vs distancia diaria recorrida. Perfil "Dia por medio"

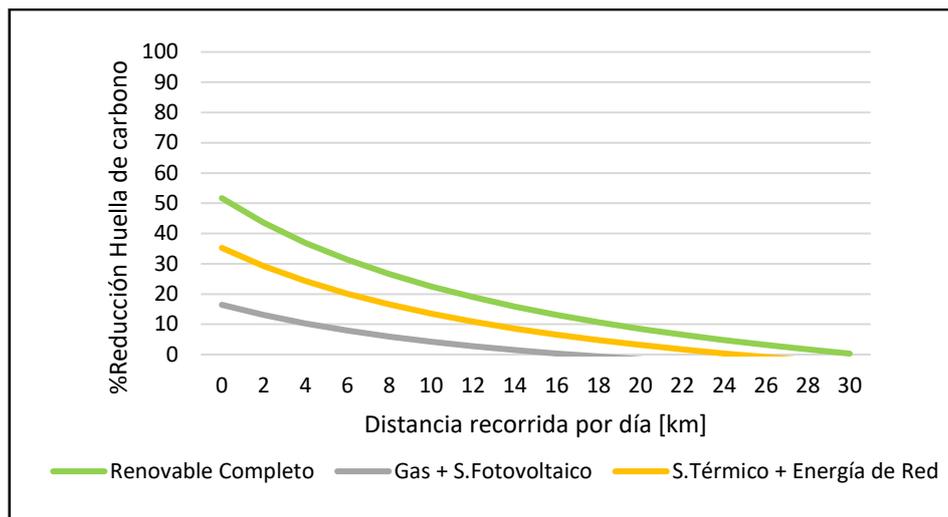


Figura 5.7: a) Porcentaje de reducción de huella de carbono con respecto al sistema convencional. "Mañana".

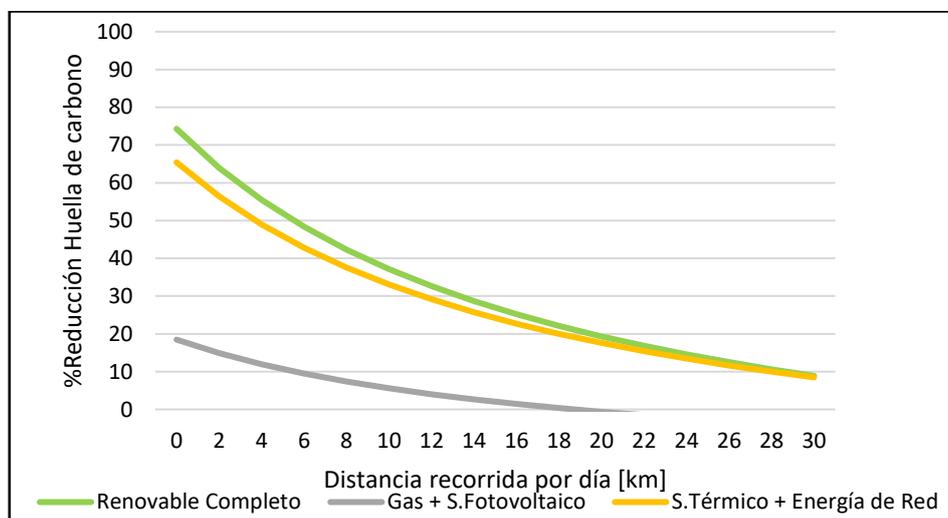


Figura 5.7: b) Porcentaje de reducción de huella de carbono con respecto al sistema convencional. "Dia por Medio".

## 6. Costos

Los costos se separan en dos tipos. En primer lugar, se enlistan los costos correspondientes a la inversión inicial necesaria para la fabricación de la unidad completa. Luego se detallan los costos operativos referidos a un año de operación.

A continuación, se enlistan los costos utilizados para determinar el valor total de fabricación del tráiler. Se decidió analizar los diferentes subsistemas, computando el costo de cada componente y la mano de obra requerida por separado. El tiempo de fabricación estimado según el fabricante es de 40 días hábiles. En la *Tabla 6.1* se presenta el detalle del costo del proyecto en dólares estadounidenses.

Subsistema	Costo	Referencia
Solar Térmico	5086	Tabla 6.2
Sanitario	1348	Tabla 6.3
Solar Fotovoltaico	3401	Tabla 6.4
Estructura	4941	Tabla 6.5
Mano de obra	1956	
<b>Total</b>	<b>16732</b>	

Tabla 6.1: Detalle de costos.

Las tablas a continuación enlistan cada uno de los componentes de cada subsistema, con el precio unitario, la cantidad necesaria de unidades y el proveedor del mismo. La numeración de los ítems hace referencia a los planos que se encuentran en el Anexo del presente proyecto, el mismo presenta mayor información sobre cada proveedor.

Sistema Solar Térmico					
Ítem	Componente	Cant.	Precio unidad	Subtotal	Proveedor
<b>Circuito Primario</b>					
1.1	Válvula Esférica Metálica	3	\$ 6	\$ 18	Easy Cencosud
1.2	Termotanque Acumulador 250 L Presurizado, con serpentina.	1	\$ 1.200	\$ 1.200	Tirangular S.A.
1.3	Vaso de Expansión de 25 litros. Carem	1	\$ 90	\$ 90	Hissuma Solar
1.4	Bomba Presurizadora Plevius 0,13 HP.	1	\$ 60	\$ 60	Easy Cencosud
1.5	Bomba Circuladora Grundfos Cacao 15-60	1	\$ 60	\$ 60	Easy Cencosud
1.6	Manómetro (10 bar)	1	\$ 20	\$ 20	Enersol S.A.
1.7	Regulador de Caudal	1	\$ 65	\$ 65	Enersol S.A.
1.8	Válvula de Retención Vertical	1	\$ 15	\$ 15	Enersol S.A.
1.9	Sensor de Temperatura para cañería 1/2"	1	\$ 10	\$ 10	Hissuma Solar
1.10	Válvula de sobrepresión (5 bar)	1	\$ 30	\$ 30	Enersol S.A.
1.11	Válvula Llenadora Automática	1	\$ 45	\$ 45	Enersol S.A.
1.12	Cruz de Conexión $\Phi$ 22	4	\$ 10	\$ 40	Hissuma Solar
1.13	Purgador de Aire Automático Solar	4	\$ 14	\$ 56	Enersol S.A.
1.14	Sonda PT100	2	\$ 10	\$ 20	Hissuma Solar
1.15	Racor Vaina $\Phi$ 22 (conexión para PT100)	1	\$ 20	\$ 20	Hissuma Solar
1.16	Racor Tapón Ciego $\Phi$ 22	11	\$ 10	\$ 110	Hissuma Solar
1.17	Colector Placa Plana. 2000 mm x 1000 mm. Verssun Black Crom	4	\$ 400	\$ 1.600	Enersol S.A.
1.18	Controlador Diferencial sr868c8	1	\$ 225	\$ 225	Hissuma Solar
1.19	Conexión flexible cobre 1/2"	2	\$ 5	\$ 10	Hissuma Solar
1.20	Codo 90° 1/2". Cobre	12	\$ 1	\$ 12	Easy Cencosud
1.21	Conexión T 1/2". Cobre	5	\$ 1	\$ 5	Easy Cencosud
1.22	Cañería 1/2" x 1000 mm. Cobre	17	\$ 6	\$ 102	Easy Cencosud
1.23	Aislante Armaflex para cañería de 1/2" x 2000mm.	9	\$ 1,5	\$ 14	Hissuma Solar, Easy Cencosud
2.9	Conexión T Fusión PN 20	1	\$ 0,5	\$ 1	IPS ARG
<b>Circuito Secundario</b>					
2.1	Calefón Orbis 320 SPO	1	\$ 425	\$ 425	Orbis Mertig
1.1	Válvula Esférica Metálica	5	\$ 6	\$ 30	Easy Cencosud

Sistema Solar Térmico					
1.19	Conexión flexible cobre 1/2"	2	\$ 5	\$ 10	Easy Cencosud
1.20	Codo 90° 1/2". Cobre	1	\$ 1		Easy Cencosud
1.2	Grupo de seguridad para acumulador presurizado	1	\$ 70	\$ 70	Hissuma Solar
2.2	Tanque Acumulador 250 L presurizado, con serpentina.	x	x	x	Tirangular S.A.
2.3	Válvula Termostática Mezcladora	2	\$ 90	\$ 180	Hissuma Solar
2.4	Válvula de paso con accionador temporizado	2	\$ 50	\$ 100	Easy Cencosud
2.5	Regulador de Flujo VB2006SR	2	\$ 115	\$ 230	Matec Medición SRL
2.6	Ducha de Pared	2	\$ 15	\$ 30	Easy Cencosud
2.7	Caño IPS Ø18 mm Maxum PN 20 x 4000 mm	3	\$ 7	\$ 21	IPS ARG
2.8	Codo 90° Ø18 mm. Fusión PN 20	22	\$ 0,5	\$ 11	IPS ARG
2.9	Conexión T Ø18 mm. Fusión PN 20	4	\$ 0,5	\$ 2	IPS ARG
2.10	Caño Fusión Ø18 mm. PN 20 x 4000 mm	1	\$ 5	\$ 5	IPS ARG
2.11	Garrafa de GLP 10 Kg.	2	\$ 70	\$ 140	YPF
2.12	Regulador de gas con manguera de 1000 mm.	1	\$ 5	\$ 5	Easy Cencosud
	<b>Total</b>			<b>\$5.086</b>	

Tabla 6.2: Detalle de costos Subsistema Solar Térmico.

Sistema Sanitarios					
Ítem	Componente	Cant.	Precio unidad	Subtotal	Proveedor
1.1	Válvula Esférica Metálica	1	\$ 6,0	\$ 6	Easy Cencosud
2.8	Codo 90° Ø18 mm. Fusión PN 20	6	\$ 0,5	\$ 3	IPS ARG
2.9	Conexión T Ø18 mm. Fusión PN 20	2	\$ 0,5	\$ 1	IPS ARG
2.10	Caño Fusión Ø18 mm. PN 20 x 4000 mm.	1	\$ 5	\$ 5	IPS ARG
3.1	Tanque Aguas Negras 500 mm x 250 mm x 1100 mm. (120 Litros).	1	\$ 190	\$ 190	Caram S. A
3.2	Tanque Aguas Grises 1000 mm x 100 mm x 1600 mm. (160 Litros).	1	\$ 120	\$ 120	Caram S. A
3.3	Canilla Temporizadora para Lavatorios	3	\$ 20	\$ 60	Easy Cencosud
3.4	Inodoro TMC 24V	1	\$ 450	\$ 450	Caram S. A
3.5	Pie con lavatorio de loza sanitaria	3	\$ 50	\$ 150	Easy Cencosud
3.6	Receptáculo de ducha de chapa enlozada antideslizante. (700 mm x 700 mm)	2	\$ 45	\$ 90	Easy Cencosud
3.7	Rejilla Para Piso 200 mm x 200 mm de Acero Inoxidable.	4	\$ 3	\$ 12	Easy Cencosud
<b>Accesorios Extras</b>					
3.8	Manguera de riego 1" x 20 metros.	1	\$ 15	\$ 15	Easy Cencosud

Sistema Sanitarios					
3.9	Manguera de riego 1/2" x 20 metros.	1	\$ 10	\$ 10	Easy Cencosud
3.10	Espejo 40 x 60 cm con bordes biselados	3	\$ 18	\$ 54	Easy Cencosud
3.11	Barral toallero 60 cm de acero inoxidable	3	\$ 12	\$ 36	Easy Cencosud
3.12	Dispenser doble de pared para jabón de 600cc	2	\$ 14	\$ 28	OverHard
3.13	Tacho de basura 6 Litros. Plástico.	2	\$ 2,5	\$ 5	OverHard
3.14	Tacho de basura 12 Litros Plástico	1	\$ 6	\$ 6	OverHard
3.15	Kit Dispensers (Papel Higiénico - Jabón Líquido - Toallas de papel)	1	\$ 25	\$ 25	OverHard
3.16	Banco para exteriores de madera	2	\$ 17	\$ 34	Easy Cencosud
3.17	Tensocable para cortina de baño	2	\$ 12	\$ 24	Easy Cencosud
3.18	Cortina de Baño	2	\$ 12	\$ 24	Easy Cencosud
	<b>Total</b>			<b>\$11.472</b>	

Tabla 6.3: Detalle de costos Subsistema Sanitarios.

Sistema Solar Fotovoltaico					
Ítem	Componente	Cant.	Precio unidad	Subtotal	Proveedor
4.1	Panel FV Policristalino Trina Sola 320 WP. 24 V	2	\$ 270	\$ 540	Enertik
4.2	Regulador de carga MPPT Renogen 30A.	1	\$ 265	\$ 265	Renogen Solar Power
4.3	Batería AGM Renogen 12V 200Ah	2	\$ 630	\$ 1.260	Renogen Solar Power
4.4	Inversor/Cargador Victron Energy 500W	1	\$ 890	\$ 890	Trimer S.A
4.5	Fusible CC 15 Amperes	1	\$ 2	\$ 2	Renogen Solar Power
4.6	Fusible CC 25 Amperes	2	\$ 2	\$ 4	Renogen Solar Power
4.7	Fusible CC 35 Amperes	1	\$ 2	\$ 2	Renogen Solar Power
4.8	Extractor de Aire 150mm Hydra 20W	4	\$ 15	\$ 60	Easy Cencosud
4.9	Luminaria LED 6W	10	\$ 3,5	\$ 35	Easy Cencosud
4.10	Bornera de cables CC	1	\$ 3	\$ 3	Easy Cencosud
4.11	Disyuntor Diferencial	3	\$ 17	\$ 51	Easy Cencosud
4.12	Interruptor Termomagnético Bipolar 5A	3	\$ 4	\$ 12	Easy Cencosud
4.13	Gabinete metálico estanco 600 x 600 x 160 mm.	1	\$ 100	\$ 100	Easy Cencosud
4.14	Llave de luz armadas. 2 interruptores	4	\$ 2,5	\$ 10	Easy Cencosud
4.15	Resistencia con Termostato de 2000W (opcional)	1	\$ 40	x	Eco Tecno Solar

Sistema Solar Fotovoltaico					
4.16	Cable Fotovoltaico 6 mm <sup>2</sup> x 10 m Par Rojo/Negro	1	\$ 60	\$ 60	Easy Cencosud
4.17	Cable de Batería 6 mm <sup>2</sup> x 2 m Par Rojo/Negro	3	\$ 22	\$ 66	Easy Cencosud
4.18	Unipolar Flex Verde/Amarillo 1,5 mm <sup>2</sup> x metro	8	\$ 0,17	\$ 1,4	Easy Cencosud
4.19	Unipolar Flex Marrón 1,5 mm <sup>2</sup> x metro	45	\$ 0,17	\$ 8	Easy Cencosud
4.20	Unipolar Flex Celeste 1,5 mm <sup>2</sup> x metro	45	\$ 0,17	\$ 8	Easy Cencosud
4.21	Caño Manguera Doble capa 3/4" x 25 metros. Electrificación e Iluminación.	3	\$ 8	\$ 24	Easy Cencosud
	<b>Total</b>			<b>\$3.401</b>	

Tabla 6.4: Detalle de costos Subsistema Fotovoltaico.

Estructura					
Ítem	Componente	Cant.	Precio unidad	Subtotal	Proveedor
5.1	Perfil rectangular 100mm x 60mm x 3mm. 2 x 6000mm	3	\$ 85	\$ 255	Trailers Gabyto
5.2	Perfil rectangular 40mm x 40mm x 1mm. 6 x 6000mm	6	\$ 22	\$ 132	Trailers Gabyto
5.3	Perfil rectangular 25 mm x 25 mm x 1 mm. 6 x 6000mm	9	\$ 10	\$ 90	Trailers Gabyto
5.9	Perfil L 25mm x 25mm x 1mm. 4 x 6000mm	5	\$ 23	\$ 115	Trailers Gabyto
5.11	Conjunto Elevador + Motor eléctrico 12V 200W	1	\$ 160	\$ 160	Trailers Gabyto
5.12	Soporte paneles solares	1	\$ 60	\$ 60	Trailers Gabyto
5.13	Escalera	4	\$ 80	\$ 320	Trailers Gabyto
	<b>Rodamientos</b>				
5.14	Masa con freno	1	\$ 281	\$ 281	Trailers Gabyto
5.15	Masa sin freno	1	\$ 23	\$ 23	Trailers Gabyto
5.16	Elásticos	2	\$ 20	\$ 40	Trailers Gabyto
5.17	Llanta de aleación	2	\$ 73	\$ 146	Trailers Gabyto
5.18	Cubierta 13"	2	\$ 29	\$ 58	Trailers Gabyto
5.19	Guardabarros	2	\$ 22	\$ 44	Trailers Gabyto
5.20	Rueda Timonera para Tráiler – Rebatible y Regulable	1	\$ 60	\$ 60	Trailers Gabyto
	<b>Exteriores</b>				
5.21	Chapa pre-pintada N°25 (Laterales)	12	\$ 22	\$ 264	Trailers Gabyto
5.22	Chapa galvanizada N°18 (Techo y Paredes)	6	\$ 83	\$ 498	Trailers Gabyto
5.23	Poliuretano (Aislación)	1	\$ 166	\$ 166	Trailers Gabyto
5.24	Tornillos General	1	\$ 42	\$ 42	Trailers Gabyto
5.25	Ventana	4	\$ 50	\$ 200	Trailers Gabyto
5.26	Puerta 90 cm x 60 cm aluminio.	3	\$ 169	\$ 507	Trailers Gabyto

Estructura					
5.27	Puerta 90 cm x 100 cm aluminio	1	\$ 220	\$ 220	Trailers Gabyto
5.28	Detalles terminación aluminio	1	\$ 281	\$ 281	Trailers Gabyto
5.29	Plegados	1	\$ 213	\$ 213	Trailers Gabyto
5.30	Chapa aluminio piso interior	1	\$ 281	\$ 281	Trailers Gabyto
5.31	Paragolpes plegado chapa N°14	1	\$ 66	\$ 66	Trailers Gabyto
5.32	Luces exteriores y cableado	1	\$ 105	\$ 105	Trailers Gabyto
5.33	Patas cricket	4	\$ 24	\$ 96	Trailers Gabyto
5.34	Timonera	1	\$ 71	\$ 71	Trailers Gabyto
5.35	Cadenas y ganchos	1	\$ 11	\$ 11	Trailers Gabyto
5.36	Selladores de junta gris	9	\$ 6	\$ 54	Trailers Gabyto
5.37	Ángulos de aluminio 20 mm x 20 mm	4	\$ 10	\$ 40	Trailers Gabyto
5.38	Antioxidante	1	\$ 7	\$ 7	Trailers Gabyto
5.39	Pintura	1	\$ 7	\$ 7	Trailers Gabyto
5.40	Herrajes puertas	4	\$ 7	\$ 28	Trailers Gabyto
<b>Interiores</b>					
5.41	Recubrimiento Interior	1	\$ 403	\$ 403	Trailers Gabyto
<b>Total</b>				<b>\$ 4.941</b>	

Tabla 6.5: Detalle de costos Subsistema Estructura.

Para el cálculo de costos operativos se supuso que el tráiler recorrerá una distancia promedio diaria de 12 km, y se realizó el computo para los perfiles “Día por Medio” y “Tarde”. Siguiendo el concepto de fragmentar los costos, se estos dividen en distintos grupos. En la *Tabla 6.6* enlista el valor de cada grupo en referencia a un año de operación.

Costo Operativo		
	Día por Medio	Tarde
Diesel	\$ 332	\$ 664
Gas (GLP)	\$ 1.554	\$ 4.018
Artículos Higiénicos y de Limpieza	\$ 884	\$ 1.771
Servicio de Lavado de Toallas	\$ 1.750	\$ 3.500
Mantenimiento de equipos	\$ 46	\$ 46
Seguro Vehicular	\$ 750	\$ 750
<b>Total</b>	<b>\$ 5.316</b>	<b>\$ 10.749</b>

Tabla 6.6: Costos Operativos.

Las Tablas a continuación desglosan los costos operativos, en dólares, de cada uno de los grupos de la *Tabla 6.7*.

Costo Operativo (Detalle)				
Producto	Cantidad Anual		Precio/ unidad	Subtotal
<b>Diesel (Litro)</b>	Día por Medio	415	\$ 0,80	\$ 332
	Tarde	830		\$ 664
<b>Recarga GLP (10 kg)</b>	Día por Medio	111	\$ 14,00	\$ 1.554
	Tarde	287		\$ 4.018
<b>Artículos Higiénicos y de Limpieza</b>				
Shampoo (Litro)	Día por Medio	63	\$ 1,38	\$ 87

Costo Operativo (Detalle)				
	Tarde	125		\$ 174
Jabón (Litro)	Día por Medio	266	\$ 0,95	\$ 253
	Tarde	532		\$ 505
Lavandina (Litro)	Día por Medio	45	\$ 0,45	\$ 20
	Tarde	90		\$ 41
Aromatizante (Litro)	Día por Medio	45	\$ 0,77	\$ 35
	Tarde	90		\$ 69
Papel Higiénico (80 metros)	Día por Medio	90	\$ 0,20	\$ 18
	Tarde	180		\$ 36
Desodorante en aerosol	Día por Medio	25	\$ 1,72	\$ 43
	Tarde	52		\$ 90
Trapo de piso	Día por Medio	52	\$ 0,43	\$ 22
	Tarde	104		\$ 45
Bolsa de residuos (45 cm x 60 cm. 20 unidades)	Día por Medio	912	\$ 0,34	\$ 310
	Tarde	1825		\$ 621
Toallas de papel para manos (800 unidades)	Día por Medio	35	\$ 2,75	\$ 96
	Tarde	70		\$ 193
Líquido para cámara séptica (1 litro)	Día por Medio	38	\$ 3,45	\$ 131
	Tarde	76		\$ 262
<b>Mantenimiento de Equipos</b>				
Propilenglicol (Kg)		4,5	\$ 6,70	\$ 30
Sal Anti Sarro (Kg)		0,4	\$ 26,00	\$ 10
Ánodo de Magnesio (Termotanque)		1	\$ 5,40	\$ 5

Tabla 6.7: Detalles Costos Operativos.

Se aprovecha el presente apartado para definir el recambio de componentes o productos recomendados para un correcto mantenimiento del sistema. Se recomienda el recambio del líquido calor portador del circuito primario cada 3 meses. El ánodo de sacrificio del termotanque debe cambiarse anualmente.

## 7. Conclusiones

A partir de los resultados se puede concluir que con la incorporación de las energías renovables al sistema se logra una disminución del impacto ambiental. Este último está directamente vinculado con la logística para brindar el servicio de duchas, la cual incluye el perfil de consumo de agua caliente y la distancia diaria recorrida por el tráiler. El presente informe brinda las herramientas para escoger las alternativas que mejor se adapten al servicio que se quiera brindar.

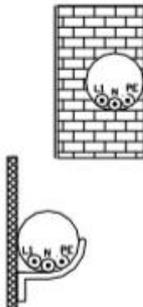
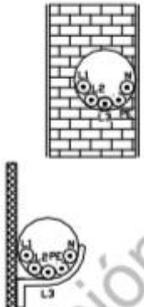
Es importante destacar que la incorporación de los sistemas de energías renovables agrega complejidad a la instalación por el uso y mantenimiento de estos. Sin embargo, el uso de estas promueve tanto la concientización sobre la contaminación ambiental como el interés general por nuevas formas de producir energía.

## 8. Anexos

8.1 Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de cálculo de 40° C.

	ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA	REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES	AEA 90364-7-770 © Edición 2016 Página 36
---	---	---	---

Tabla 770.12.I - Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de cálculo de 40 °C

	Termoplástico	
	PVC / LS0H IRAM-NM 247-3 / IRAM 62267 B52-2 B1	PVC / LS0H IRAM-NM 247-3 / IRAM 62267 B52-4 B1
		
Cobre [mm <sup>2</sup> ]	2x	3x
1,5	15	14
2,5	21	18
4	28	25
6	36	32
10	50	44
16	66	59
25	88	77
35	109	96
50	131	117
70	167	149
95	202	180
120	234	208
150	261	228
185	297	258
240	348	301
300	398	343
En la tabla se deben considerar las siguientes referencias: 2x = 2 cables cargados + PE 3x = 3 cables cargados + N + PE		

8.2 Requerimientos de seguridad exigidos para la categoría M, N y O:

SISTEMAS DE SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA		IRAM	MERCOSUR (II)	REGLAMENTO (UN) (III)	DIRECTIVA CE REGLAMENTO (EU) **	FMVSS	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	O4	
1	SISTEMA DE FRENOS	Nivel mínimo de Cumplimiento	(a)	82/94	R13 Rev.03 // R13H Rev.00	91/422	105 121 135	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
		Sistema Antibloqueo de Frenos ABS. (****)	(a)	(b)	R13 Rev.07, Anexo 13 // R13H Rev.00, Anexo 6			X	X	X	X	X	X	-	-	X	X
		Sistema Electrónico de Control de Estabilidad ESC (****)	(a)	(b)	R13H Rev.00 Anexo 9 // R13 Rev.07 Anexo 21			126	X	X	X (24)	X	X	X (24)	-	-	-
2	INSTALACIÓN DE NEUMÁTICOS	113337 / 113320 / 113321	65/92	R30 Rev.02 (1) // R54 Rev.00 (2)	92/23 - 458/2011	109 110 119 120	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	CABEZALES DE SEGURIDAD PARA ASIENTOS (3) (4) (20)	1G1	(b)	R17 Rev.05 // R25 Rev.04	96/37 - 78/932	202	X	X	X	X							
4	ANCLAJE DE LOS ASIENTOS (*) (**) (17) (23)	1-K15-1	26/94	R17 Rev.05 // R25 Rev.04	96/37	207	X	X	X	X							

IP-2018-00849542-APN-SECGI#MTR

SISTEMAS DE SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA		IRAM	MERCOSUR (II)	REGLAMENTO (UN) (III)	DIRECTIVA CE REGLAMENTO (EU) **	FMVSS	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	O4
17	SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SENALIZACIÓN	Nivel mínimo de Cumplimiento (12) (15)	(a)	83/94	R48 Rev.01	97/28	108 (25)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Tercera Luz de Stop (**)	(a)	(b)	R48 Rev.01			X								
		Encendido Automático de Luces (13)	(a)	(b)	R48 Rev.03 / R87			X			X					
18	SISTEMA LIMPIADOR Y LAVADOR DE PARABRISAS (21)	1-N1 / 1-N1-10B	30/94	1008/10	94/68	104	X	X	X	X	X	X				
19	TANQUE DE COMBUSTIBLE, TUBO DE LLENADO Y CONEXIONES (*) (**) (***)	(a)	31/94	R94 Rev. 01 - R34 Rev.02 PARTE I o PARTE II	97/19 - 2006/20	301	X			X						
20	VIDRIOS DE SEGURIDAD	1H3	26/93	R43 Rev.00	92/22	205	X	X	X	X	X	X				
21	IMPACTO TRASERO (**) (****) (23)	(a)	(b)	R34 Rev.02 PARTE II, Anexo 4 R32 Rev.01, Anexo 4	70/221	301	X									
22	ENSAYO DE ESTABILIDAD (22)		(b)	(c)	(d)	---			X							
23	SISTEMA DE ENGANCHE	10252	(b)	(c)	(d)	---							X	X	X	X
24	PROTECCIÓN LATERAL	10276	(b)	R73	(d)	---							X	X	X	X
25	PROTECCIÓN CONTRA EMPOTRAMIENTO	10260	(b)	R58	(d)	---							X	X	X	X

IP-2018-00849542-APN-SECGI#MTR

8. 3 Equipos – Hojas Técnicas.

Colector Solar – Black Crom



---

COLECTOR SOLAR BLACK CROM



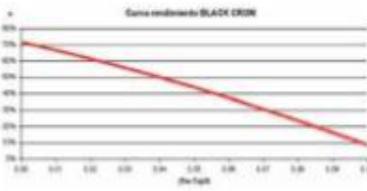
**Ref.**  
**81001**

**CARACTERÍSTICAS**

Parrilla de cobre con aletas de cobre soldadas por ultrasonido.  
 Superficie total: 2 m<sup>2</sup>.  
 Área de apertura: 1,81 m<sup>2</sup>.  
 Medidas: 2000 x 1000 x 81 mm.  
 Peso: 38,5 kg.  
 $\eta_{(s)}$  0,715  
 $\alpha_{1s}$  4,847 W/m<sup>2</sup>K  
 $\alpha_{2s}$  0,018 W/m<sup>2</sup>K<sup>2</sup>

- Recubrimiento selectivo BLACK CROM.
- Salidas de tubo de cobre ø22.
- Presión de trabajo 6 bar.
- Presión máxima 10 bar.
- Capacidad 1,71 litros.
- Estructura de aluminio anodizada plata.
- **Garantía 5 años.**
- **Homologación GPS-8129.**

Gráfico rendimiento de BLACK CROM



Vaso de Expansión – Varem

Marca: Varem

Modelos: SOLARVAREM CE 25 Litros.

Características:

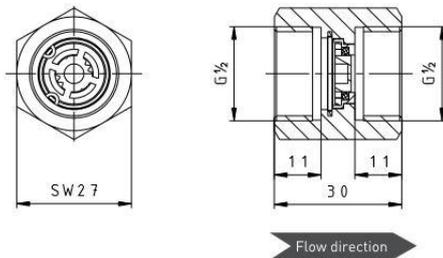
- Membrana resistente a picos de 130 °C.
- Presión de precarga 2,5 bar.
- Presión Máxima

SOLARVAREM CE							-10 + 130 °C
	Std. Code	Capacity	Max. pressure	Connection	Dimensions	Packaging	Qty/ pallet
		lt	bar	inch	mm	m3	n.
	R80052**S4000000	5*	**	3/4"	160x325	0.010	210
	R80082**S4000000	8	**	3/4"	200x330	0.015	144
	R80122**S4000000	12	**	3/4"	270x310	0.024	72
	R80182**S4000000	18	**	3/4"	270x415	0.034	56
	R80252**S4000000	25	**	3/4"	290x460	0.041	63
	R80402**S4000000	40	**	3/4"	320x580	0.066	36

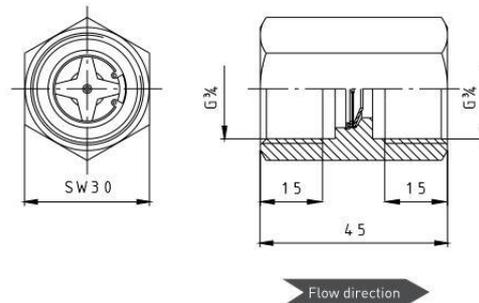
Regulador de Flujo - Sika



VB15



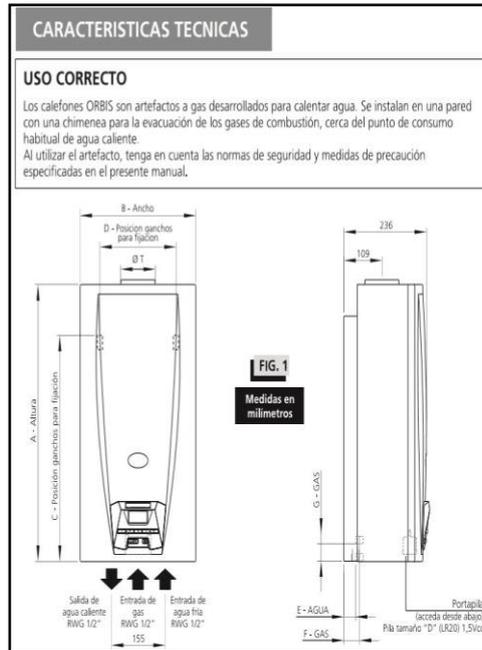
VB20



Materials in contact with fluid		
Type	VB15	VB20
Pipe section	Brass CW617N or stainless steel 1.4571	Brass CW617N or stainless steel 1.4305
Inner parts	EPDM, Hostaform C POM, stainless steel 1.4422	Stainless steel 1.4310 / 1.4301 / A2

Order code	Example → VB1503SR	MS1
<b>Set value</b>		
3 l/min	VB1503SR	
4 l/min	VB1504SR	
6 l/min	VB1506SR	
7 l/min	VB1507SR	
8 l/min	VB1508SR	
10 l/min	VB1510SR	
12 l/min	VB1512SR	
<b>Material</b>		
Brass		MS1
Stainless steel		VA1

Calefón - ORBIS 320SPOE



Descripción	Unidad	Modelo			
		315KPO	315SPO	320KPO	320SPO
A - Altura	mm	580		757	
B - Ancho	mm	330		395	
C - Posición ganchos para fijación	mm	474		651	
D - Posición ganchos para fijación	mm	222		287	
E - AGUA	mm	33		33	
F - GAS	mm	35		35	
G - GAS	mm	0		15	
Ø T	mm	100		125	
Capacidad (1T 20K)	L / min	14		20	
Tipo de comando	-	Digital		Digital	
Tipo de encendido	-	Automático		Automático	
Color	-	Blanco		Blanco	
Caudal de agua mínimo (*)	L / min	3,0		5,3	
Presión de agua mínima	kPa (MPa) (bar)	5 (0,005) (0,05)		7 (0,007) (0,07)	
Presión de agua máxima	kPa (MPa) (bar)	450 (0,45) (4,5)		450 (0,45) (4,5)	
Consumo mínimo	GN	kW (kcal / h)	7,84 (6.742)		7,45 (6.407)
	GLP	kW (kcal / h)	6,27 (5.304)		8,91 (7.663)
Consumo máximo	GN	kW (kcal / h)	23,24 (19.990)		33,12 (28.500)
	GLP	kW (kcal / h)			32,53 (28.000)
Potencia útil	GN	kW (kcal / h)	18,74 (16.120)		26,63 (22.914)
	GLP	kW (kcal / h)			26,78 (23.044)
Presión de trabajo	GN	kPa (mm CA)	1,77 (180)		1,77 (180)
	GLP	kPa (mm CA)	2,74 (280)		2,74 (280)
Norma	-	NAG 313		NAG 313	
Tipo / Categoría	-		B <sub>1185</sub> / II <sub>2H3P</sub>		
Matrícula de aprobación	GN	-	BVG 1001/28		BVG 1001/30
	GLP	-	BVG 1001/28		BVG 1001/30
Tensión de alimentación (**)	Vcc	1,5		1,5	
Apto Solar	-	No	Si	No	Si

(\*) Medido a la salida del artefacto.  
(\*\*) Utiliza una pila tamaño D.

Panel Solar – Trinasolar

TSM-320PD14

### DIMENSIONES DEL MÓDULO FV (Unidad: mm)

**Vista Trasera**

**(A-A)**

### CURVAS I-V DEL MÓDULO PV

### CURVAS P-V DEL MÓDULO PV

### DATOS ELÉCTRICOS (STC)

Potencia nominal $P_{max}$ (Wp)*	320
Tolerancia de potencia nominal $P_{max}$ (W)	0 ~ +5
Voltaje en el punto máximo $V_{mp}$ (V)	37.1
Corriente máxima $I_{mp}$ (A)	8.63
Voltaje en circuito abierto $V_{oc}$ (V)	45.8
Corriente en cortocircuito $I_{sc}$ (A)	9.10
Eficiencia del módulo $\eta_m$ (%)	16.5

STC: Irradiancia 1000W/m², Temperatura de celda 25°C, Masa de aire AM1.5.  
\*Tolerancia de prueba: ±3%.

### DATOS ELÉCTRICOS (NOCT)

Potencia máxima $P_{max}$ (Wp)	238
Potencia máxima de voltaje $V_{mp}$ (V)	34.4
Corriente máxima $I_{mp}$ (A)	6.91
Voltaje en circuito abierto $V_{oc}$ (V)	42.5
Corriente de cortocircuito $I_{sc}$ (A)	7.35

NOCT: Irradiancia at 800W/m², Temperatura ambiente 20°C, Velocidad de viento 1m/s.

### DATOS MECÁNICOS

Celdas solares	Multicristalino 156.75 x 156.75 mm (6 pulgadas)
Distribución de celdas	72 celdas (6 x 12)
Dimensiones del módulo	1956x 992x 40 mm (77.0 x 39.1 x 1.57 pulgadas)
Peso	22.5 kg (49.6 lb)
Vidrio	3.2 mm (0.13 pulgadas), Alta transmisión, AR Vidrio templado recubierto
Capa Trasera	Blanca
Marco	Aleación de aluminio anodizado color plata
Caja de conexiones	IP 67 o IP 68 nominal
Cables	Cable de tecnología fotovoltaica 4.0mm² (0.006 pulgadas²), 1200 mm (47.2 pulgadas)
Conector	MC4 Compatible o Amphenol H4/UTX
Clasificación de incendio	Tipo 1 o tipo 2

LÍMITES DE TEMPERATURA	LÍMITES OPERATIVOS
NOCT (temperatura de operación nominal de celda)	44°C (±2°C)
Coefficiente de Temperatura $P_{max}$	- 0.41%/°C
Coefficiente de Temperatura $V_{oc}$	- 0.32%/°C
Coefficiente de Temperatura $I_{sc}$	0.05%/°C
Temperatura de operación	-40 ~ +85°C
Voltaje máximo del sistema	1000V DC (IEC) 1000V DC (UL)
Capacidad máxima del fusible	15A

(NO conectar fusibles en el Common Box con dos o más cuerdas en conexión paralela)

### GARANTÍA

10 años > 90% de la potencia
25 años > 80% de la potencia

### CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE

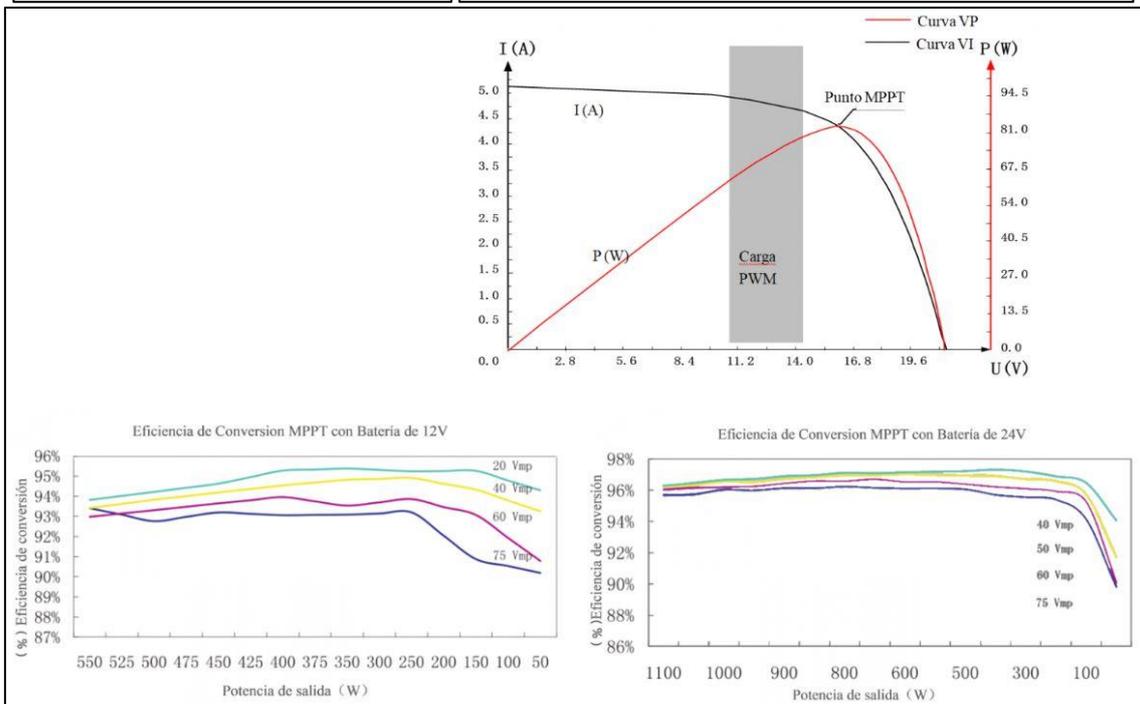
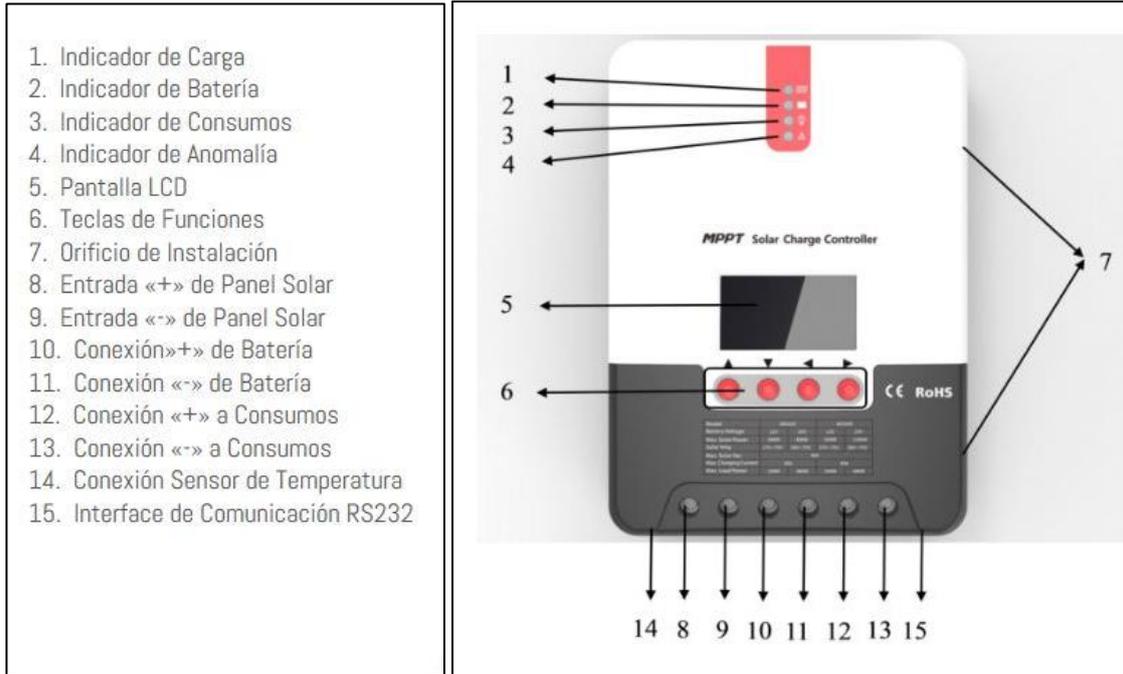
Paneles por caja: 27 unidades
-------------------------------

PRECAUCIÓN: LEA LAS INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD E INSTALACIÓN ANTES DE UTILIZAR EL PRODUCTO.  
© 2017 Trina Solar Limited. Todos los derechos reservados. Las especificaciones incluidas en esta hoja de producto están sujetas a cambios sin previo aviso.

Regulador de Carga – Renogen MPPT 12/24V 30A SR

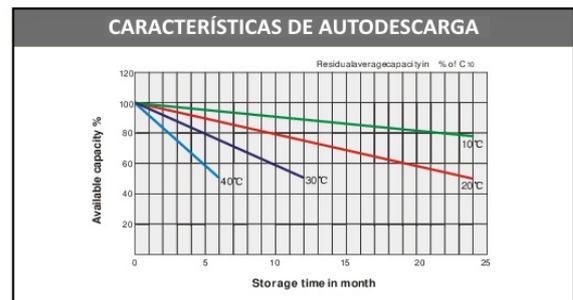
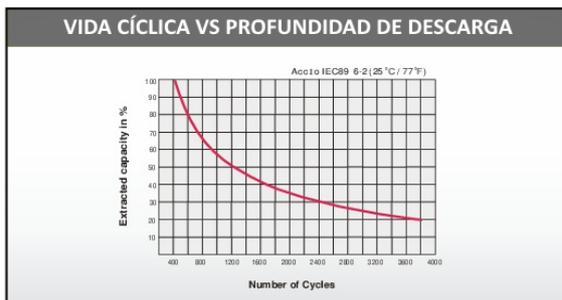
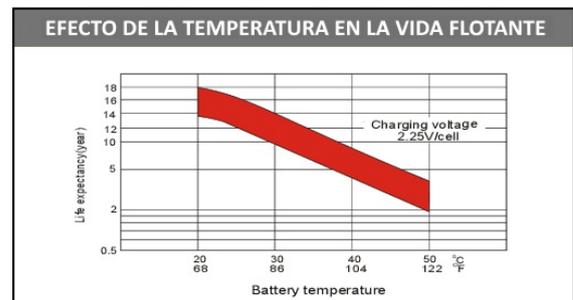
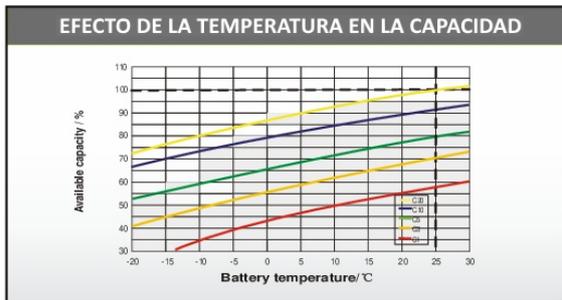
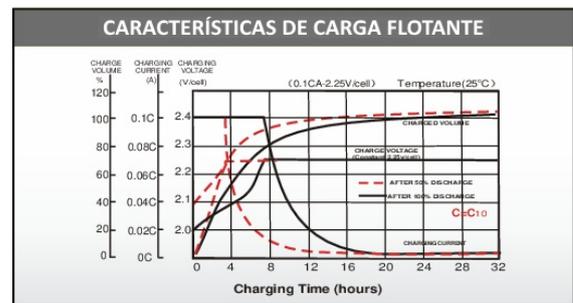
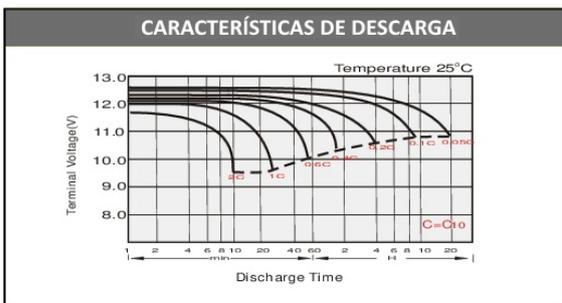
Este controlador puede monitorear la energía generada por los paneles solares rastreando los valores más altos de voltaje y corriente (VI) en tiempo real, permitiendo que el sistema cargue las baterías con la máxima potencia. Está diseñado para ser utilizado en sistemas fotovoltaicos solares aislados de la red eléctrica para coordinar el funcionamiento del panel solar, la batería y la carga funcionando como unidad de control central en sistemas fotovoltaicos aislados de la red.

Aspectos Técnicos - Regulador Renogen	
<b>Modelo</b>	ML2430
<b>Voltaje del sistema</b>	12V/24V Auto
<b>Pérdida sin carga</b>	0.7 W a 1.2 W
<b>Voltaje de batería</b>	9 a 35 V
<b>Max. voltaje entrada solar</b>	100V (25 °C), 90V (-25 °C)
<b>Corriente de carga nominal</b>	30 A
<b>Corriente de consumo nominal</b>	20 A
<b>Max. Potencia de entrada del sistema fotovoltaico</b>	400W/12V
	800W/24V
<b>Eficiencia de conversión</b>	≤ 98 %
<b>Eficiencia de seguimiento MPPT</b>	>99 %
<b>Toma de tierra</b>	Positivo Común
<b>Temperatura de operación</b>	-35 °C a +45 °C
<b>Grado de protección</b>	IP32
<b>Peso</b>	2 Kg
<b>Dimensiones</b>	238mmx173mmx72.5mm



Batería – Renogen 12 V 200Ah

MODELO	UCG200-12R
<b>1. Parametros de Funcionamiento</b>	
Voltaje Nominal	12V
Capacidad Nominal (10 hs de descarga)	200Ah
Cantidad de Celdas	6
Vida Util de Diseño Flotante @ 20°C	15 años
<b>2. Capacidad Nominal @ 25°C(77° F)</b>	
20hr, 1.80V/cell	206.0 AH/10.3A
10hr, 1.80V/cell	200.0 AH/20.0A
5hr, 1.75V/cell	170.0 AH/34.0A
1hr, 1.60V/cell	119.4 AH/119.4A
<b>3. Capacidad Afectada x Temperatura (10 hs)</b>	
40°C (104° F)	103%
25°C (77° F)	100%
0°C (32° F)	86%
<b>4. Dimensiones y Peso</b>	
Largo	522 ± 2 mm
Ancho	240 ± 2 mm
Alto	218 ± 2 mm
Alto Total	224 ± 2 mm
Peso	60.4 kg
<b>5. Temperatura de Trabajo</b>	
Nominal	25 ± 3°C
Rango Descarga	-15~50°C
Rango Carga	0~40°C
Rango Almacenaje	-15~50°C
<b>6. Voltaje de Carga @ 25°C(77° F)</b>	
Uso Ciclico	14.4~15V
Máxima Corriente de Carga	50A
Coeficiente de Temperatura	-30mV/°C
Uso Flotante	13.5~13.8V
Coeficiente de Temperatura	-20mV/°C



Inversor/ Cargador - MultiPlus 24/500/10



**Inversor/Cargador MultiPlus 500VA - 1200VA**

12 / 24 / 48V www.victronenergy.com

**Fiabilidad probada**  
La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años. El inversor está a prueba de cortocircuitos y protegido contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

**PowerControl – Potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red (800VA/1200VA)**  
En el Panel Multi Control puede establecerse una corriente máxima proveniente del generador o del pantalán. El MultiPlus tendrá se hará cargo de otras cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga, evitando así sobrecargar el generador o la toma de puerto.

**PowerAssist – Aumento de la capacidad eléctrica de la toma de puerto o del generador (800VA/1200VA)**  
Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el MultiPlus compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

**Alta potencia de arranque**  
Necesaria para arrancar cargas con una alta corriente de irrupción, como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

**Modo de búsqueda**  
Cuando el modo de búsqueda está activado, el consumo del inversor en funcionamiento sin carga disminuye aproximadamente un 70%. En este modo el Multi, cuando funciona en modo inversor, se apaga si no hay carga o si hay muy poca, y se vuelve a conectar cada dos segundos durante un breve periodo de tiempo. Si la corriente de salida excede un nivel preestablecido, el inversor seguirá funcionando. En caso contrario, el inversor volverá a apagarse.

**Relé programable**  
El relé programable está configurado de forma predeterminada como relé de alarma, es decir, el relé se desenergizará en caso de alarma o alarma previa (el inversor está demasiado caliente, la ondulación de la entrada es casi demasiado alta y la tensión de la batería está demasiado baja).

**Conector remoto de On/Off/Charger on**  
Conector de tres polos




12 voltios 24 voltios 48 voltios	MultiPlus 12/500/20 MultiPlus 24/500/10 MultiPlus 48/500/6	MultiPlus 12/800/35 MultiPlus 24/800/16 MultiPlus 48/800/9	MultiPlus 12/1200/50 MultiPlus 24/1200/25 MultiPlus 48/1200/13
PowerControl / PowerAssist		No	Sí
Funcionamiento en trifásico y en paralelo		No	Sí
Conmutador de transferencia		16A	
<b>INVERSOR</b>			
Rango de tensión de entrada		9,5 – 17V	19 – 33V 38– 66V
Salida		Tensión de salida: 230VCA ± 2% Frecuencia: 50Hz ± 0,1% (1)	
Potencia cont. de salida a 25 °C (3)		500VA	800VA 1200VA
Potencia cont. de salida a 25°C		430W	700W 1000W
Potencia cont. de salida a 40 °C		400W	650W 900W
Potencia cont. de salida a 65 °C		300W	400W 600W
Pico de potencia		900W	1600W 2400W
Eficacia máxima		90 / 91 / 92%	92 / 93 / 94% 93 / 94 / 95%
Consumo en vacío		6 / 6 / 7W	7 / 7 / 8W 10 / 9 / 10W
Consumo en vacío en modo búsqueda		2 / 2 / 3W	2 / 2 / 3W 3 / 3 / 3W
<b>CARGADOR</b>			
Entrada CA		Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz	
Tensión de carga de "absorción"		14,4 / 28,8 / 57,6V	
Tensión de carga de "flotación"		13,8 / 27,6 / 55,2V	
Modo de almacenamiento		13,2 / 26,4 / 52,8V	
Corriente de carga de la batería auxiliar (4)		20 / 10 / 6A	35 / 16 / 9A 50 / 25 / 13A
Corriente de carga batería arranque		1A (solo modelos de 12V y 24V)	
Sensor de temperatura de la batería		Sí	
<b>GENERAL</b>			
Relé programable (5)		Sí	
Protección (2)		a – g	
Características comunes		Rango de temp. de trabajo: -40 a +65°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación) : máx. 95%	
<b>CARCASA</b>			
Características comunes		Material y color: Acero/ABS (azul RAL 5012) Categoría de protección: IP 21	
Conexión de la batería		16 / 10 / 10 mm <sup>2</sup>	25 / 16 / 10 mm <sup>2</sup> 35 / 25 / 10 mm <sup>2</sup>
Conexión 230V CA		Conector G-ST18i	
Peso		4,4 kg	6,4 kg 8,2 kg
Dimensiones (al x an x p)		311 x 182 x 100 mm	360 x 240 x 100 mm 406 x 250 x 100 mm
<b>NORMATIVAS</b>			
Seguridad		EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN 62109-1	
Emisiones/Normativas		EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3 IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3	
vehículos de carretera		ECE R10-4	

1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240 V.  
2) Protección  
a. Cortocircuito de salida  
b. Sobrecarga  
c. Tensión de la batería demasiado alta  
d. Tensión de la batería demasiado baja  
h. Temperatura demasiado alta  
f. 230 VCA en salida del inversor  
g. Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta

3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1  
4) A 25°C temp. ambiente  
5) Relé programable que puede ajustarse como:  
alarma general, subtensión CC o señal de arranque/parada del generador  
Capacidad nominal CA: 230V/4A  
Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC

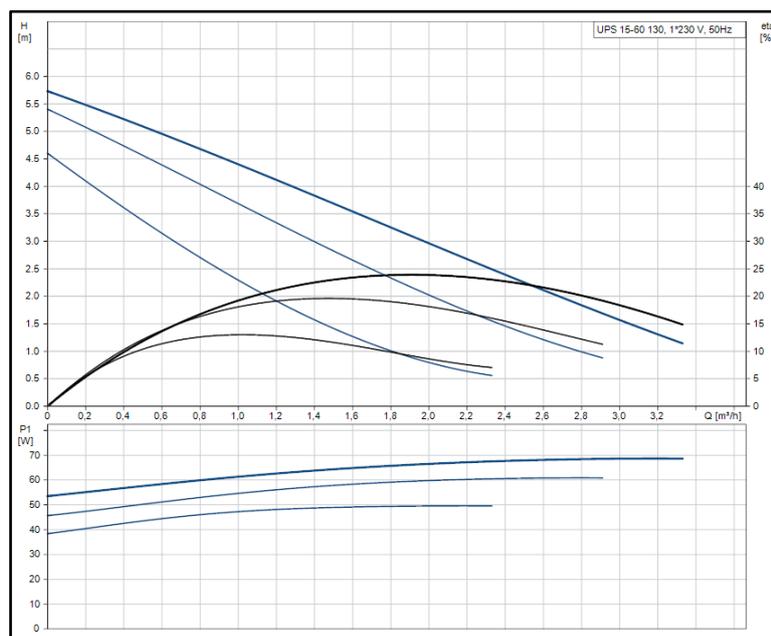
Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos  
Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40  
E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com



Bomba Circuladora Grundfos Cacao 15-60



<b>Líquido</b> Líquido bombeado: Agua Rango de temperatura del líquido: 2 .. 110 °C Temperatura del líquido durante el funcionamiento: 60 °C Densidad: 983.2 kg/m³		<b>Especificaciones</b> Producto: UPS 15-60 130 Código: 96281471 Número EAN: 5700830458259	
<b>Datos eléctricos</b> Potencia de entrada en velocidad 1: 50 W Potencia de entrada en velocidad 2: 60 W Potencia de entrada máx.: 70 W Frecuencia de red: 50 Hz Tensión nominal: 1 x 230 V Intensidad en velocidad 1: 0.22 A Intensidad en velocidad 2: 0.27 A Corriente en velocidad 3: 0.3 A Tamaño condensador - Funcionamiento: 2.5 µF Grado de protección (IEC 34-5): IP44 Clase de aislamiento (IEC 85): F Protec. de motor: NINGUNA Protec. térmica: Protección por impedancia		<b>Técnico</b> N.º de velocidad: 3 Altura máx.: 60 dm Clase TF: 110 Homologaciones en placa de características: VDE,AAA,EAC	
<b>Paneles control</b> Pos. caja de conex.: 9H		<b>Materiales</b> Carcasa de la bomba: Hierro fundido Carcasa de la bomba: EN-JL1030 Carcasa de la bomba: ASTM 30 B Impulsor: Composite, PES/PP	
		<b>Instalación</b> Amb. máx. con líquido a 80°C: 40 °C Presión de trabajo máxima: 10 bar Conexión de tubería: G 1 Presión nominal: PN 10 Longitud puerto a puerto: 130 mm	



**Bomba Presurizadora**

Sistemas de bombeo


**BOMBA PRESURIZADORA**



**TABLA DE CARACTERÍSTICAS**

MODELO	PRES	CÓDIGO	MEDIDA	EMBALAJE	Pot. Máxima (W)	H/HP	Frec. (Hz)	Presión. Min.	Presión. Máx
		2334	0.13HP	6	100	0,13	50	10	280-300
		2335	0.13HP	4	260	0,35	50	10	280-300

**PERFORMANCE CHART AT 2800 R.P.M**



CAUDAL (l/min)  
1) PRES 100W  
2) PRES 260W

**Acumulador/Intercambiador de Calor**

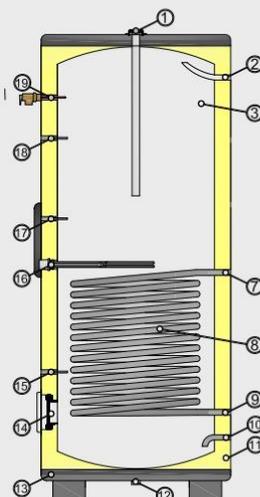
Aspectos Técnicos	
Modelo	JPT1 - 250
Capacidad	250
Diámetro exterior	Ø580 mm
Altura	1547 mm
Intercambio	1.05 mm2
Potencia de Intercambio inferior (Tin 80°C - Tout 70°C)	25 kW
Peso	50 Kg
Temperatura máxima de trabajo	95 °C
Presión máxima de trabajo	10 bar
Perdida de Carga	155 mBar

**JPT1 - solar direct hot water**

Heating coils in hot water tanks are made of smooth coil that will not encourage limescale deposits and offer longer and more efficient life than finned or rippled coils. coils have increased length compared to finned coils, carry more heating fluid and therefore have a greater heat transfer capacity.

**One coil for solar heating with electric heating backup**

1. Magnesium rod
2. Hot water outlet
3. Inner tank
7. Circulation inlet (Solar collector)
8. Heat exchanger (Solar collector)
9. Circulation outlet (Solar collector)
10. Cold water inlet
11. Insulation layer
12. Drain outlet
13. Outer tank
14. Inspection flange
15. Sensor (T2)
16. Electric heater
17. Sensor (Electric heater)
18. Sensor (T3)
19. T&P valve

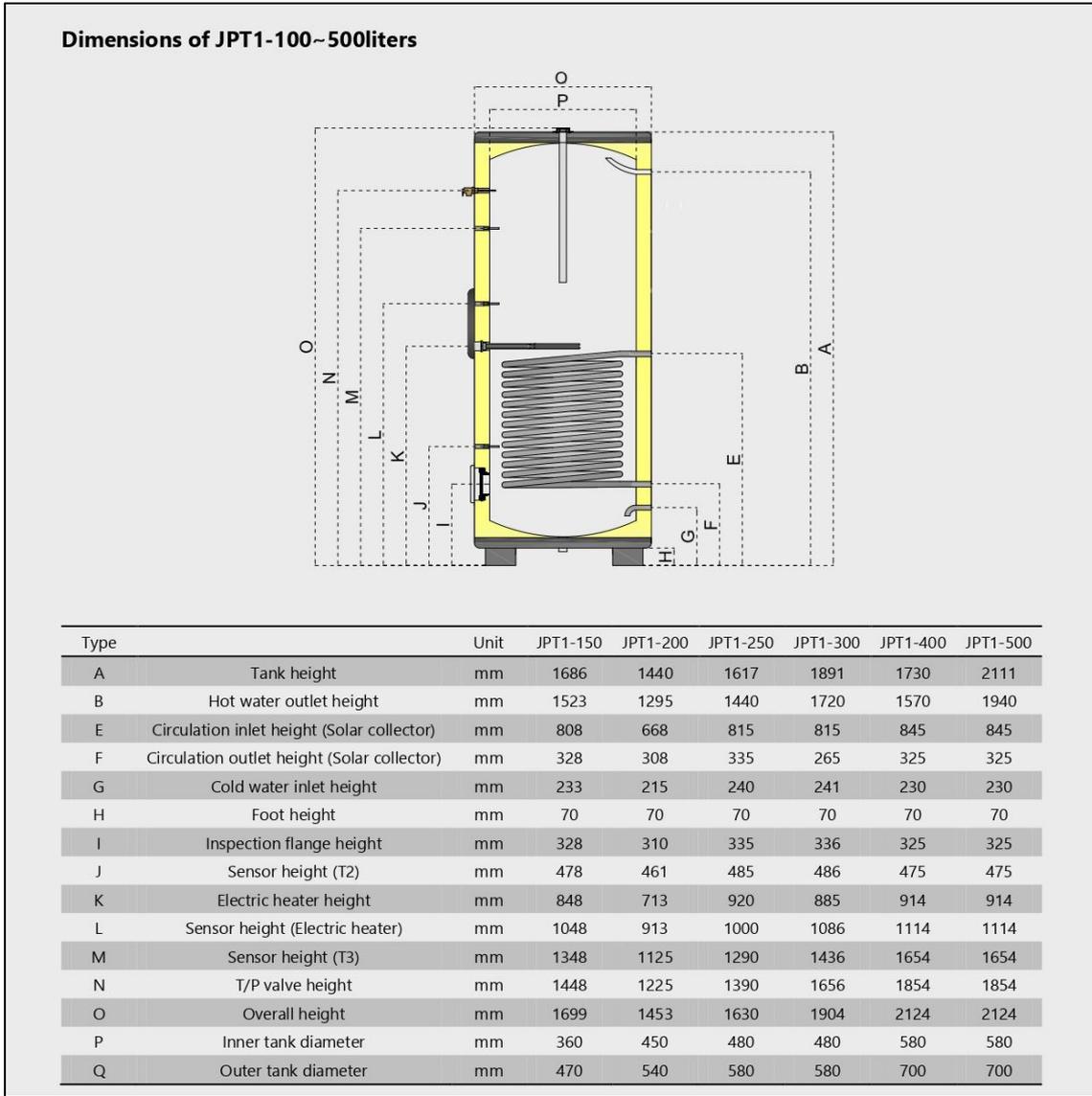


The JPT1 is a purpose-designed solar hot water tank, providing high solar input from the large heating coil and substantial dedicated solar volume. The JPT1 has back-up heating with one electric immersion heater.

The JPT1 is able to provide up to 60% of annual domestic hot water requirements from free solar energy captured by solar thermal collectors.

JPT1 is ideal for connection with all types of solar collectors and should be connected with a differential controller to complete a high performance system. The positioning and size of the coil in the JPT1 maximizes the use of available solar energy. An electric immersion heater is fitted in the middle of the tank for boosting temperature when solar energy is low. The fully flooded design offers a superior hot water performance when solar gain is low.

JPT1 is supplied with twin bosses and dry pockets at low and high levels for insertion of temperature sensor probes.



## 9. Referencias

- [1] Nasa surface meteorology and solar energy - choices.  
<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?email=skip%40larc.nasa.gov&step=1&lat=-34.641452&lon=-58.401362&submit=Submit>. Accedido el 01/03/2017.
- [2] Curso Energía Solar Térmico - Nivel Avanzado. Curso de Posgrado UNLP. Enersol Ingeniería.
- [3] ANSI - ASHRAE Standard 93-2010 (RA 2014) - Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of Solar Collectors
- [4] IDEA. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura  
[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_5654\\_ST\\_Pliego\\_de\\_Condiciones\\_Tecnicas\\_Baja\\_Temperatura\\_09\\_082ee24a.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_ST_Pliego_de_Condiciones_Tecnicas_Baja_Temperatura_09_082ee24a.pdf).
- [5] Sistemas Solares Térmicos II. Guía de diseño e instalación para grandes sistemas de agua caliente sanitaria.  
<http://www.minenergia.cl/sst/wp-content/uploads/2016/05/guia-de-diseno-y-montaje-de-sst-para-ac.s.pdf>
- [6] Manual de cálculo y diseño de instalaciones de producción de agua caliente sanitaria en edificaciones de viviendas mediante energía solar y apoyo de gas natural. Dirección de Tecnología y Medio Ambiente. Sevilla, España.
- [7] Manual de técnico de cañerías Aqua System  
[https://www.grupodema.com.ar/bundles/app/front/images/Acqua\\_System.pdf](https://www.grupodema.com.ar/bundles/app/front/images/Acqua_System.pdf)
- [8] Curso Energía Solar Fotovoltaica Avanzado - UNLP. Curso de Posgrado UNLP. Enersol Ingeniería.
- [9] Guía de recurso solar. Subsecretaria de Energías Renovables y Eficiencia Energetica  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia\\_del\\_recurso\\_solar\\_anexos\\_final.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_del_recurso_solar_anexos_final.pdf)
- [10] Caracterización de módulos Fotovoltaicos con dispositivo Portátil. Universidad Carlos III de Madrid.  
[https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6037/PFC\\_Julio\\_Fernandez\\_Ferichola.pdf](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6037/PFC_Julio_Fernandez_Ferichola.pdf)
- [11] Cálculo de conectores en instalaciones solares. SunFields Eruope  
<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calculo-seccion-de-cable-para-paneles-solares/>.
- [12] Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. Asociación electrotécnica argentina. [http://www.ecofield.net/Legales/Electricidad/res207-95 ENRE/res207-95 ENRE.pdf](http://www.ecofield.net/Legales/Electricidad/res207-95_ENRE/res207-95_ENRE.pdf)
- [13] Ley de tránsito Nº24.449: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/818/texact.htm>
- [14] Ley de tránsito Nº24.449: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/818/texact.htm>

[15] Ley N°2148/06. Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.  
[https://www.buenosaires.gob.ar/areas/leg\\_tecnica/sin/normapop09.php?id=95322&qu=c&ft=0&cp=&rl=0&rf=0&im=0&ui=0&printi=&pelikan=1&sezion=&primera=0&mot\\_toda=&mot\\_fr ase=&mot\\_alguna=](https://www.buenosaires.gob.ar/areas/leg_tecnica/sin/normapop09.php?id=95322&qu=c&ft=0&cp=&rl=0&rf=0&im=0&ui=0&printi=&pelikan=1&sezion=&primera=0&mot_toda=&mot_fr ase=&mot_alguna=)

[16] Diseño en Ingeniería Mecánica. Shigley Décima Edición Mgraw Hill Buydnas.

[17] Cálculo del factor de emisión de co2 de la red argentina de energía eléctrica.  
<https://www.minem.gob.ar/www/830/25597/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>. Accedido el 23/11/2017.

[18] Re-assessment of net energy production and greenhouse gas emissions avoidance after 40 years of photovoltaics development.

DOI: 10.1038/ncomms13728

[19] “Learn the facts: Weight affects fuel consumption”

[https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeef/pdf/transportation/fuel-efficient-technologies/autosmart\\_factsheet\\_16\\_e.pdf](https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeef/pdf/transportation/fuel-efficient-technologies/autosmart_factsheet_16_e.pdf)

## 10. Lista de Proveedores

### **Chasis y estructuras auxiliares.**

#### Trailers Gabyto

Tel: +5492355 69 1481  
Dirección: Pcia de Chubut 798, Lincoln,  
Buenos Aires.

### **Cables y accesorios eléctricos.**

#### Easy Cencosud

Tel: 0810 999 3279  
Email: infocl@easy.com.ar

### **Equipos Solares Térmico**

#### Enersol S.A.

Tel: +54 221 482 1911  
Email: info@enersol.com.ar  
Dirección: Diag. 73 Nro 2534 1/2 e/ 20 y 21,  
La Plata, Buenos Aires, ARG

#### Eco Tecno Solar

Tel: +54 03547 432263  
Email: ventas@ecotecnosolar.com.ar  
Dirección: RÍO DE JANEIRO 39 - LOCAL 2 –  
ALTA GRACIA, CÓRDOBA – ARGENTINA

#### Matec Medición SRL (Regulador de Caudal)

Tel: (011) 4554-5243  
Email: info@matecmedicion.com.ar  
Dirección: Av. Federico Lacroze 3020 -  
Bs.As. – ARG

#### Tirangular S.A.

Tel: +5411 4858 2828  
Email: info@triangularsa.com.ar  
Dirección: Aguirre 1337 (1414) CABA- Bs.As.

#### Orbis Mertig S.A.I.C. (Calefón)

Tel: +54(11) 5230-5300  
Email: ventas@orbis.com.ar  
Dirección: Yerbal 1200, Villa Adelina,  
Buenos Aires– ARG

### **Equipos Solares Fotovoltaicos.**

#### Enertik.

Tel: +54 9 341 3318900  
Dirección: Bv. Oroño 5102 - Rosario -  
Santa Fe – Argentina

#### Renogen Solar Power

Tel: +54 11 6091 3562  
Email: ventas@renogen.com.ar

#### Hissuma Solar

Tel: (11) 6009 9191  
Email:comercial@hissuma-  
materiales.com.ar  
Dirección: Av. Alberdi 3980 CABA

#### Trimer S.A.

Tel: (54 11) 4580 0444  
Email: trimer@trimer.com.ar  
Dirección: Del Arca 55 - San Fernando -  
Buenos Aires - Argentina

### **Cañerías y accesorios sanitarios.**

#### Easy Cencosud

Tel: 0810 999 3279  
Email: infocl@easy.com.ar

#### IPS ARG

Tel: 0800.888.1120  
Email: info@ips-arg.com  
Dirección: San Martín, Buenos Aires,  
Argentina

#### Caram S.A. (Artículos para casas rodantes)

Tel: +54 011 4854 2314  
Dirección: Warnes 732, Ciudad de Buenos  
Aires, Arg.

## 11. Agradecimientos

Queremos aprovechar este apartado para agradecerle a las personas que brindaron su tiempo y conocimiento en colaboración del presente proyecto. Ellos son:

Damián Mazarota, argentino fundador de The Shower of Hope.

Cristian Wallace de Enersol Ingeniería.

Gabriel Dacurso de Gabytos Trailers.

Nicolas Oxenford Ingeniero Mecánico del ITBA.

## 12. Planos

D

C

B

A

4

4

3

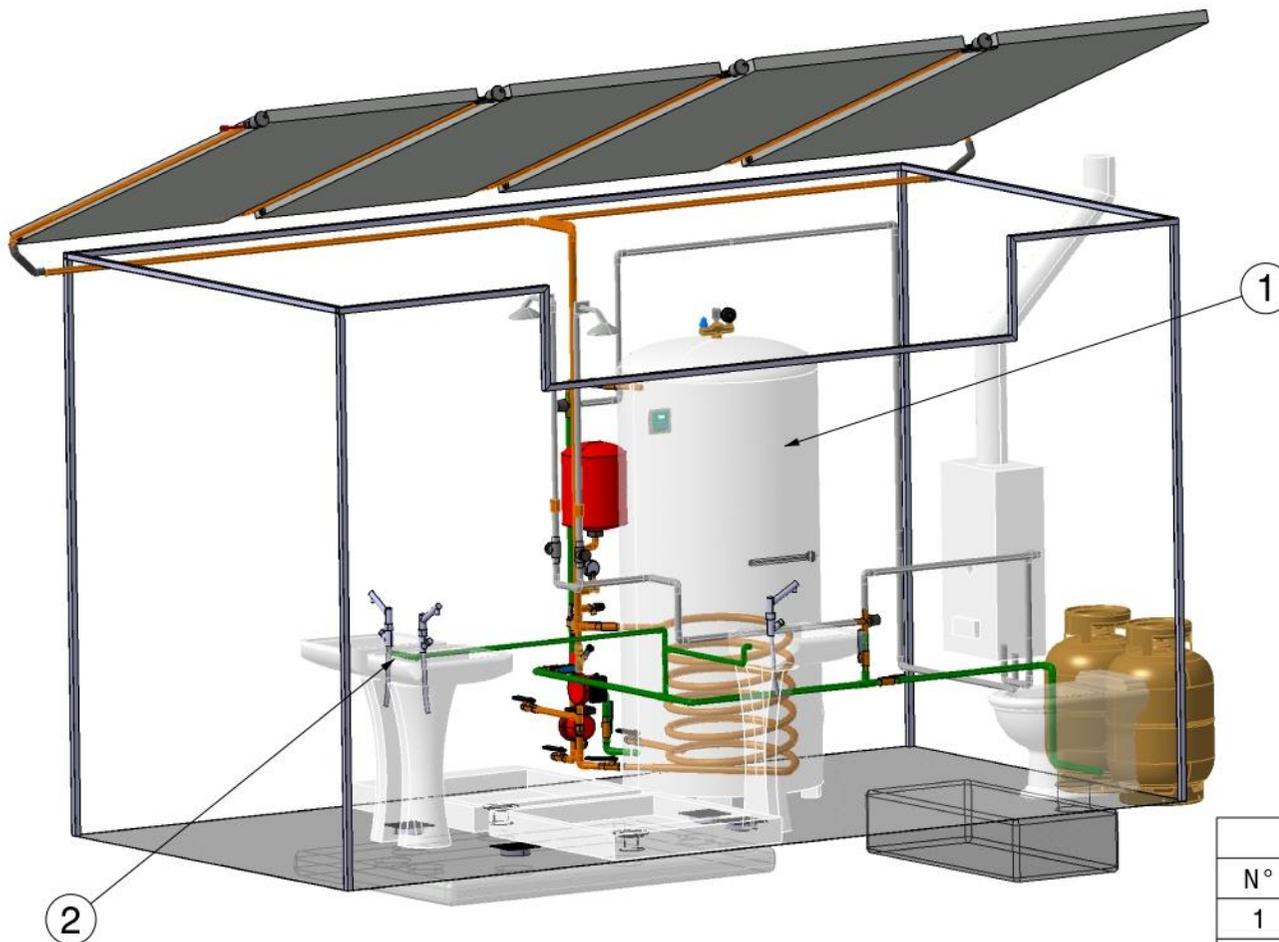
3

2

2

1

1



Conjuntos		
N°	Descripción	N° Plano
1	Sistema Solar Térmico	CJ_02
2	Sistema Sanitario	CJ_03

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación Pipping Isométrico General	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Aprobaciones	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	Fecha	
		Dibujó: Stefano Valfiorani		29/5/2019	
		Aprobó: -		xx/xx/xxxx	
		Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:30	
				Material -	
				Plano N° CJ_001	
				Peso [kgf]	

D

A

D C B A

4

3

2

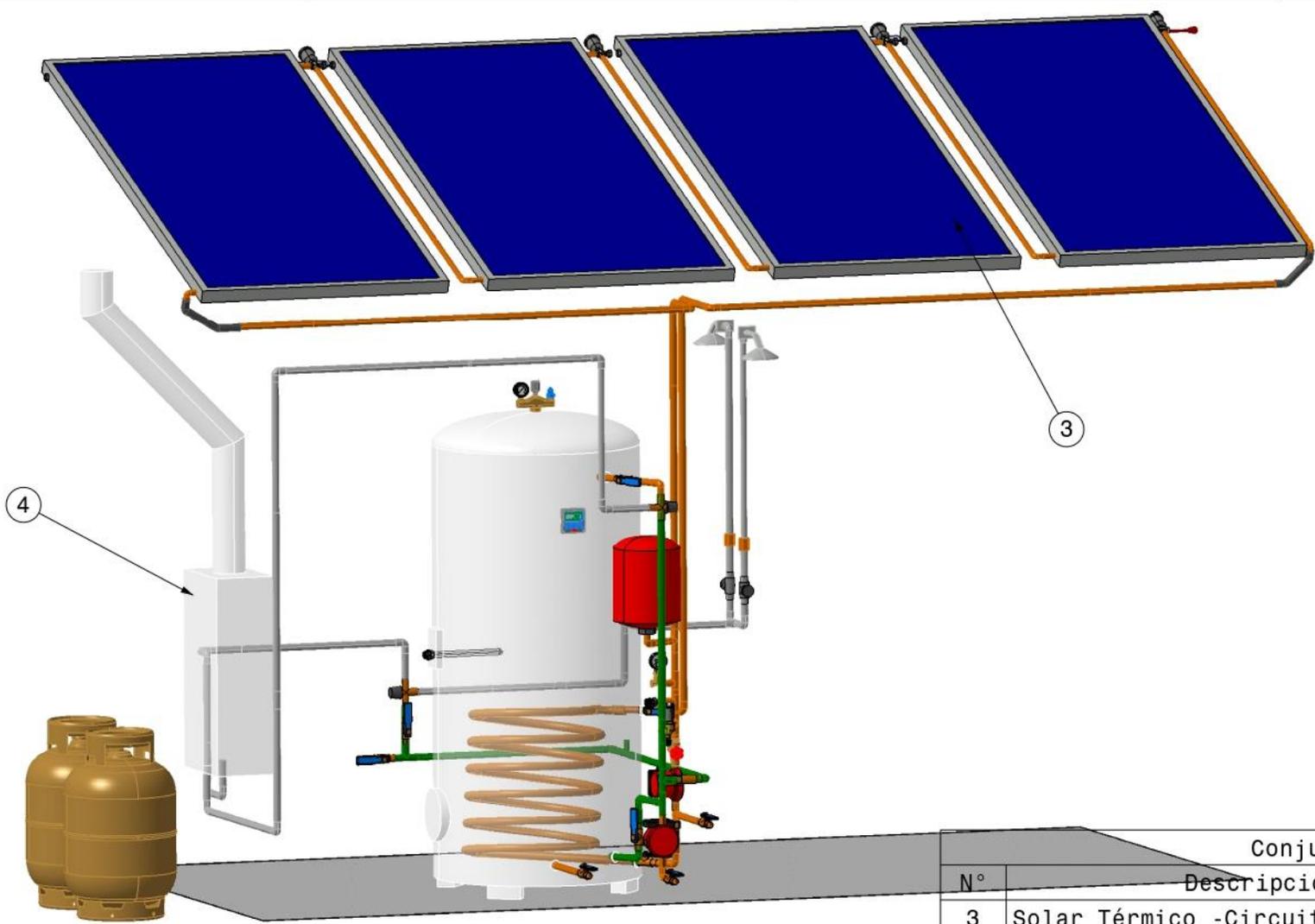
1

4

3

2

1



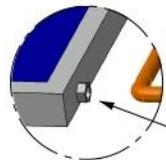
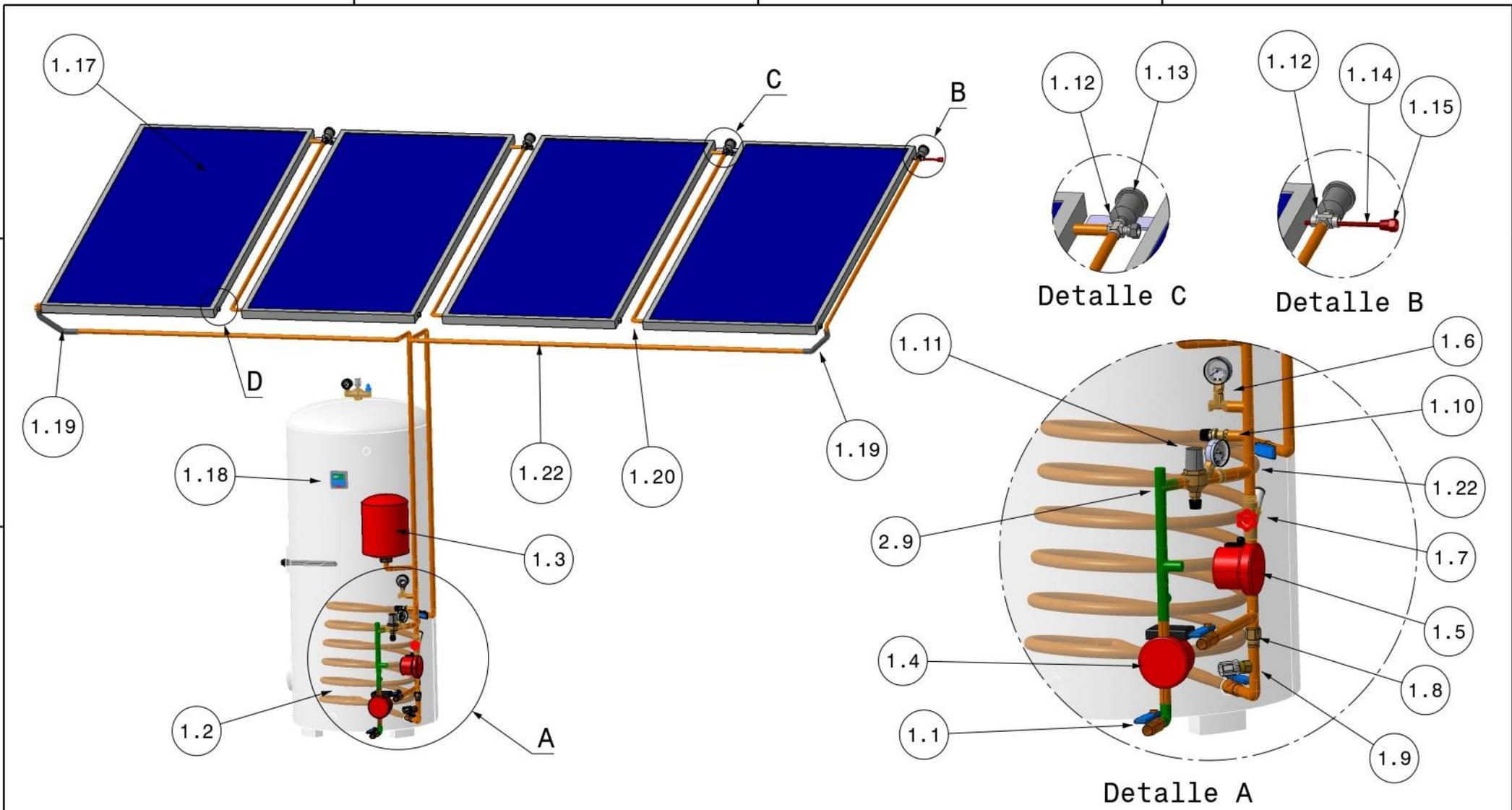
Conjuntos		
N°	Descripción	N° Plano
3	Solar Térmico -Circuito Primario	CJ_04
4	Solar Térmico -Circuito Secundario	CJ_05

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción		Fecha	vºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]			Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Aprobaciones		Fecha		
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400		
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	±0º5'	Dibujó: Stefano Valfiorani	29/5/2019
		Aprobó: -		xx/xx/xxxx		<b>A4</b>
		Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:25	Material -	Peso [kgf]
				Plano N° CJ_02		

**ITBA**

Denominación **Sistema Solar Térmico**

D A



Detalle D

1.16

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media							Rev.	Descripción	Fecha	VºBº	
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales							SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA		Cliente
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000		Denominación		-	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2		Solar Térmico -Circuito Primario			
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares							Aprobaciones		Fecha		
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	Dibujó: Stefano Valfiorani		29/5/2019		A4	Material	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'	Aprobó: -		xx/xx/xxxx			-	Peso [kgf]
							Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:30	Plano Nº CJ_04	

4

3

2

1

D

C

B

A

C

B

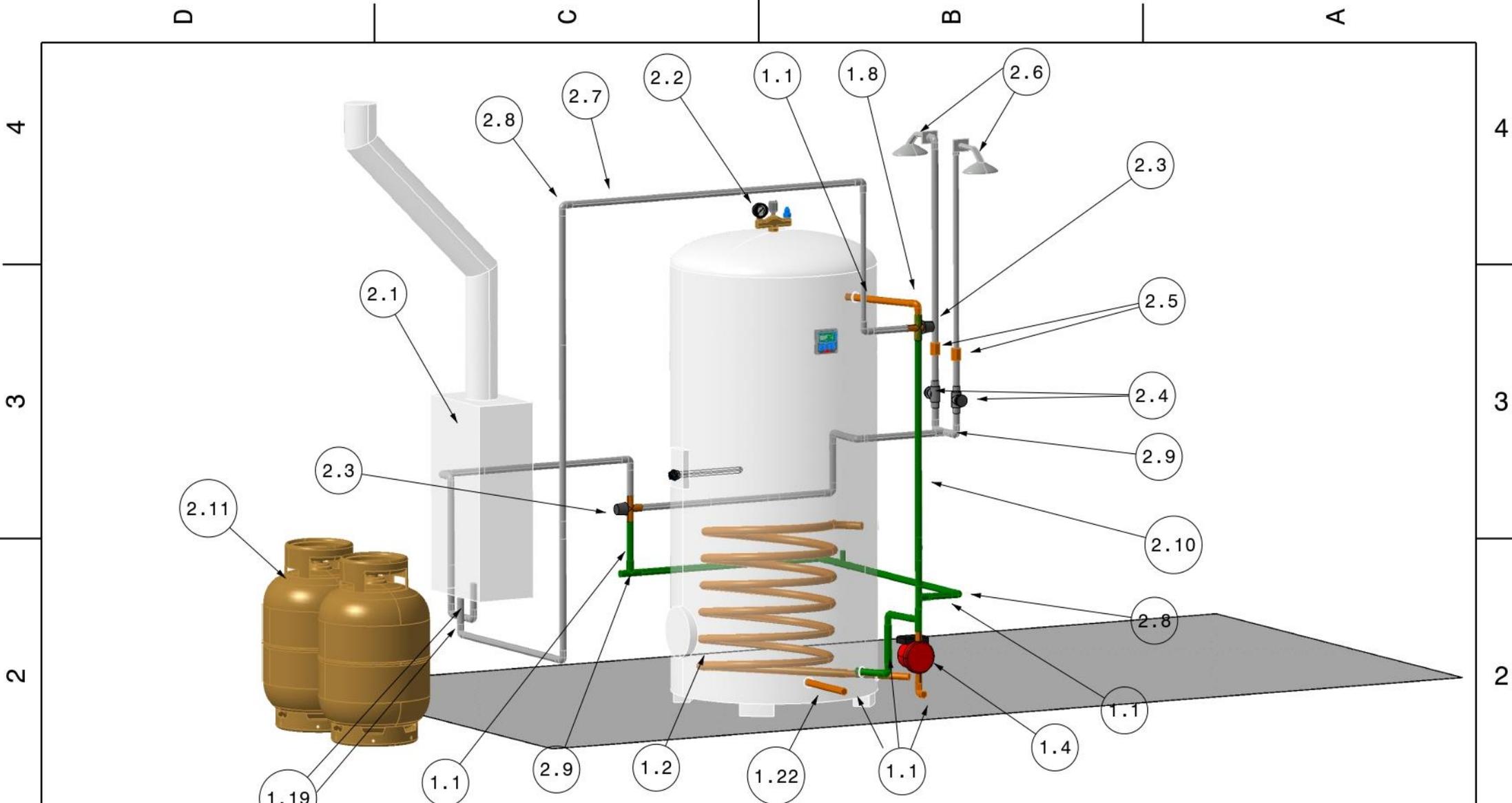
Detalle C

Detalle B

Detalle A

D

A



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	vºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		Cliente	-
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2 ±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Solar Térmico -Circuito Primario	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Aprobaciones	
Esc. 1:20		Plano Nº CJ_05		Fecha	
Dibujó: Stefano Valfiorani		29/5/2019		Material	
Aprobó: -		xx/xx/xxxx		Peso [kgf]	
Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:20		Plano Nº CJ_05	

D C B A

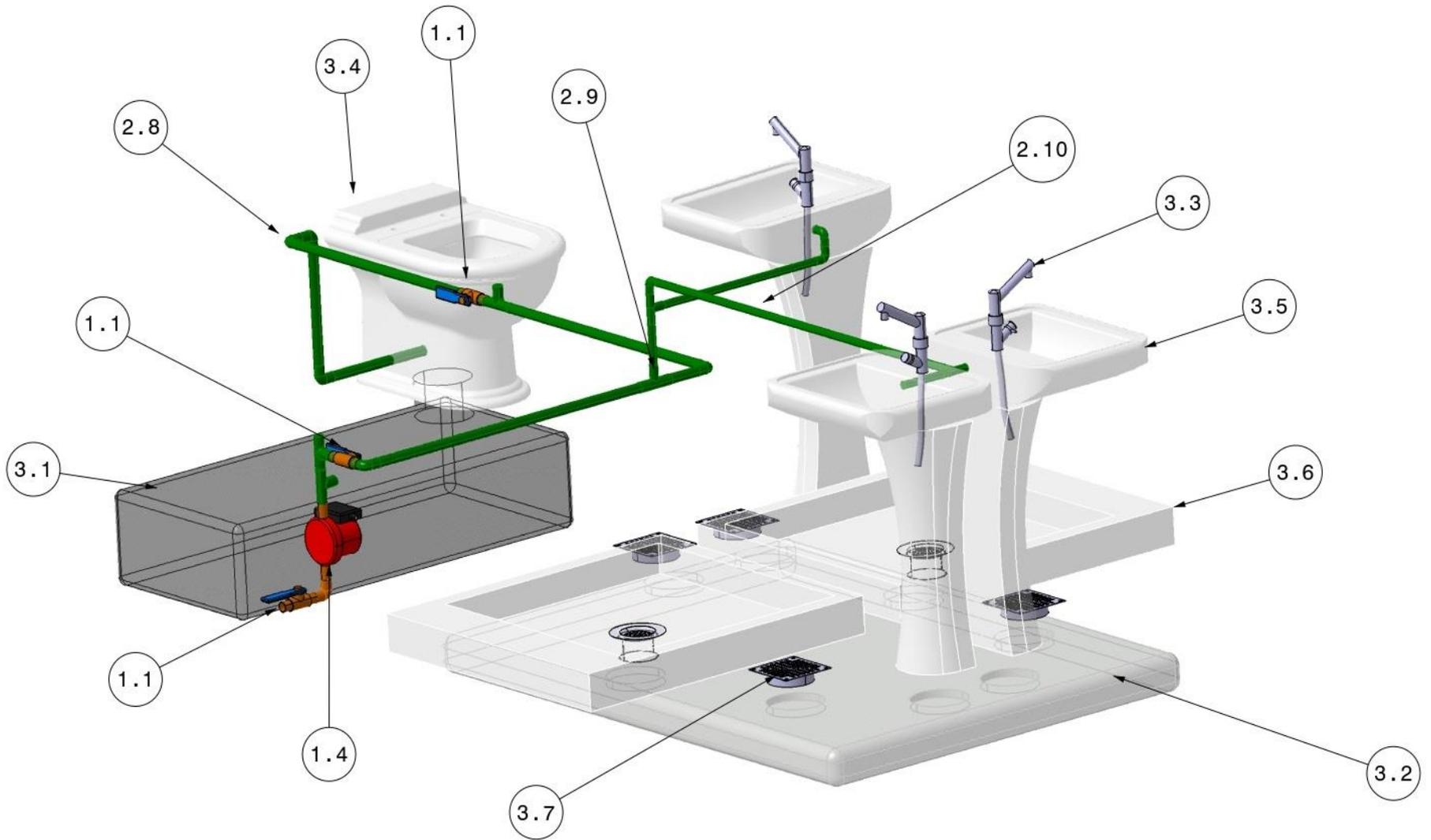
4

3

2

1

D A



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media							Rev.	Descripción	Fecha	VºBº	
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales							SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA		Cliente
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	Denominación		-	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Aprobaciones	Fecha		-	
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares							Dibujó: Stefano Valfiorani		29/5/2019		A4
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	Aprobó: -		xx/xx/xxxx		Material		
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	±0º5'	Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:1		Plano Nº	Peso [kgf]	
									CJ_03		

D

C

B

A

4

4

3

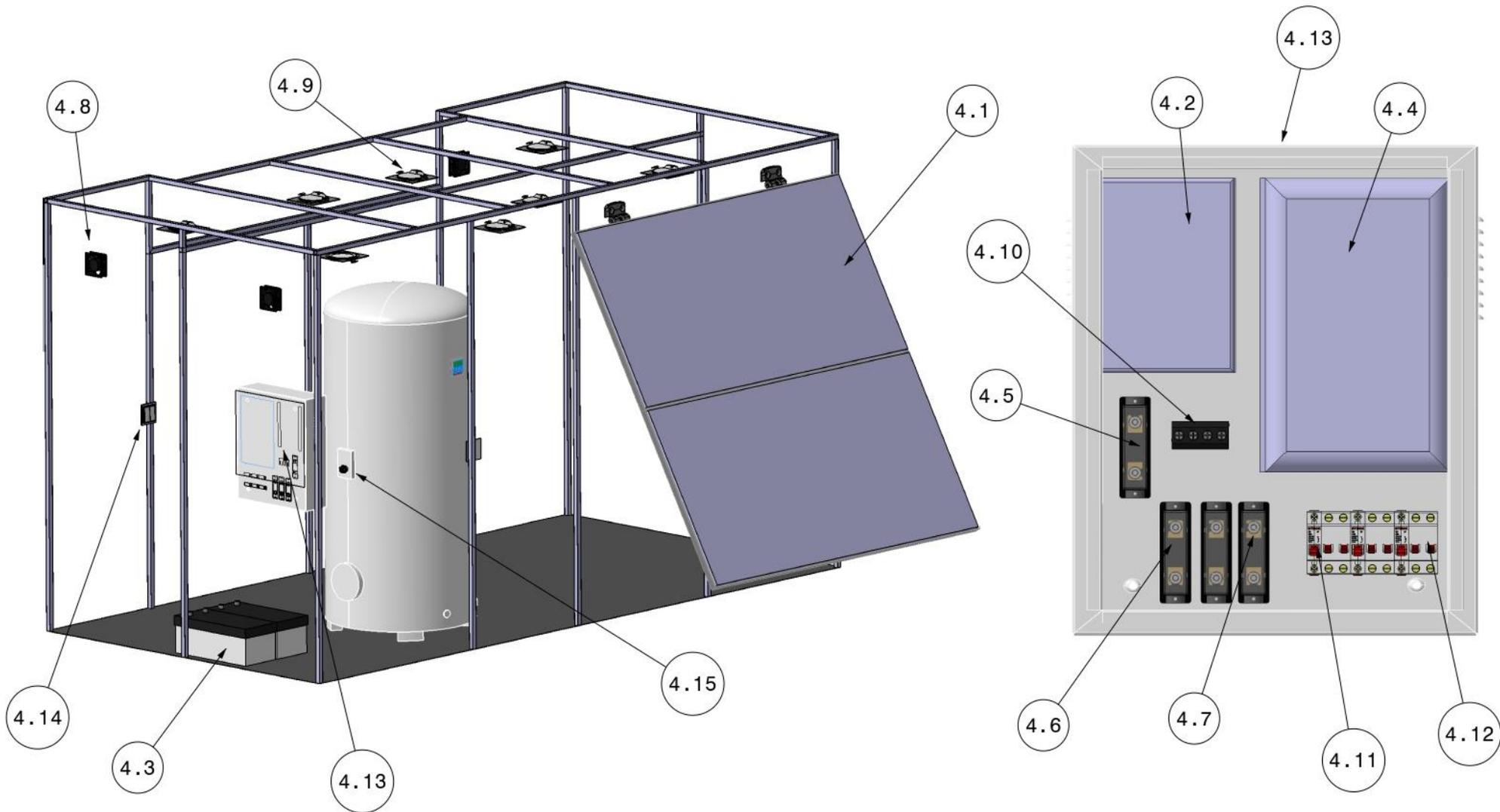
3

2

2

1

1



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media							Rev.	Descripción	Fecha	VºBº								
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales							SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pu]g		ITBA		Cliente							
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		-									
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Aprobaciones		Fecha									
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares							Dibujó: Stefano Valfiorani		29/5/2019		A4							
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	Aprobó: -		xx/xx/xxxx		Material	Peso [kgf]								
±1°							±0°30'		±0°20'		±0°10'		±0°5'		Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:30	Plano Nº CJ_006

D

A

D

C

B

A

4

4

3

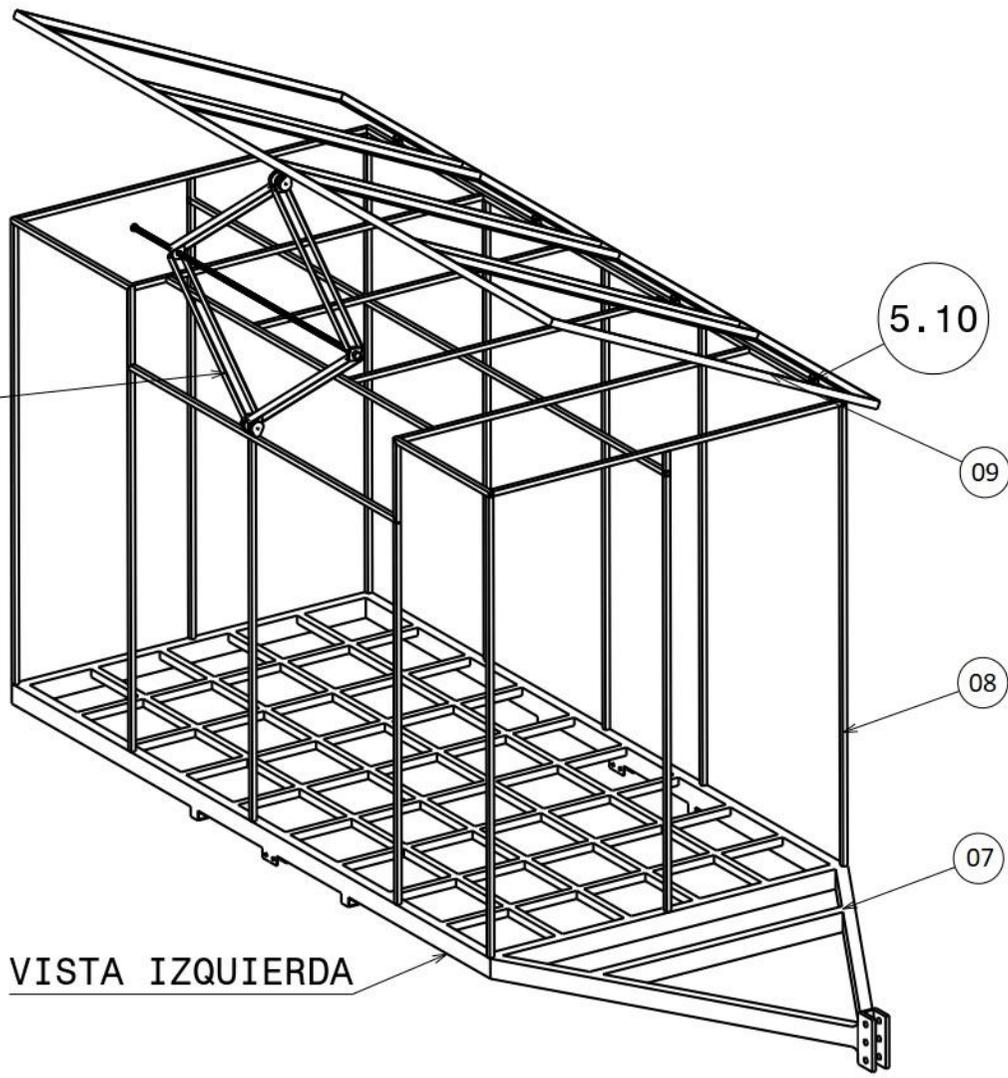
3

2

2

1

1



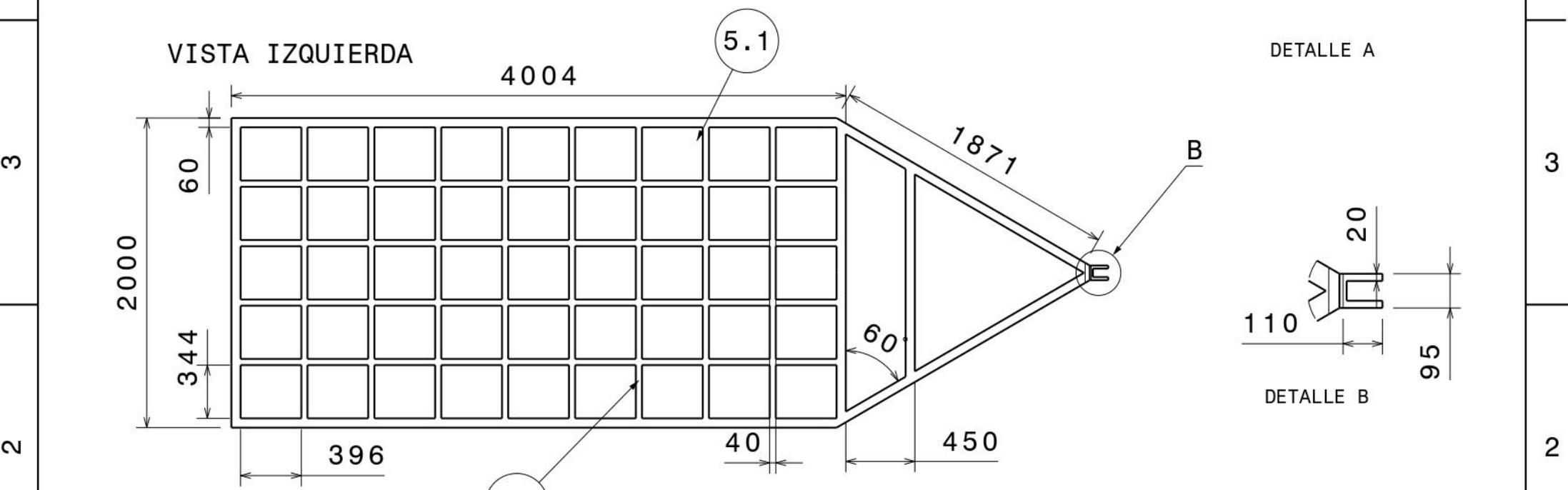
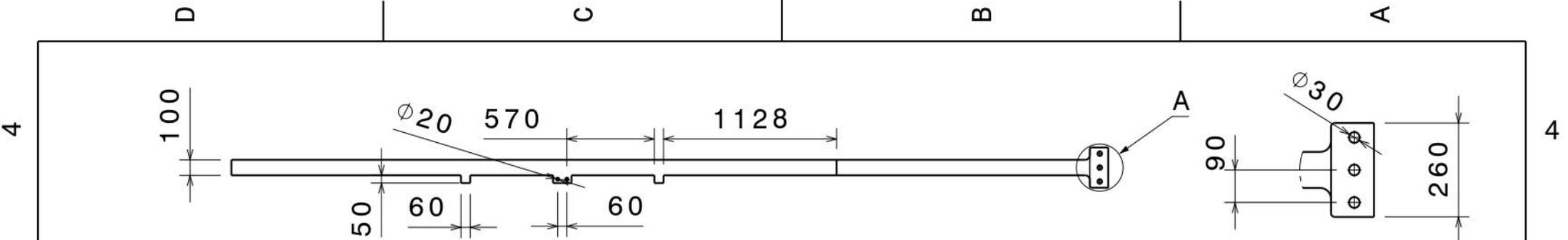
VISTA IZQUIERDA

Item	Descripción	Plano
5.10	Visagra Colectores	PL_5.10
Conjunto		
07	Estructura inferior	CJ_07
08	Estructura superior	CJ_08
11	Elevador	CJ_11
09	Estructura colectores	CJ_09

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2 ±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		ITBA	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Denominación	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Estructura completa	
Aprobaciones		Fecha		Material	
Dibujó:	Lizaso Esteban	25/6/2019		Acero SAE 1010	
Aprobó:				Peso [kgf]	
Proyecto:		Duchas Móviles		Esc. 1:1	
				Plano Nº CJ_10	

D

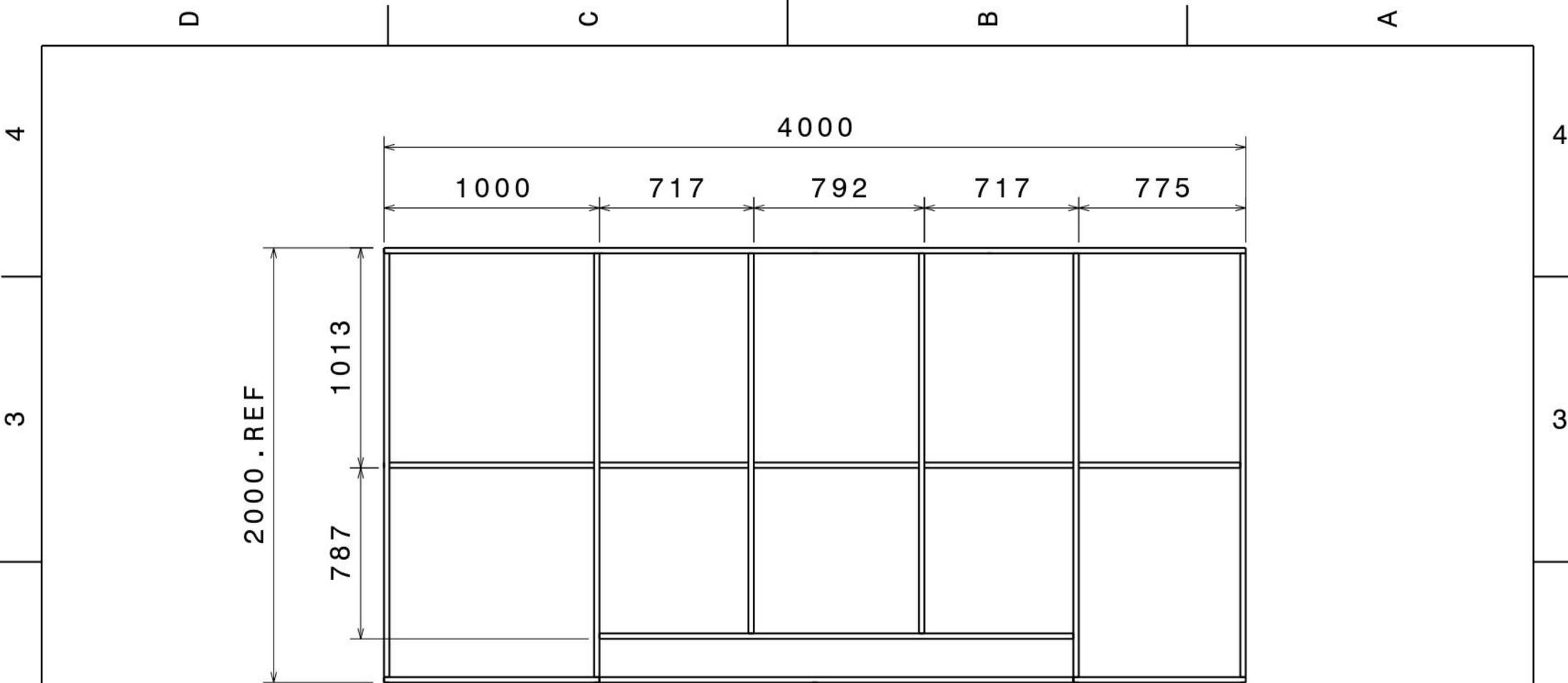
A



Item	Descripción	Cantidad
5.1	Perfil rectangular 100x60x3.2x6000	3
5.2	Perfil rectangular 40x40x1.6x6000	6

Nota: Todas las uniones se realizan mediante soldadura por arco eléctrico.

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	±0º5'	
Aprobaciones		Fecha		Denominación	
Dibujó:	Esteban Lizaso	23/6/2019		ITBA	
Aprobó:				Chasis Inferior	
Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:25		Plano Nº CJ_07	
				Material: Acero SAE 1010	
				Peso [kgf]	



VISTA SUPERIOR

Nota: Todas las uniones se realizan mediante soldadura por arco eléctrico.

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pu]g		ITBA	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Fecha	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	25/6/2019	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	±0º5'	
Aprobaciones		Dibujó: Lizaso Esteban		A4	
Dibujó:		Aprobó:		Material: Acero SAE 1010	
Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:25		Plano Nº CJ_08S	
Peso [kgf]		Denominación: Vista superior conjunto 08		Peso [kgf]	

D

C

B

A

4

4

3

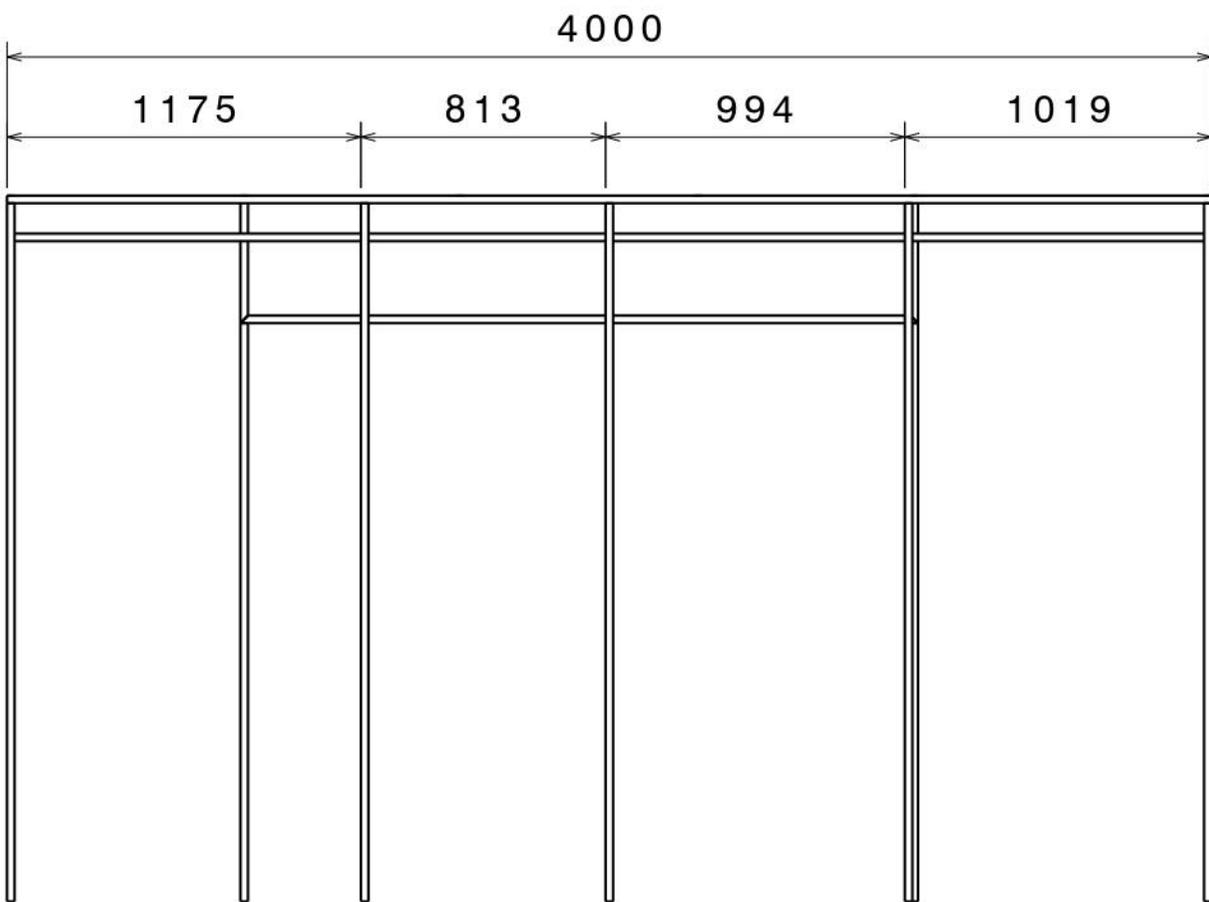
3

2

2

1

1



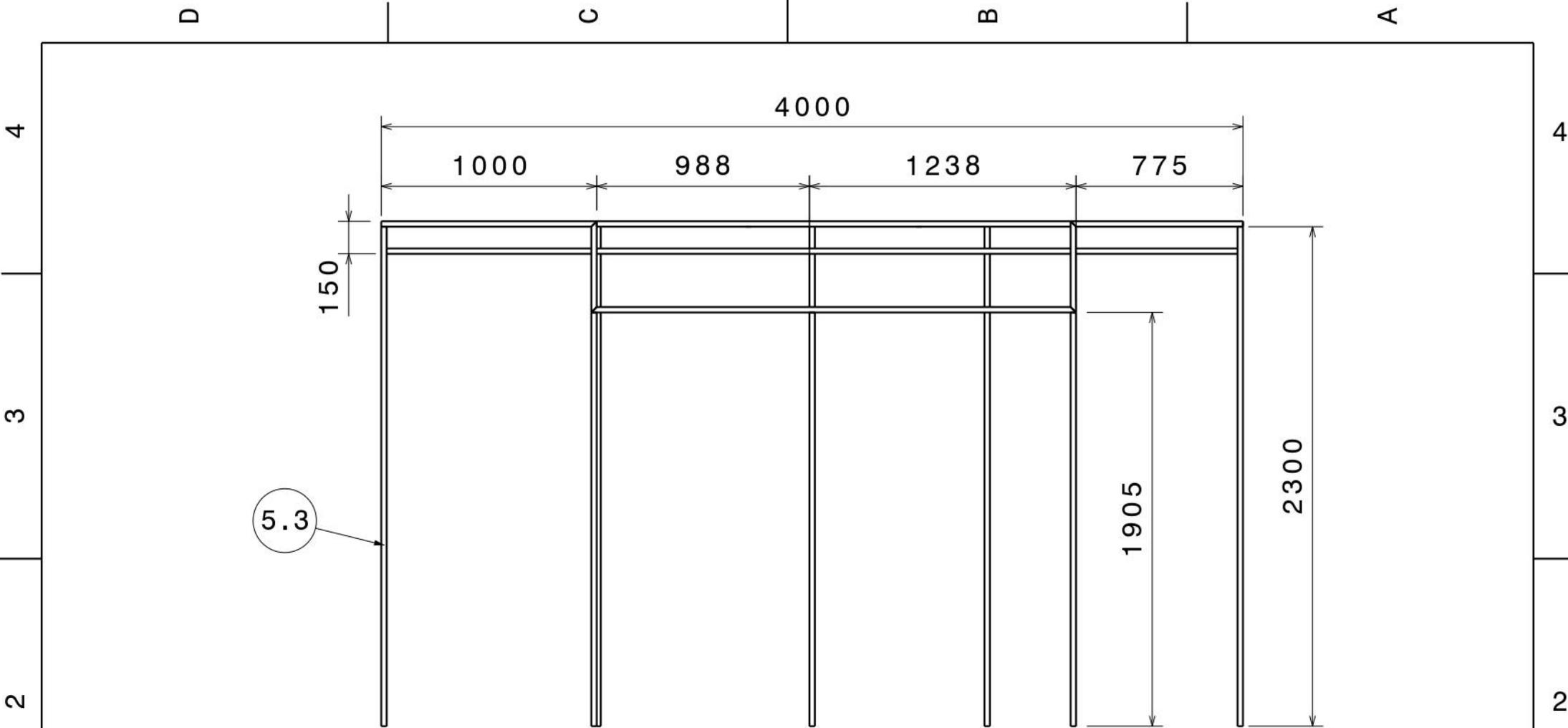
### VISTA DERECHA

Nota: Todas las uniones se realizan mediante soldadura por arco eléctrico

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción		Fecha	vºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA		Cliente
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)				
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Aprobaciones		
Dibujó: Lizaso Esteban		Fecha: 25/6/2019		Denominación: Vista derecha conjunto 08		
Aprobó:		Esc. 1:1		Material: Acero SAE 1010		Peso [kgf]
Proyecto: Duchas Móviles		Plano Nº: CJ_08D				
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'			

D

A

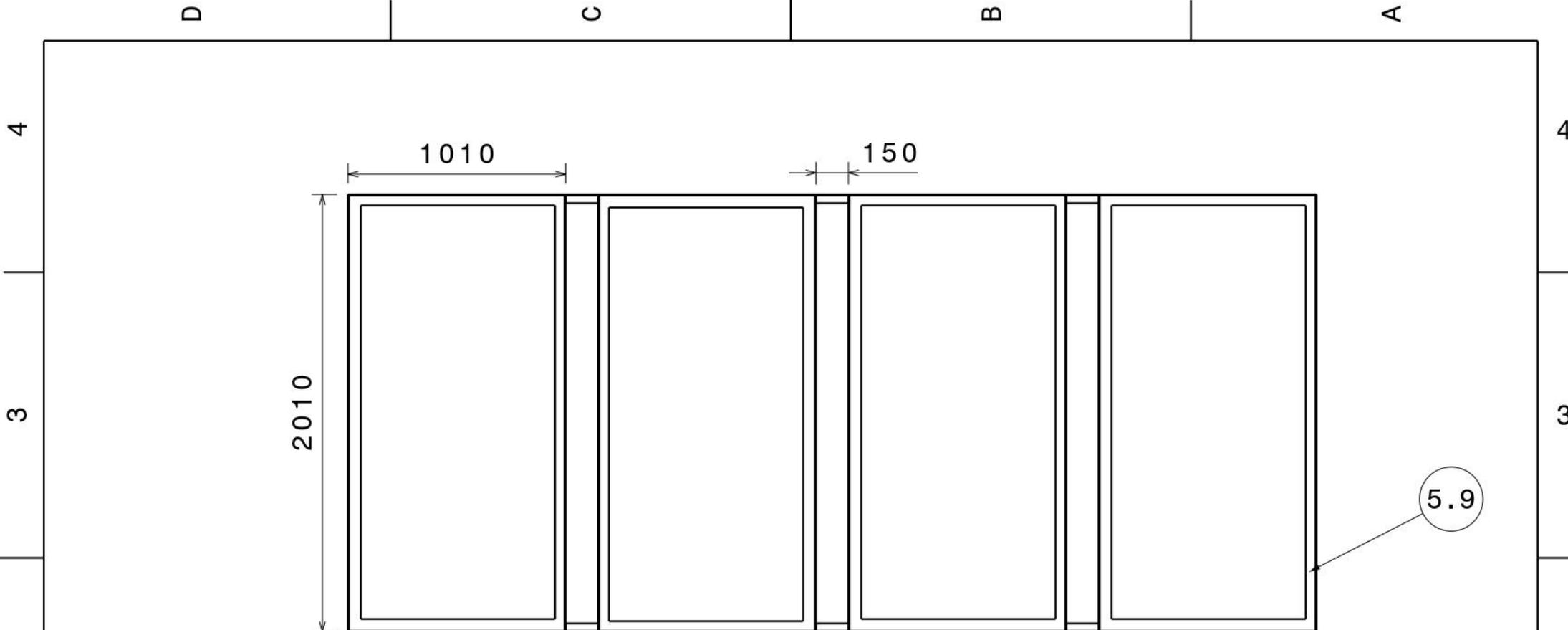


VISTA IZQUIERDA

Item	Descripción	Cantidad
5.3	Perfil rectangular 25x25x1.6x6000	9

Nota: Todas las uniones se realizan mediante soldadura por arco eléctrico.

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	vºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2 ±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Aprobaciones	
Dibujó: Lizaso Esteban		Fecha: 25/6/2019		Denominación	
Aprobó:		Esc. 1:25		Vista izquierda conjunto 08	
Proyecto: Duchas Móviles		Plano Nº		Material	
		CJ_08I		Acero SAE 1010	
				Peso [kgf]	



Nota: Todas las uniones se realizan mediante soldadura por arco eléctrico.

Item	Descripcion	Cantidad
5.9	Perfil L 40x4x6000	5

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
desde 0,1 hasta 0,2	más de 0,2 hasta 0,3	más de 0,3 hasta 0,5	más de 0,5 hasta 0,8	más de 0,8 hasta 1,2	más de 1,2 hasta 2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Fecha	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	24/6/2019	
±1º		±0º30'		±0º20'	
±0º10'		±0º10'		±0º5'	
Dibujó: Lizaso Esteban		Aprobó:		Esc. 1:25	
Proyecto: Duchas Móviles		Denominación: Estructura Colectores		Plano Nº CJ_09	
Material: Acero SAE 1010		Peso [kgf]		A4	

D

C

B

A

4

4

3

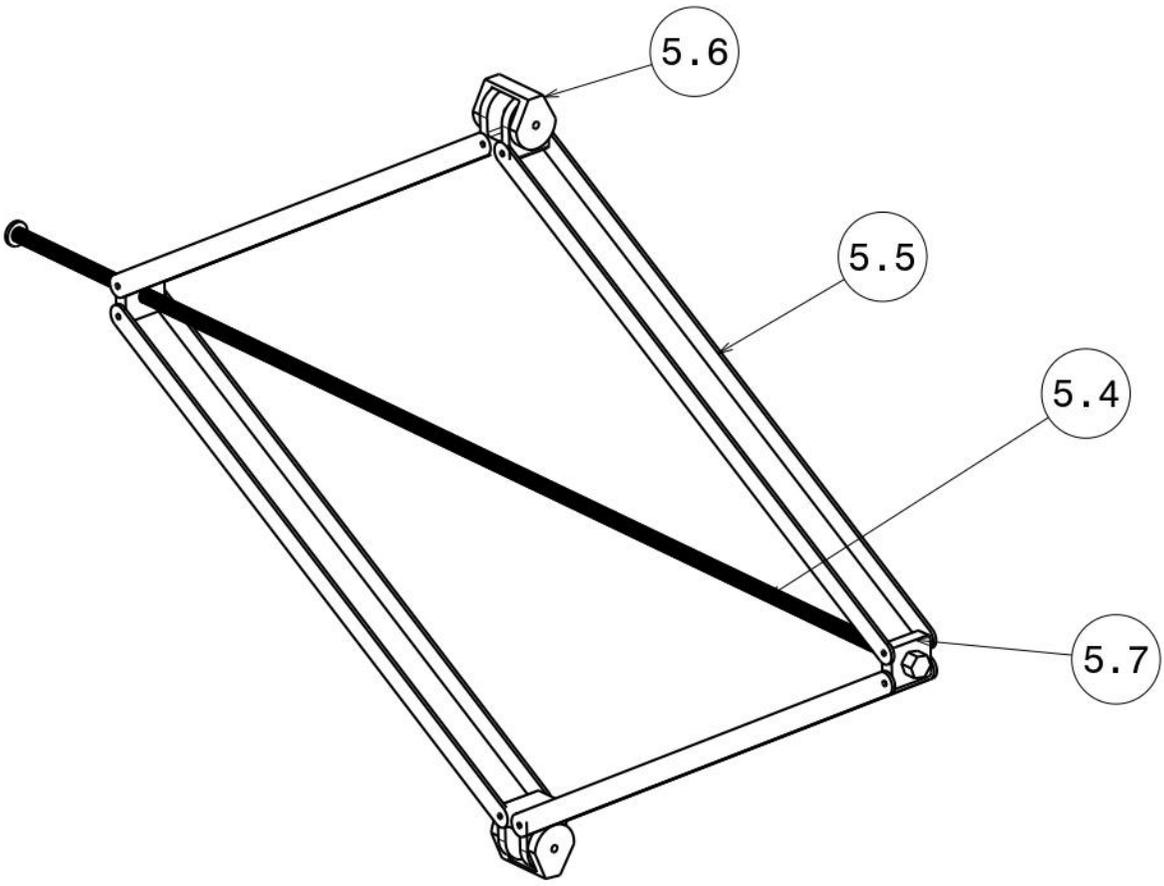
3

2

2

1

1

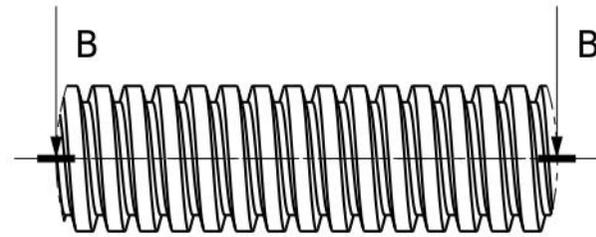


Item	Descripción	Plano
5.4	Tornillo	PL_5.4
5.5	Brazo	PL_5.5
5.6	Visagra elevador	PL_5.6
5.7	Unión brazos	PL_5.7

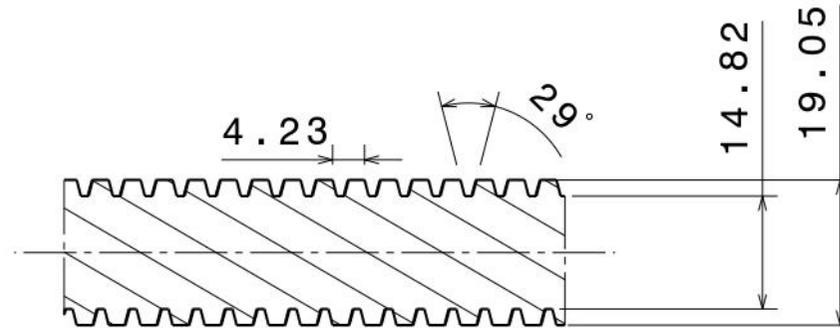
Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2 ±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Conjunto Elevador	
Aprobaciones		Fecha		Material	
Dibujó: Lizaso Esteban		24/6/2019		Acero SAE 1010	
Aprobó:				Peso [kgf]	
Proyecto: Duchas Móviles		Esc. 1:1		Plano Nº CJ_11	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	±0º5'	

D

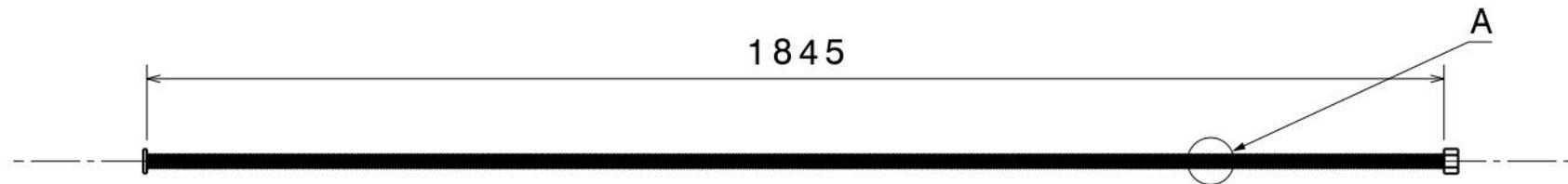
A



Detalle A



Corte B-B



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media							Rev.	Descripción		Fecha	VºBº		
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales							SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pu]g				ITBA		
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)				Denominación Tornillo de potencia		
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Aprobaciones		Fecha		A4		
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares							Dibujó:	Lizaso Esteban	24/6/2019			Material	Acero SAE 1010
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400			Aprobó:			Esc.	1:10		Peso [kgf]	
							Proyecto:	Duchas Móviles			Plano Nº	PL_54	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'			±0º5'							

D C B A

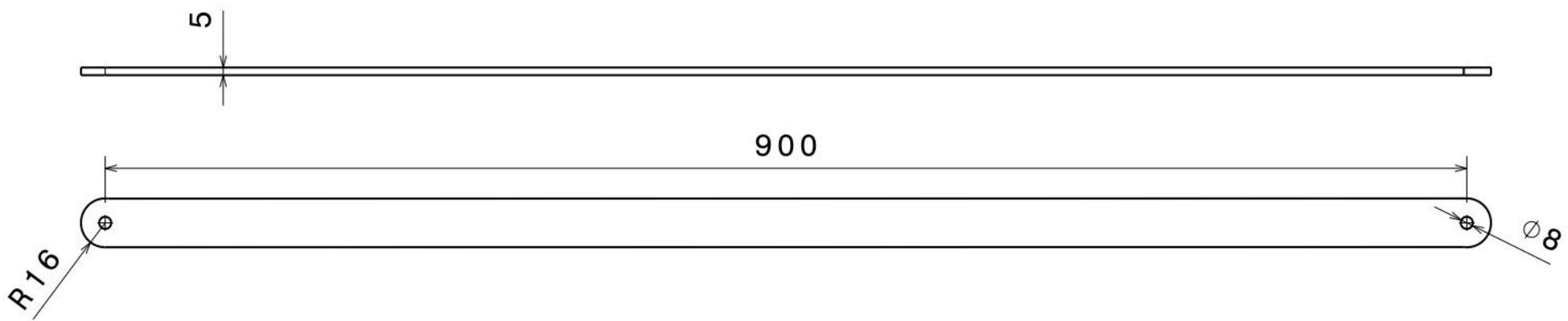
4 4

3 3

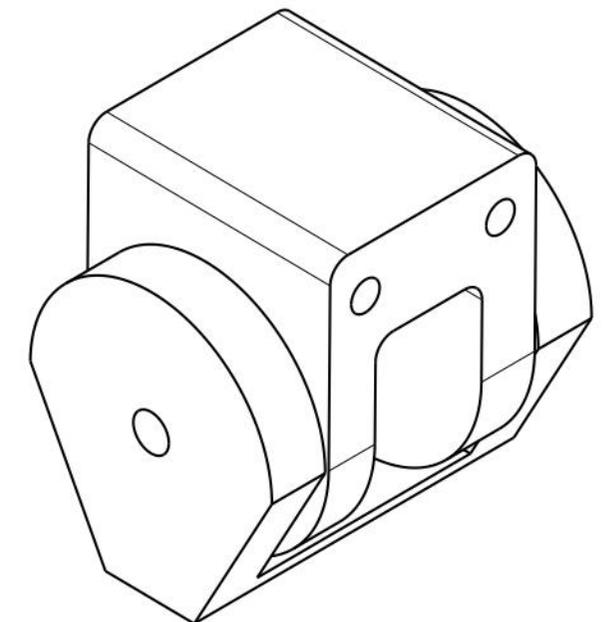
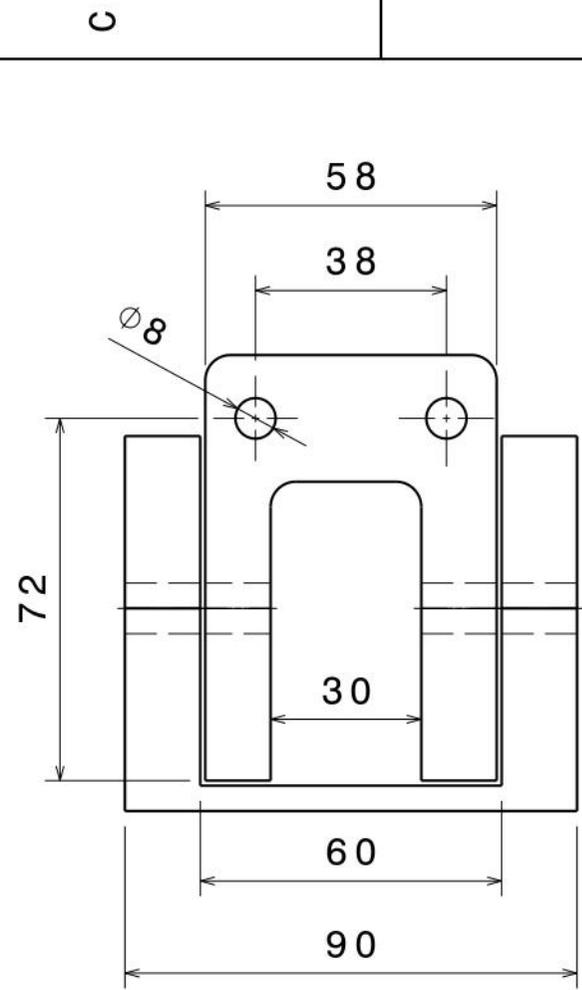
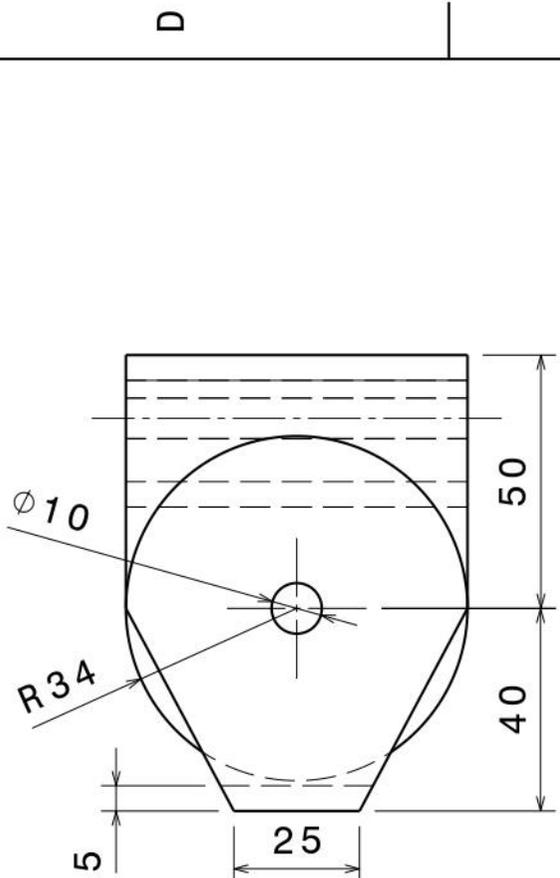
2 2

1 1

D A



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción		Fecha	vºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]			ITBA	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)			Denominación	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Aprobaciones		Fecha		Brazo elevador
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Dibujó: Lizaso Esteban	24/6/2019	A4
				Aprobó:		Material
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Proyecto: Duchas Móviles		Acero SAE 1010
				Esc. 1:4		Peso [kgf]
						PL-55



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media							Rev.	Descripción		Fecha	vºBº		
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales							SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]				<b>ITBA</b> Cliente		
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)						
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Aprobaciones		Fecha		<b>A4</b> Esc. 1:1		
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares							Dibujó:	Lizaso Esteban	24/6/2019			Material	Peso [kgf]
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	Aprobó:				Acero SAE 1010				
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	±0º5'	Proyecto:		Duchas Móviles		Plano Nº		PL_56		

D

C

B

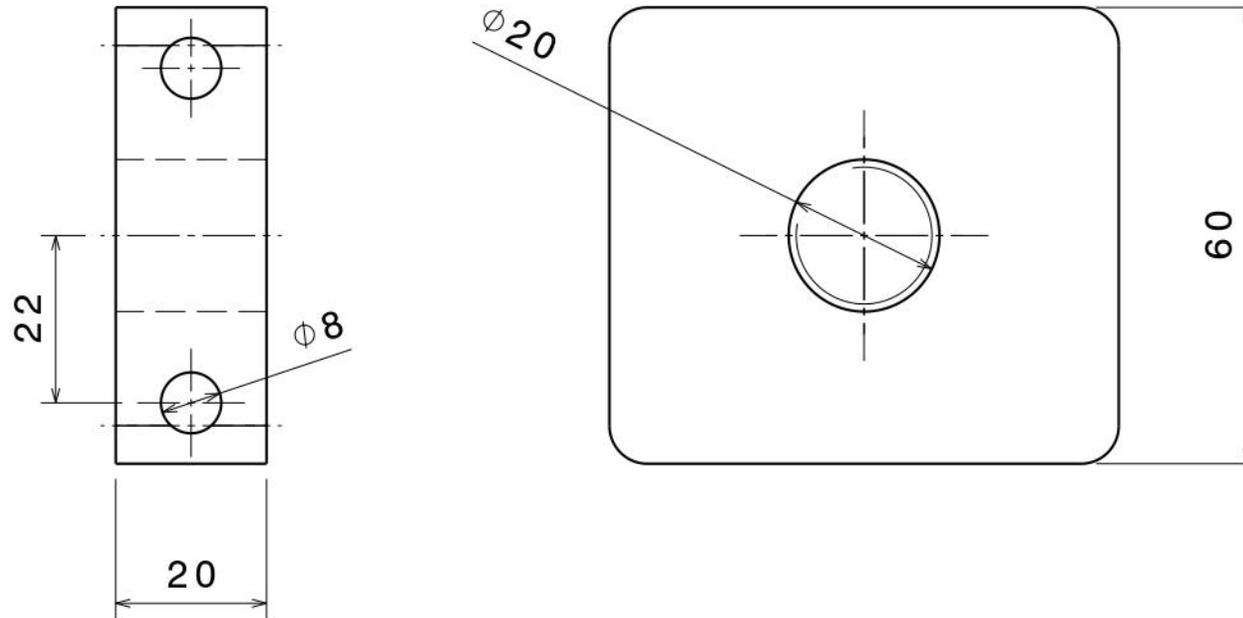
A

4

3

2

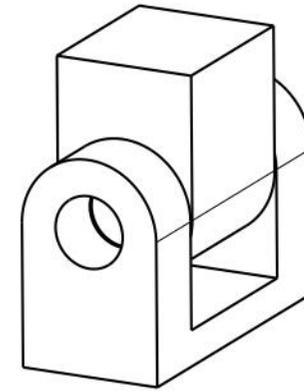
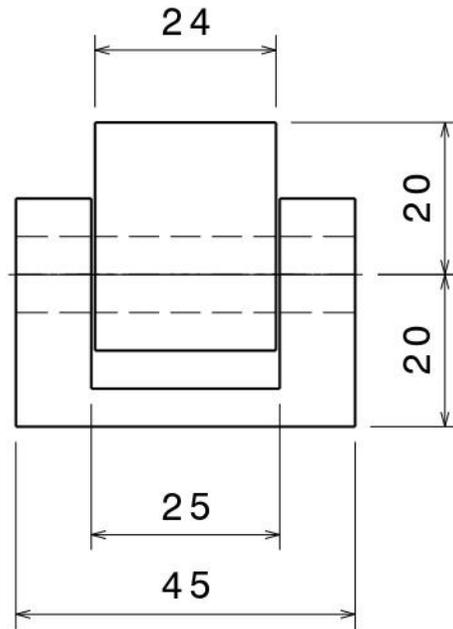
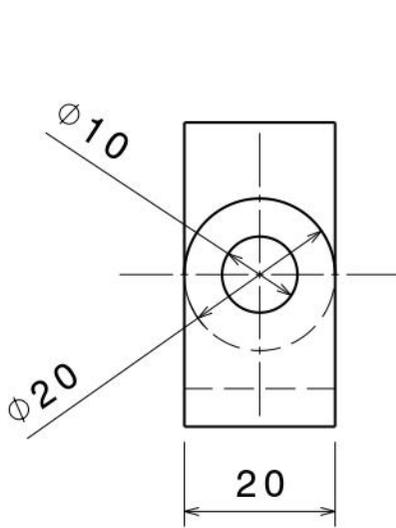
1



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media							Rev.	Descripción			Fecha	vºBº	
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales							SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pu]g			<b>ITBA</b> Denominación Union brazos			
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)						
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Aprobaciones			Fecha			
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares							Dibujó:	Lizaso Esteban		24/6/2019		A4	Material
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400			Aprobó:				Acero SAE 1010		Peso [kgf]
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	±0º5'			Proyecto:			Duchas Móviles		Esc. 1:1	Plano Nº PL_57

D

A



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media							Rev.	Descripción		Fecha	VºBº	
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales							SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]				<b>ITBA</b> Denominación <b>Visagra Colector</b>	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)					
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Aprobaciones		Fecha		<b>A4</b> Material <b>Acero SAE 1010</b> Peso [kgf]	
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares							Dibujó: Lizaso Esteban		24/6/2019			Esc. 1:1 Plano Nº PL_510
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	Aprobó:		Proyecto: <b>Duchas Móviles</b>					
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	±0º5'	Proyecto: <b>Duchas Móviles</b>		Esc. 1:1		Plano Nº <b>PL_510</b>			