



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Implantación de la norma UNE-EN ISO 50001: 2011,  
"Sistemas de gestión de la energía". Documentos  
para la revisión energética de una organización.  
Aplicación a la BRIMZ X.

Autor

Alberto Carreño García

Director/es

Miguel Ángel García García

Francisco Fermín Pazo López

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2014

## AGRADECIMIENTOS

El presente Trabajo Fin de Grado ha sido realizado bajo la supervisión del profesor Miguel Ángel García García y del Comandante Francisco Fermín Pazo López, a quienes me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento por haberlo hecho posible. Además, agradecer la paciencia, tiempo y dedicación que han invertido para que esto saliera adelante.

También agradecer al Capitán Cantos Jefe de la 2ª Cía del Bon Princesa del Regimiento de Infantería Mecanizada la Reina nº 2 y a todo el personal encuadrado en dicha compañía, particularmente al Teniente Garrido, Teniente Ruiz, Teniente San Román y al Teniente Cano.

Al Brigada Gutiérrez de la USBA de la BRIMZ X por todo el apoyo prestado y por todo el tiempo que ha dedicado a buscar la información que le requerí para la realización de este trabajo.

A la base de Cerro Muriano y a la ciudad de Córdoba por acogerme de una forma tan especial, habiéndome hecho sentir como si estuviera en mi propia casa.

A María, por haberme recibido con los brazos abiertos en la que fue mi casa y por haberme facilitado la vida durante los meses de Abril y Mayo de 2014.

A mis padres y hermanos que con su apoyo, esfuerzo y cariño han contribuido de una forma vital y esencial a haber superado el plan de estudios de la Academia General Militar y del Centro Universitario de la Defensa, y por ende, a la realización de este trabajo. Sin ellos, evidentemente, nada de esto hubiera sido posible.

A mis amigos y compañeros de promoción que han estado presentes en los momentos más difíciles y en los que me he apoyado para realizar el TFG. Ellos merecen un alto grado de reconocimiento, pues son reflejo de la camaradería y del compañerismo que tan intensamente nos han inculcado durante estos años de formación de Oficiales del Ejército de Tierra.

Finalmente agradecer a todas aquellas personas que, desde el anonimato, han contribuido con su trabajo diario y a menudo no reconocido, a que finalizara el trabajo.

*"La eficiencia energética es **fundamental para conseguir un mundo sostenible**"*

*La eficiencia energética consiste en usar la menor cantidad posible de energía para satisfacer nuestras necesidades energéticas. Alcanzar el objetivo de reducir al mínimo la cantidad de energía utilizada, sin mermar el bienestar y el alto grado de desempeño laboral demandado por la sociedad, es posible mediante la tecnología avanzada, junto a las buenas prácticas, amparadas por el sentido común. Para ello, la concienciación de las personas juega un papel decisivo, así como la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías.*

*Además, el fuerte impacto medioambiental que implica fabricar y distribuir energía, debe verse reducido en la medida de lo posible, ya que constituye uno de los ocho Objetivos del Milenio: garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Así, la eficiencia energética, facilita el deleite de unas condiciones de vida dignas y saludables, optimizando el rendimiento que nos ofrecen las fuentes de energía.*

*Por ello, el presente Trabajo Fin de Grado busca constituir una aportación más a la sostenibilidad del planeta, contribuir a la eficiencia energética y mejorar el desempeño energético de una base militar amparándose en el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética establecido por el Ministerio de Defensa para el periodo 2009-2012.*



# INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. Objetivos y alcance del proyecto	1
1.2. Ámbito de aplicación	2
<b>2. ESTUDIO DE LA NORMA UNE-EN ISO 50001</b>	
2.1. Nomenclatura	2
2.2. Definiciones	2
2.3. La norma	3
2.3.1 Planificación energética	4
2.3.2 Implementación	4
2.3.3 Evaluación del desempeño	5
2.3.4 Revisión de la dirección	5
<b>3. APLICACIÓN A LA BRIMZ X. CONFECCIÓN DE DOCUMENTOS</b>	
3.1 BRIMZ X	5
3.2 Cálculo y estimación de consumo de energía	6
3.2.1 Refrigeración y aire acondicionado	7
3.2.2 Calefacción	8
3.2.3 Agua Caliente Sanitaria (ACS)	9
3.2.4 Iluminación exterior	11
3.2.5 Iluminación interior	11
3.3. Indicadores de desempeño energético (IDEN's)	12
3.3.1 IDEN 1. Por tipo de consumo	12
3.3.2 IDEN 2. Por tipo de instalación	13
3.3.3 IDEN 3. Por tipo de equipo	14
3.3.4 IDEN 4. Consumo estacional	15
3.4 Presentación de la Línea de Base energética	16
3.5 Interpretación de los resultados obtenidos	16
<b>4. OPORTUNIDADES DE MEJORA</b>	
4.1 Refrigeración y aire acondicionado	18
4.2 Calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS)	18
4.2.1 Calefacción	18
4.2.2 Agua Caliente Sanitaria	19
4.3 Iluminación	20
4.3.1 Alumbrado exterior	20
4.3.2 Alumbrado interior	21
4.4 Acciones comunes a todos los tipos de consumo	22
4.5 Resultados tras la implantación de las medidas	23
<b>5. LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS</b>	24
<b>6. CONCLUSIONES</b>	24
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	26
<b>8. ANEXOS</b>	28



## 1. Introducción

La siguiente memoria presenta los resultados del Trabajo Fin de Grado del grado de Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa en la Academia General Militar (Zaragoza). Su título es "Implantación de la norma UNE-EN ISO 50001: 2011, "Sistemas de gestión de la energía". Documentos para la revisión energética de una organización. Aplicación a la BRIMZ X"

### 1.1. Objetivos y alcance del proyecto

El Ministerio de Defensa estableció, para el periodo 2009-2012, un Plan de Ahorro y Eficiencia Energética, según la Norma UNE 216301, a implantar en Bases, Acuartelamientos y Establecimientos de los tres Ejércitos, EMAD y Órgano Central. Una de las bases elegidas para la implantación inicial de este Plan fue la BRIMZ X.

Desde entonces, la norma UNE 216301:2007 ha sido sustituida por la norma UNE-EN 16001:2010, y ésta a su vez ha sido sustituida por la norma UNE-EN ISO 50001: 2011. La nueva norma de referencia obliga a ejecutar y documentar procesos de revisión energética de los Sistemas de Gestión de Energía en aquellas organizaciones en las que se desea implantar, requisito éste que no venía contemplado en las normas anteriores.

El objetivo principal del TFG es el de confeccionar los documentos prescritos por la norma, para llevar a cabo la revisión energética de una organización compleja, tales como el cálculo de la "Línea Base Energética" y el establecimiento de los "Indicadores del Desempeño Energético", y aplicarlos a la revisión energética de la BRIMZ X en el año 2013. Una vez analizados los documentos generados, utilizarlos para la identificación de oportunidades de mejora en el desempeño energético de la BRIMZ X.

Para la realización del TFG, ha sido necesario, en primer lugar, el estudio de la norma UNE-EN ISO 50001: 2011 y de la bibliografía relacionada con ella. Seguidamente, se ha procedido al análisis de la implantación de la norma en otras organizaciones y tras esto se determinó que los documentos a generar para el estudio de la gestión energética en la Base de Cerro Muriano debían ser la Línea Base Energética y el establecimiento de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn's). Tras una serie de entrevistas con personal responsable del mantenimiento de la Base y de recopilar los datos necesarios para la realización del trabajo, se han redactado y confeccionado los documentos necesarios para la realización del TFG. Después del establecimiento y evaluación de la Línea Base Energética y los IDEn's, se han determinado cuáles son las áreas críticas dentro del Acuartelamiento, que deben servir como base de los planes de acción para la mejora del desempeño energético, con el fin de alcanzar una mejor gestión de la demanda energética, reduciendo considerablemente el consumo en dichas áreas.

Otro de los objetivos planteados en la realización de este TFG, es contribuir a la sostenibilidad del planeta que se enmarca en la voluntad del Ministerio de Defensa por llevar a cabo acciones de ahorro y eficiencia energética, así como reforzar su rol de estructura concienciada con el Medio Ambiente y el desarrollo sostenible. Dan prueba de ello estas afirmaciones publicadas por la Revista Española de Defensa en su número de Marzo de 2010: *"El Ministerio de Defensa ha puesto en marcha un plan cuyo objetivo es reducir un 20 por 100 el consumo energético en sus edificios antes de 2016. [...]El Ministerio de Defensa lleva muchos años apostando por el ahorro energético. En todas las unidades, desde el 2006, funciona un procedimiento para controlar los consumos y sus desviaciones."* Es importante resaltar que, tanto las medidas llevadas a cabo en este Trabajo como los planes de acción implementados por el Ministerio de Defensa, no constituyen un problema ni merman la capacidad operativa de ninguna unidad militar: *"Las medidas propuestas, en ningún caso podrán acarrear disminución alguna de la operatividad de las unidades militares."*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tarilonte, E. (2010). Plan de ahorro energético. *Revista Española de Defensa*, marzo de 2010. 26-27.

## 1.2. Ámbito de aplicación

Este TFG está enfocado única y exclusivamente al estudio de los Sistemas de Gestión de la Energía y a la toma de medidas correctoras dentro de la Base de Cerro Muriano, donde se aloja la Brigada Mecanizada X "Guzmán el Bueno". El motivo de la dedicación exclusiva del trabajo a esta unidad es que el estudio y la implantación de mejoras dependen de los datos técnicos de la organización en cuestión (instalaciones eléctricas, superficie, nº de personas, consumos energéticos, etc...). Por tanto, si bien se ha focalizado el interés del TFG en esta unidad, podría realizarse el mismo análisis en cualquier otra organización (dentro o fuera del Ministerio de Defensa) sin más que modificar las variables y los datos de la unidad u órgano que se quiera estudiar. Así pues, este estudio es potencialmente aplicable a cualquier base o acuartelamiento perteneciente al Ministerio de Defensa.

Además, puesto que uno de los objetivos del TFG es la aportación al desarrollo de la sostenibilidad del planeta, el ámbito de aplicación podría extrapolarse a cualquier otro espacio físico en el que se consuma energía, lo que convierte prácticamente a cualquier organización o sociedad en todo el mundo como posibles protagonistas de un estudio similar a éste.

## 2. Estudio de la norma UNE-EN ISO 50001. "Sistemas de gestión de la energía"

Se pretende asentar las bases sobre las que se fundamentará la generación y estudio de la Línea Base energética y los Indicadores de Desempeño Energético.

### 2.1. Nomenclatura

La Organización Internacional de Normalización o ISO, se encarga del desarrollo de normas internacionales de carácter voluntarias (carece de autoridad para imponer sus normas a cualquier país) para todas las ramas industriales. Sirven como ejemplos las siguientes normativas: ISO 9001 Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 14001 Gestión ambiental o ISO 50001 Gestión de Sistemas energéticos. Su principal función es la de estandarizar todas las normas de productos y seguridad para las empresas y organizaciones a nivel internacional. Por otra parte, el CENELEC (*Comité Européen de Normalisation Electrotechnique*) es el encargado de la estandarización europea en áreas de ingeniería eléctrica. Cuando se logra un acuerdo total entre los países europeos sobre las normas elaboradas por el CENELEC, se denomina "Norma Europea" (EN). Por otra parte, UNE, acrónimo de Una Norma Española, se otorga a aquellas normas creadas o bien ratificadas por los comités técnicos de normalización (CTN). Cabe señalar la importancia que se desprende de estas normas, pues si un producto español desea comercializarse internacionalmente, éste debe cumplir con las normas UNE-EN.

En este contexto, la norma UNE-EN ISO 50001, se ocupa de la estandarización de la Gestión de Sistemas Energéticos, pertenece al conjunto de normas estandarizadas ISO y se encuentra enmarcada dentro del CENELEC y de los CTN españoles.

### 2.2. Definiciones

Para los fines de este trabajo, se utilizan los términos y definiciones siguientes, extraídos directamente de la norma:

- **Desempeño energético:** resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.
- **Eficiencia energética:** Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía.
- **Uso de la energía:** forma o tipo de aplicación de la energía.

- **Consumo de energía:** cantidad de energía utilizada.
- **Indicador de desempeño energético (IDEn):** Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización.
- **Uso significativo de la energía:** uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.
- **Alta dirección:** Persona o grupo de personas que dirige y controla una organización al más alto nivel.
- **Línea de Base Energética:** Referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético.

### 2.3. La norma

El objeto de la norma UNE-EN ISO 50001 es especificar los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía (SGEn), con el propósito de permitir a una organización contar con un instrumento adecuado para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía. A partir de estos SGEn, la organización puede desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas y planes de acción.

La base de la norma reside en un ciclo de mejora continua que consiste en Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) tal y como se ilustra en la Figura 1.

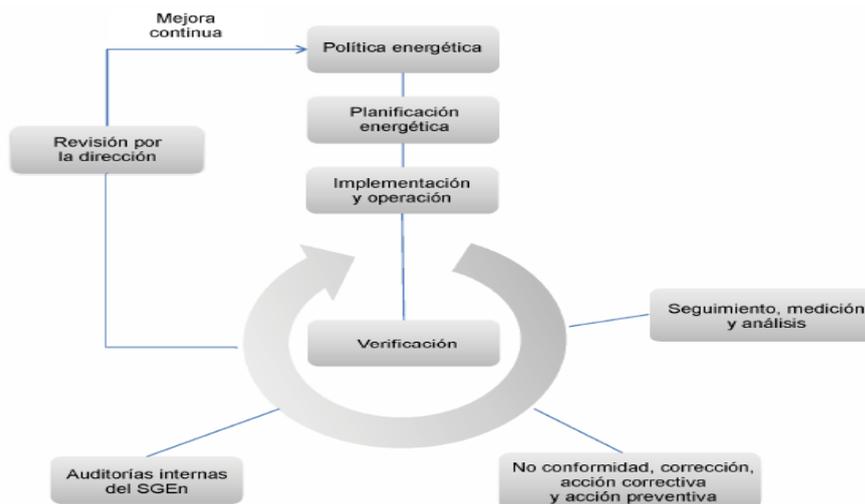


Figura 1- Modelo de sistema de gestión de la energía para la norma

Cabe señalar la focalización que hace la norma en el concepto de desempeño energético, el cual incluye el inventariado de todas las instalaciones, equipos con dependencia de energía y los consumos energéticos. Igualmente, incluye indicadores de desempeño entre los cuales se encuentran la eficiencia energética, la intensidad energética o cualquiera que la organización estime adecuado. (Figura 2) Estos indicadores deben describir la evolución de las tendencias energéticas según unos parámetros de interés para la organización. Por ello es importante establecer unos sistemas de medida de datos que se traduzcan a los IDEn.



Figura 2 - Concepto de desempeño energético

Sirven como ejemplos de indicadores de desempeño energético los siguientes:

- Energía consumida/unidad producida.
- Energía consumida/nº empleados
- Energía térmica consumida/hora trabajada.
- Energía consumida/kilómetro recorrido.

A modo de resumen, el método a seguir por una organización que desee implantar la norma UNE-EN ISO 50001 se muestra gráficamente en la figura 3.

### 2.3.1 Planificación energética

En el proceso de la planificación energética, la organización identifica cuales son las entradas de su sistema de gestión: el uso y consumo de la energía, actual y pasado, las variables que influyen en el uso significativo de la energía y el desempeño energético. A raíz de estas entradas, se analizará el uso y consumo de la energía para identificar las áreas críticas de usos significativos de energía, y se identificarán las oportunidades que mejoran el desempeño energético. A continuación, la organización debe realizar la Línea de Base Energética, marcar cuáles son sus IDEN's y plantearse objetivos, metas y planes de acción, tal y como se muestra en la figura 4.

El **anexo nº 1 "Estructura elemental de una línea de base"** muestra una buena manera de elaborar la línea de base del desempeño energético, mientras que el **anexo nº 2 "Programa de objetivos de mejora"** representa cada objetivo con sus respectivas metas, el calendario que debe seguir, los medios y los responsables de su ejecución.

Para la identificación de los IDEN's la organización elabora una lista de usos significativos de la energía analizando el desempeño energético y considerando aquellas instalaciones y/o equipos con un consumo importante de energía o con un potencial de ahorro significativo (reducir picos de demanda, optimizar operaciones de sistemas o procesos, etc...).

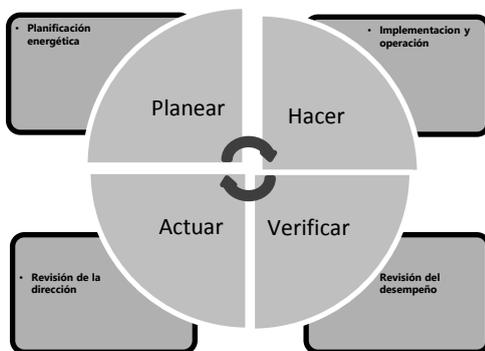


Figura 3- Ciclo PHVA

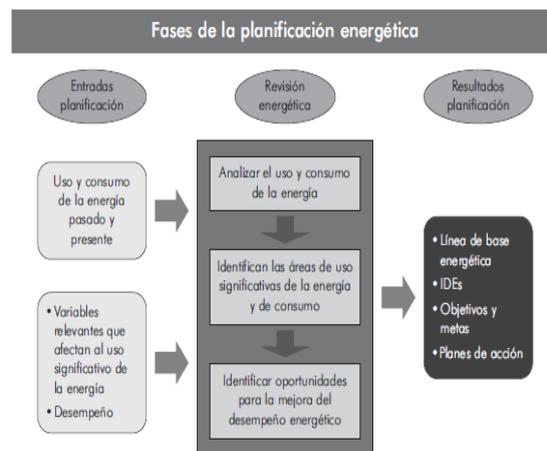


Figura 4- Fases de la planificación energética

### 2.3.2 Implementación

Siguiendo con el ciclo mostrado en la figura 3, la implementación y operación a su vez se desglosa en varias acciones. Esta fase trata de poner en práctica los planes de acción elaborados por la organización en el proceso anterior de planificación energética. Además, la comunicación, la toma de conciencia de los empleados, el entrenamiento, la documentación, el diseño, el control operacional y la compra de servicios energéticos son varias de

las actividades que se comprenden en esta fase del ciclo.

El **anexo 3 “actividades de control operacional y seguimiento/medición”** es un ejemplo de cómo relacionar usos y consumos de la línea de base con la información de control operacional y seguimiento/medición.

### 2.3.3 Evaluación del desempeño

Durante esta fase, se llevaran a cabo tareas de medida, análisis y seguimiento de los indicadores de desempeño y del uso y consumo de la energía. Asimismo se evaluará el nivel de cumplimiento legal mediante auditorías internas evitando a toda costa las conformidades y alentando las acciones correctivas y preventivas.

El **anexo 4 “parte de no conformidad / acción correctiva-preventiva”** muestra un parte en el que se detallan las causas de la no conformidad de un sujeto con una acción en concreto.

### 2.3.4 Revisión de la dirección

La alta dirección debe revisar el SGEN de forma completa y a intervalos definidos, que sean suficientes para asegurar su adecuación y eficacia continuadas y utilizará toda la información generada. No debe confundir la revisión con una auditoría interna. Mientras que la auditoría se realiza mediante muestreo con el fin de detectar desviaciones respecto a lo establecido como pautas de actuación, la revisión debe ser metódica y no olvidando ningún punto de la norma además de establecer el nivel de adecuación de la organización a la norma.

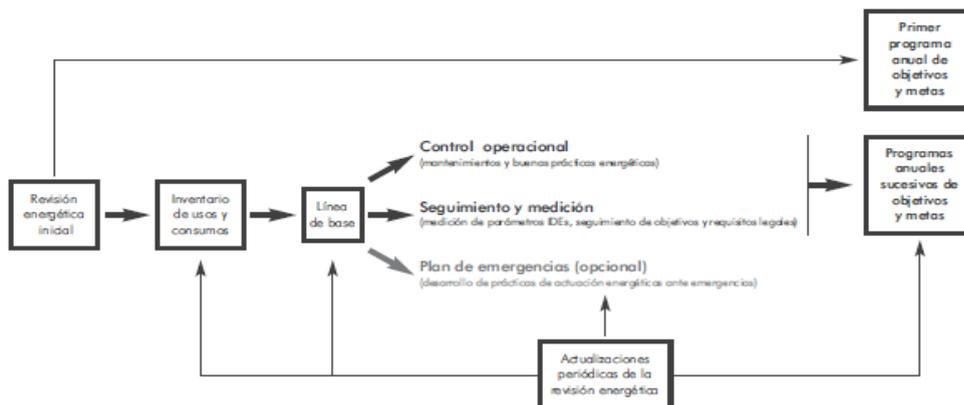


Figura 5- Adquisición secuencial de la información de un SGEN

## 3. APLICACIÓN A LA BRIMZ X. CONFECCIÓN DE DOCUMENTOS

Una vez realizado el estudio de la norma UNE-EN ISO 50001 se procede a la aplicación práctica de estos conceptos, enmarcados en una organización militar, concretamente en la Base de Cerro Muriano donde se ubica la **Brigada de Infantería Mecanizada (BRIMZ) “Guzmán el Bueno” X**.

### 3.1. BRIMZ X

La BRIMZ X es una Gran Unidad del Ejército de Tierra encuadrada en las Fuerzas Pesadas de la Fuerza Terrestre. Está dotada de medios acorazados y mecanizados de última generación, como los carros de combate “Leopardo 2E”, el vehículo de combate “Pizarro” y otros materiales y armamento como el Obús ATP M 109 A5, vehículo lanza puentes VLPD 26/70 y misiles antiaéreos tipo “Mistral”, entre otros medios.

La Base está situada en la localidad cordobesa de Cerro Muriano. Se divide en dos núcleos: el sector este (SE) y el sector oeste (SO). El **anexo 5 "planos de la base sector este"** y el **anexo 6 "planos de la base sector oeste"** ilustran la organización física dentro de la base, mientras que el **anexo 7 "relación de edificios"** incorpora una lista complementaria, cuyo objetivo es corresponder los edificios con un número de identificación. La base alberga una media de 2700 personas.

AÑO	CONSUMO (kWh)
2012	4.112.694
2013	3.787.606
2014	1.441.446

Tabla 1- Evolución anual del consumo energético

MENSUALIDAD	CONSUMO MENSUAL 2013 ( KW/H)
ENERO	484.364
FEBRERO	396.354
MARZO	379.983
ABRIL	320.506
MAYO	258.010
JUNIO	228.083
JULIO	333.498
AGOSTO	291.780
SEPTIEMBRE	253.929
OCTUBRE	246.481
NOVIEMBRE	252.960
DICIEMBRE	341.658
<b>TOTAL</b>	<b>3.787.606</b>

Tabla 2- Evolución mensual del consumo energético

En cuanto a su consumo energético, los datos recogidos se muestran en la tabla 1. Puede verse que este consumo ha ido reduciéndose año a año. Como la Línea de Base Energética debe corresponder a un periodo de tiempo delimitado, se considerará el año 2013 para el estudio y elaboración de la misma. A dicho efecto también se incluyen (tabla 2) los datos, mensuales y anuales, del consumo real de energía en la Brigada.

La razón por la que el consumo del año 2014, que muestra la tabla 1, es tan bajo, se debe a que solo se ha contabilizado el consumo hasta abril (momento en que se recabaron los datos).

La información recogida en estas tablas servirá de referencia para evaluar la bondad de las estimaciones, desglosadas por usos, de los consumos de energía que se hacen en el apartado 3.2. El motivo de haber tenido que estimar los consumos de energía en el año 2013, a pesar de tener los datos reales proporcionados por la Brigada, radica en la necesidad de desglosar el desempeño energético por separado, según el equipo consumidor de energía, como pueden ser: cámaras frigoríficas, calderas para Agua Caliente Sanitaria (ACS), equipos de climatización, lámparas para la iluminación exterior e interior, compresores de aire, etc...

### 3.2. Cálculo y estimación de consumo de energía

Como punto de partida se ha realizado un inventario de las instalaciones y equipos que constituyen el servicio energético de la base, y se ha elaborado la estructura de usos y consumos. Seguidamente, se ha calculado la energía consumida, desglosada por equipos, en base a una estimación.

El desempeño/balance energético que refleja la figura 6, es resultado de los cálculos efectuados en base a las siguientes áreas:

- Refrigeración
- Calefacción
- ACS
- Iluminación

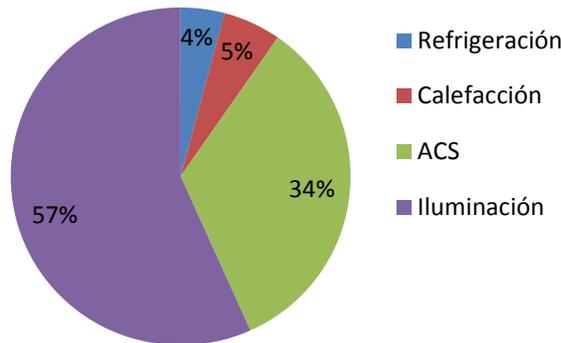


Figura 6- Desempeño energético

### 3.2.1 Refrigeración y aire acondicionado

Este apartado engloba el cálculo de la energía consumida por los grupos frigoríficos y las unidades de climatización. El número de los distintos tipos de equipos implicados en estos consumos puede verse en la tabla 3.

Equipos	Sector E	Sector O	Total Unidades	Total Potencia instalada (kW)
Grupos frigoríficos	3	4	7	8
Unidades de climatización Tipo 1			201	1206
Unidades de climatización Tipo 2			207	1656
Unidades de climatización Tipo 3			160	640
Unidades de climatización Tipo 4			2	10
Unidades de climatización Tipo 5			4	20

Tabla 3- Instalaciones refrigeración

- Energía consumida por los grupos frigoríficos:

$$\begin{aligned}
 \text{Energía consumida anual} &= \left( \sum_{i=1}^{12} \Delta T_{mes\ i} \right) \times TVF \times Cp = \left( \sum_{i=1}^{12} \Delta T_{mes\ i} \times TVF \right) \times Cp \\
 &= 290.472 \times 0,233 = 67.763Wh = 67,7 kWh
 \end{aligned}$$

Donde:

- $\Delta T_{mes\ i}$  : sumatorio de la diferencia diaria entre la temperatura media de ese día y la temperatura de base ( $T_{base} = 5$  para el caso de las cámaras frigoríficas) durante el mes  $i$ . También conocido como grados-día o grados-mes<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Para el cálculo de los grados-día/mes durante todo el año, se han obtenido las temperaturas medias diarias durante el año 2013, en la ciudad de Córdoba, a través de la dirección [www.wunderground.com](http://www.wunderground.com).

- TVF: total del volumen frigorífico a refrigerar. En este caso 7 cámaras frigoríficas de 8m<sup>3</sup> (2x2x2) hacen constante el valor TVF = 56 m<sup>3</sup>.
- Cp: Calor específico del aire en condiciones normales (T=25°C P=1atm). Cabe señalar que este valor depende de la temperatura a la que se encuentre el aire. Sin embargo, para simplificar y debido a la variación despreciable de este valor en unos intervalos pequeños de temperatura (como es el caso de la temperatura media diaria) se ha tomado Cp = 1,012 J/(gr X °C) = 0,233 Wh/(m<sup>3</sup> X °C).

Véase el **anexo 8 "Estimación refrigeración"** para observar el desglose del cálculo.

- Energía consumida por los equipos de climatización:

$$\begin{aligned} \text{Energía consumida anual} &= \left( \sum_{i=1}^{12} \Delta T_{mes\ i} \right) \times TVE \times Cp = \left( \sum_{i=1}^{12} \Delta T_{mes\ i} \times TVE \right) \times Cp \\ &= 332.028.527 \times 0,233 = 77.458.015 \text{ Wh} = 77.458 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Se ha procedido de forma análoga al cálculo de la energía consumida por los equipos de climatización, con las siguientes consideraciones:

- Una zona de confort térmico que coincide con el intervalo [19°C, 23°C]. Así, para el cálculo de los grados-mes la temperatura coincide con el límite superior: T<sub>base</sub> = 23°
- TVE: total del volumen a enfriar. El anexo nº X muestra una relación de edificaciones con equipos de climatización, así como del volumen de aire que contienen los mismos, coincidiendo éste con el volumen propio de la edificación. TVE= 438.611 m<sup>3</sup>.

El cálculo queda recogido en el **anexo 9 "Estimación climatización"**:

### 3.2.2 Calefacción

En la tabla 4 pueden verse las distintas instalaciones empleadas en este ámbito. A continuación se detalla el cálculo de la energía consumida en calefacción.

Equipos	Sector E	Sector O	Total Unidades	Total Potencia instalada (kW)	Fuente de energía
Calderas Tipo 1	5	2	7	1.120	Gasóleo
Calderas Tipo 2	3	6	9	3.330	Gasóleo

Tabla 4- Instalaciones calefacción

- Energía consumida por las calderas:

$$\begin{aligned} \text{Energía consumida anual} &= \left( \sum_{i=1}^{12} \Delta T_{mes\ i} \right) \times TVC \times Cp = \left( \sum_{i=1}^{12} \Delta T_{mes\ i} \times TVC \right) \times Cp \\ &= 600.858.171 \times 0,233 = 140.173.538 \text{ Wh} = 140.173 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Empleando la misma fórmula que en el apartado anterior, se ha calculado el consumo de energía en calefacción teniendo en cuenta que:

- Para el cálculo de los grados-mes la temperatura coincide con el límite inferior de la zona de confort térmico: T<sub>base</sub> = 19°C

- TVC: total del volumen a calentar. El **anexo 10 "Volumen edificios refrigerar/calentar"** muestra una relación de edificaciones con radiadores, así como del volumen de aire que contienen los mismos, coincidiendo éste con el volumen propio de la edificación. TVC= 454.851 m<sup>3</sup>.

Puede observarse el desglose del cálculo en el **anexo 11 "Estimación calefacción"**.

También se han calculado los litros de gasóleo necesarios para la obtención de esta energía mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Litros necesarios} = \frac{\text{Energía a obtener}}{\text{PCI}_{\text{gasoleo}} \times \text{Rc}} = 17.557 \text{ litros anuales de gasóleo}$$

Donde:

- La energía a obtener coincide con la cantidad de energía destinada para la calefacción
- PCI<sub>gasóleo</sub>: Poder Calorífico Inferior del gasóleo relaciona la energía producida por 1 litro de gasóleo.
- RC: Rendimiento de la caldera. Se considera un rendimiento del 80%.

### 3.2.3 Agua caliente sanitaria (ACS)

En este apartado se consideran los consumos de agua caliente sanitaria, que se pueden desglosar en energía consumida por las calderas y energía consumida por las bombas de recirculación de agua. Véase tabla 5.

Equipos	Sector E	Sector O	Total Unidades	Total Potencia instalada (kW)	Fuente de energía
Calderas Tipo 1	5	5	10	500	Gasóleo
Calderas Tipo 2	2	1	3	246	Gasóleo
Calderas Tipo 3	3	1	4	1120	Gasóleo
Calderas Tipo 4	1	2	3	165	Gasóleo
Bombas Tipo 1	2	2	4	60	Electricidad
Bombas Tipo 2	2	2	4	20	Electricidad

Tabla 5- Instalaciones ACS

El sistema de ACS se divide en calderas y bombas de agua<sup>4</sup>:

- Energía consumida por las calderas:

Puesto que el ACS se emplea únicamente en las duchas y en cocina, para el cálculo energético de obtención de ACS la fórmula empleada es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Energía consumida anual} &= (GEM_{\text{Duchas}} \times L_{\text{agua ducha anuales}}) + (GEM_{\text{Cocina}} \times L_{\text{agua cocina anuales}}) \\ &= 984.108 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Donde:

- GEM<sub>Duchas</sub>: Gasto energético medio necesario para obtener 1 litro de ACS destinado a ducha (de noviembre a abril T=42°C; de mayo a octubre T=36°C según las necesidades térmicas de la

<sup>3</sup> Nótese que el TVC no es igual al TVE, ya que algunos edificios no tienen capacidad refrigeradora, mientras que todos ellos incluyen un sistema de calefacción.

<sup>4</sup> Es importante destacar que el servicio de lavandería para los alojados en la base constituye un gasto energético mínimo, debido al poco volumen de ropa que se lava. Además, este servicio está integrado por lavadoras individuales que funcionan mediante pago previo por el cliente.

época del año).<sup>5</sup>

- $GEM_{Cocina}$  : Gasto energético medio necesario para obtener 1 litro de ACS destinado a cocina ( $T=55^{\circ}C$ ).

Para el cálculo de los distintos gastos energéticos medios y el volumen de ACS necesaria, se han utilizado los siguientes datos: días laborales y días festivos durante el curso 2013, personal de la base, porcentaje de personas que se duchan a diario, personal alojado en la base durante los días festivos, litros/personal/día empleados en el aseo personal, duchas, litros de ACS diarios destinados a la cocina/cantina, calor específico del agua, temperatura media del agua en la red general en Córdoba y la temperatura de salida del agua según su empleo:

$$GEM_{Duchas} = C_{p\ agua} \times \Delta T_{media\ agua}$$

Donde:

- $C_{p\ agua} = 4,184 \frac{J}{gr\ agua \times ^{\circ}C} = 1,162 \frac{Wh}{L\ agua \times ^{\circ}C}$
- $\Delta T_{media\ agua} = T_{agua\ ducha} (T=42^{\circ}C) - T_{media\ agua\ red\ general\ de\ Córdoba} (T=10,3^{\circ}C) = 31,7^{\circ}$

$$GEM_{Cocina} = C_{p\ agua} \times \Delta T_{media\ agua}$$

Donde:

- $\Delta T_{media\ agua} = T_{agua\ cocina} (T=55^{\circ}C) - T_{media\ agua\ red\ general\ de\ Córdoba} (T=10,3^{\circ}C) = 44,7^{\circ}$

$$L_{ACS\ ducha\ anuales} = (L_{ACS\ ducha\ diarios} \times \text{días laborales}) + (L_{ACS\ ducha\ diarios} \times C_f \times \text{días fin semana})$$

Donde:

- $L_{ACS\ ducha\ diarios} = L_{ACS\ ducha/persona} \times 2700\ pax \times C_d$   
 $L_{ACS\ ducha/persona} = 50L$   
 $C_d = \text{Coeficiente ducha} = \% \text{ personal emplea ducha diaria en la base} = 60\%^6$
- Días laborales curso 2013 = 252
- $C_f = \text{Coeficiente fin semana} = \text{Relación entre personal que se aloja durante el los días festivos y el total} = 450/2700 = 0,17$
- Días festivos curso 2013 = 113

$$L_{ACS\ cocina\ anuales} = (L_{ACS\ cocina\ diarios} \times \text{días laborales}) + (L_{ACS\ cocina\ diarios} \times C_f \times \text{días fin semana})$$

Donde:

- $L_{ACS\ cocina\ diarios} = 12500\ L$
- Días festivos curso 2013 = 113

- Energía consumida por las bombas de agua:

$$\begin{aligned} \text{Energía consumida anual} &= (\text{Pot total}_{bombas\ 1} \times \text{horas utilización anuales}_{bombas\ 1}) + \\ &(\text{Pot total}_{bombas\ 2} \times \text{horas utilización anuales}_{bombas\ 2}) = (60 \times 607) + (20 \times 300) = \\ &10605\ kWh \end{aligned}$$

El consumo mensual de las bombas de agua se considera lineal, por lo que se ha dividido el consumo anual entre 12

<sup>5</sup> El Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, establece que la temperatura del ACS destinada al aseo del personal no debe exceder los 42 °C.

<sup>6</sup> Durante los meses de Julio y Agosto y debido al periodo vacacional del personal, este coeficiente se reduce al 30%.

para calcular la cantidad de energía mensual destinada a dicho efecto.

Para el cálculo de los litros de combustible necesarios se ha operado análogamente a la calefacción. Véase el **anexo 12 "Estimación ACS"**.

### 3.2.4 Iluminación exterior

Para el cálculo de la energía consumida por el alumbrado exterior se han utilizado los datos proporcionados por la brigada y recogidos en la tabla 6.

Equipos	Sector E	Sector O	Total Unidades	Potencia unitaria (W)	Potencia Instalada (kW)
Luminarias Tipo 1			55	250	13,8
Luminarias Tipo 2			83	250	20,8
Luminarias Tipo 3			43	250	10,8
Luminarias Tipo 4			238	250	59,5
Luminarias Tipo 5			10	250	2,5
Luminarias Tipo 6			13	160	2,1
Luminarias Tipo 7			18	400	7,2
Luminarias Tipo 8			3	150	0,5
Luminarias Tipo 9			6	20	0,1

Tabla 6- Instalaciones iluminación exterior

La energía anual consumida por el sistema de iluminación exterior se calcula multiplicando la potencia total instalada por el número de horas anuales de utilización.

$$\text{Energía consumida anual} = \text{potencia total instalada} \times \text{horas iluminación anuales} = 117,1 \times 4254 = 498.092 \text{ kWh}$$

Estableciendo el horario que a continuación se detalla (tabla 7), las horas de iluminación anuales para el año 2013 son 4254h. La potencia total instalada coincide con el sumatorio de potencias totales instaladas para los distintos tipos de luminarias, llegando a una potencia total instalada = 117,1 kW. Para el cálculo mensual, se ha multiplicado la potencia total instalada por las horas de iluminación mensuales. Véase **anexo 13 "Estimación iluminación exterior"**.

Meses	Horario	Horas luz artificial
Noviembre-Marzo	Desde las 1800 hasta las 0800 del día siguiente	14
Abril-Octubre	Desde las 2100 hasta las 0700 del día siguiente	10

Tabla 7. Horario de luz exterior artificial

El **anexo 14 "plano de alumbrado"** muestra el plano de alumbrado en ambos sectores.

### 3.2.5 Iluminación interior

Por último, este apartado recoge el cálculo de la energía consumida por la iluminación interior. La tabla 8 recoge el inventario de luminarias utilizadas en este ámbito.

Equipos	Sector E	Sector O	Total Unidades	Potencia unitaria (W)	Potencia Instalada (kW)
Luminarias Tipo 1			528	250	132,0
Luminarias Tipo 2			2.652	72	190,9
Luminarias Tipo 3			182	54	9,8
Luminarias Tipo 4			143	72	10,3

Tabla 8- Instalaciones iluminación interior

El sistema de iluminación interior consume una energía anual igual a la potencia total instalada multiplicada por las horas de iluminación anuales.

$$\text{Energía consumida anual} = \text{potencia total instalada} \times \text{horas iluminación anuales} = 343,1 \times 2751 = 943.904 \text{ kWh}$$

Se ha estimado una media de 8 horas diarias, a excepción de los meses de Julio y Agosto. Durante estos meses disminuyen las horas de iluminación interior un 33%, como consecuencia de la reducción de personal que se encuentra disfrutando de sus vacaciones.<sup>7</sup> De igual manera que para el cálculo de iluminación exterior, la potencia instalada total es el sumatorio de las potencias instaladas para los distintos tipos de luminarias. En este caso la potencia total instalada asciende a 343,1 kW. Véase **anexo 15 "Estimación iluminación exterior"**.

### 3.3. Indicadores de desempeño energético (IDEn's)

Los IDEn se pueden definir según diferentes enfoques, basados en variables independientes que influyen en el servicio de la energía en la base. Mediante la interpretación de éstos se obtienen las medidas y planes de acción que contribuyen a la mejora de la eficiencia energética. De entre todas las posibilidades se han establecido como IDEn's más idóneos, los que a continuación se detallan:

IDEn1 = Consumo energético total, anual y mensual, por tipo de consumo.

IDEn2 = Consumo energético total, anual y mensual, por tipo de instalación.

IDEn3 = Consumo energético total, anual y mensual, por tipo de equipo.

IDEn4= Consumo energético total estacional.

Analizando los cálculos realizados en el apartado anterior, podemos obtener fácilmente la lista de los indicadores de desempeño, que junto con la estructura de usos y consumos formarán la Línea de Base energética de la BRIMZ X "Guzmán el Bueno"

#### 3.3.1 IDEn 1. Por tipo de consumo

La energía consumida en la base proviene principalmente de dos fuentes energéticas: la electricidad y el gasóleo. Trabajando con los datos obtenidos en el apartado 3.2 se obtienen los resultados que se muestran a continuación. (Figura 7 y figura 8):

■ Electricidad ■ Gasóleo

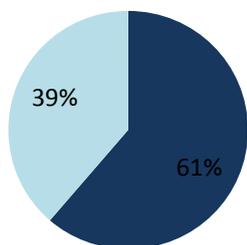


Figura 7- Uso de la energía por tipo de consumo

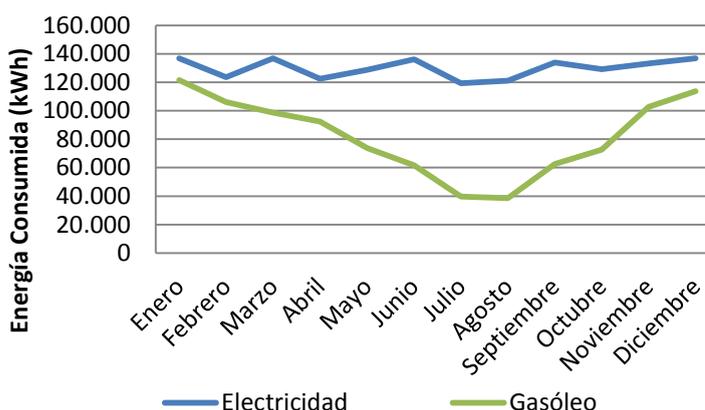


Figura 8 - Consumo energético mensual por tipo de consumo

<sup>7</sup> Si consideramos las semanas de vacaciones reguladas por el Estatuto de los Trabajadores, se estima que diariamente y durante los meses de Julio y Agosto, un 33% del personal se encontrará disfrutando de periodo vacacional.

Tal y como indica la tabla 9, el consumo anual de electricidad asciende a 1.558.368 kWh mientras que la energía consumida mediante gasóleo alcanza los 983.945 kWh.

Fuente de Energía	Energía consumida anual (kWh)	% energía total consumida
Electricidad	1.558.368	61,3
Gasóleo	983.945	38,7
Total	2.542.313	100

Tabla 9 - Consumo energético anual por tipo de energía consumida

Si bien el consumo de energía eléctrica es esencialmente constante durante todo el año, la energía proveniente del gasóleo muestra una clara estacionalidad que se corresponde con una gran demanda de gasóleo para los meses más fríos del año y una demanda menor para los meses cercanos al verano. Esto es debido a que tanto para la calefacción como para el ACS se utiliza el gasóleo como fuente de energía. Por tanto, en periodo invernal, se precisa una mayor cantidad de este recurso energético.

### 3.3.2 IDEn 2. Por tipo de instalación

Analizando el consumo de energía según el tipo de instalación, se diferencian: refrigeración, calefacción, ACS e iluminación. Las figuras 9 y 10 y la tabla 10 exponen los resultados.

Instalaciones	Energía Consumida Anual (kWh)
Refrigeración	105.767
Calefacción	140.173
ACS	854.378
Iluminación	1.441.996

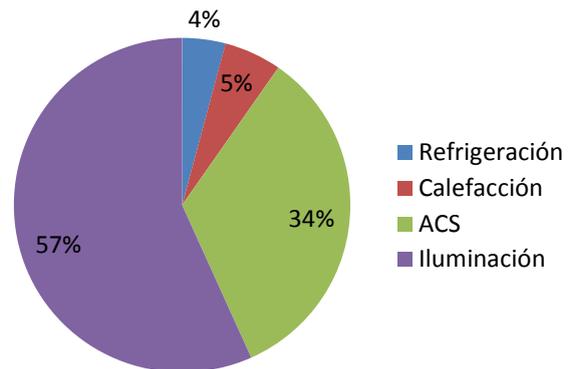


Tabla 10 - Consumo energético anual por tipo de instalación

Figura 9 - IDEn 2. Consumo por tipo de instalación

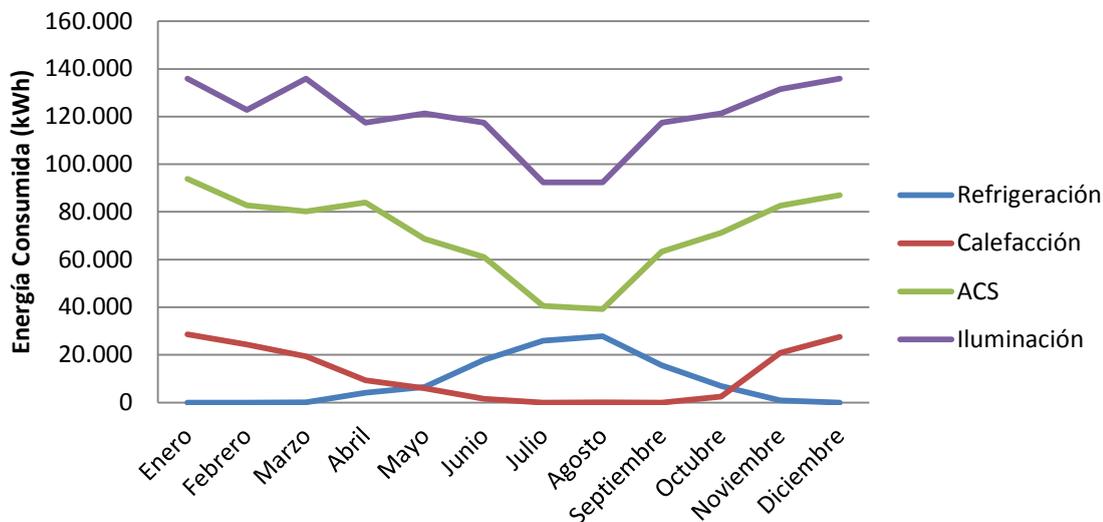


Figura 10 - Consumo mensual según el tipo de instalación

En el consumo de calefacción y ACS, se observa un patrón similar al caso del gasóleo con el IDEn1. Existe una fluctuación de demanda energética para la calefacción y la ACS según la estación del año. Con la refrigeración ocurre lo contrario. En los meses de mayor calor, se observa un mayor consumo de energía que se invierte en el funcionamiento de la refrigeración y los equipos de climatización.

Por otra parte la iluminación también muestra una menor demanda en los meses estivales principalmente por dos motivos. En los meses de Julio y Agosto una gran parte del personal de la brigada disfruta del periodo vacacional por lo que la demanda de iluminación interior disminuye. Además, de abril a octubre el número de horas de luz natural es mayor que en el periodo de noviembre a marzo, por lo que el consumo de energía relacionada con el alumbrado público será menor en el primer periodo.

### 3.3.3 IDEn 3. Por tipo de equipo

Según el tipo de equipo obtenemos la información recogida en la tabla 11 y figura 11.

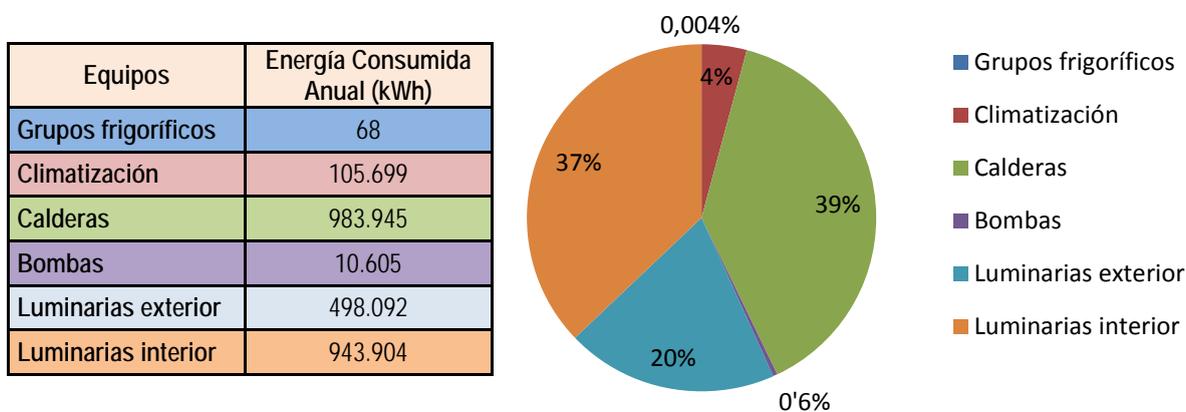


Tabla 11 - Consumo energético anual por tipo de instalación

Figura 11 - IDEn 2. Consumo por tipo de instalación

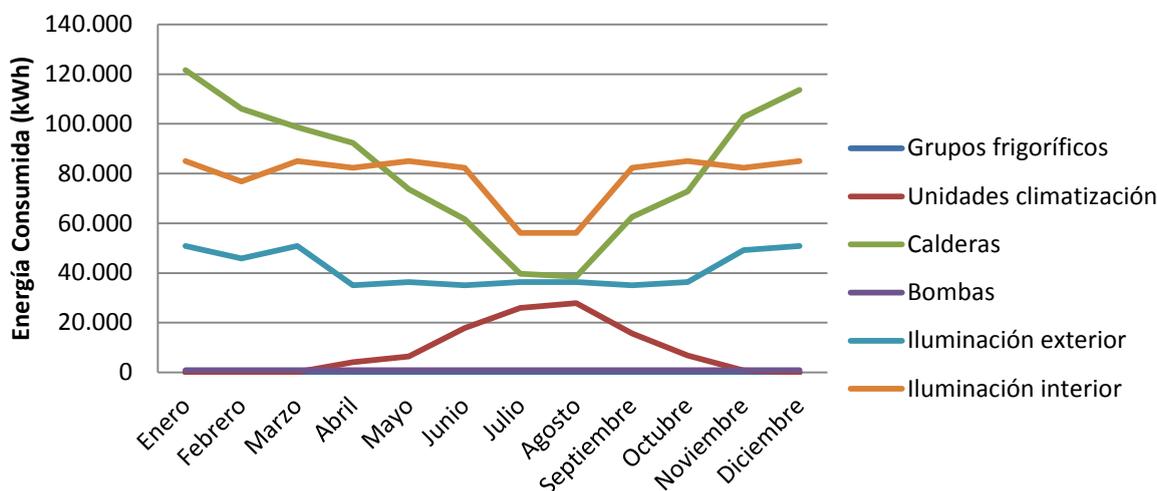


Figura 12 - Consumo mensual según el tipo de equipo

Los grupos frigoríficos consumen una parte despreciable de energía en comparación al resto de equipos mientras que las unidades de climatización presentan un gran aumento de demanda energética en los meses de verano. Además tanto la iluminación interior como las calderas vuelven a presentar una reducción de consumo en los meses de julio y agosto coincidiendo con los meses de mayor número de horas de luz natural, mayor temperatura y menor demanda de ACS. El consumo de las bombas, sin embargo, no ofrece fluctuación alguna, pues su funcionamiento es constante

durante todo el año con el objeto de prevenir la aparición de legionelosis.<sup>8</sup> Por último, la iluminación exterior presenta una variación en la demanda energética. Ésta es debida a las horas de luz artificial según el mes del año. Así, en los meses con una mayor cantidad de horas de luz natural (desde abril hasta octubre) el consumo energético correspondiente a iluminación exterior es menor que en el resto de meses (desde noviembre hasta marzo).

### 3.3.4 IDEn 4. Consumo Estacional

Dependiendo de la estación en la que nos encontremos, el consumo de energía varía de la siguiente forma (figura 13).

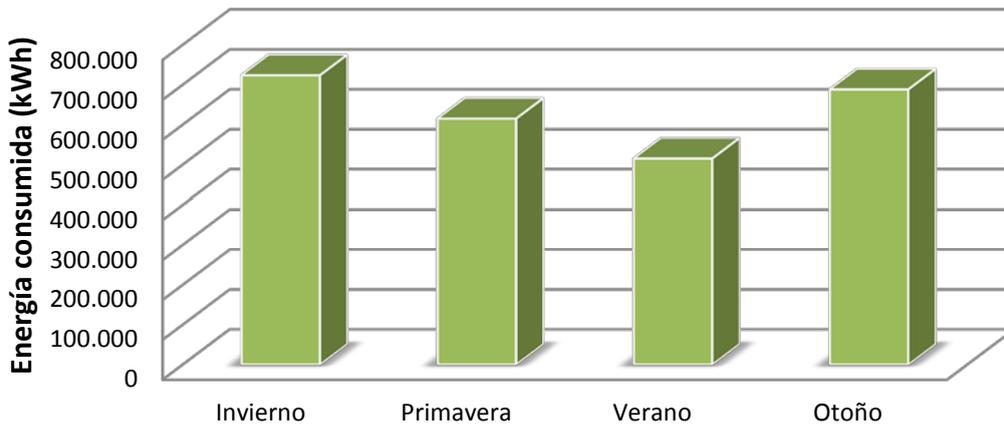


Figura 13 - Consumo estacional de energía

Los datos vienen recogidos en la tabla 12:

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
energía consumida (kWh)	723.736	615.104	515.176	688.297

Tabla 12 - Consumo energético por estaciones.

Es necesario señalar que para la correcta estructuración y estudio de los datos, se han agrupado meses enteros en grupos de 3 para incluirlos en una estación concreta. Así, invierno viene determinado por los meses de enero, febrero y marzo, primavera por abril, mayo y junio y así sucesivamente. Debido a que todos los cálculos realizados y recogidos en los distintos anexos tienen como referencia los meses enteros (no separados por días), no ha sido posible contabilizar las estaciones exactamente como se debería. Por ejemplo, invierno, que realmente incluye el intervalo que va desde el 23 de diciembre hasta el 21 de marzo, para facilitar el estudio del IDEn4, se corresponde con los tres meses iniciales del año.

Recogiendo lo expuesto en los tres apartados anteriores, podemos resumir que la demanda energética en la base depende en gran medida de la estación del año. Durante las estaciones más calurosas se reduce considerablemente el consumo como consecuencia de dos hechos: la energía destinada a calentar el ACS es menor, pues la temperatura del agua que circula por la red general de distribución es mayor, y la temperatura del agua destinada a las duchas se ve reducida en 6°C de media y la segunda causa, como se ha visto con anterioridad, viene determinada por una reducción de la energía necesaria para la iluminación exterior. Todo ello supone una significativa reducción de consumo energético en los meses cercanos al verano.

<sup>8</sup> Real Decreto Legislativo 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Boletín Oficial del Estado, 18 de julio de 2003.

Por otra parte y como puede verse en la figura 10, la reducción de consumo energético para calefacción, en los meses de verano se contrarresta con un aumento de demanda de energía destinada a la climatización (equipos de aire acondicionado principalmente).

### 3.4. Presentación de la Línea de Base energética

Con la información descrita anteriormente y recogida en el **anexo 16 "Línea de Base energética"**, se elabora la estructura de usos, consumos e indicadores de desempeño, que constituyen la línea de base de seguimiento y valoración de los datos que se obtengan en ejercicios anuales posteriores. La figura 14 detalla la evolución mensual del consumo de energía durante el curso 2013 en la BRIMZ X "Guzmán el Bueno".

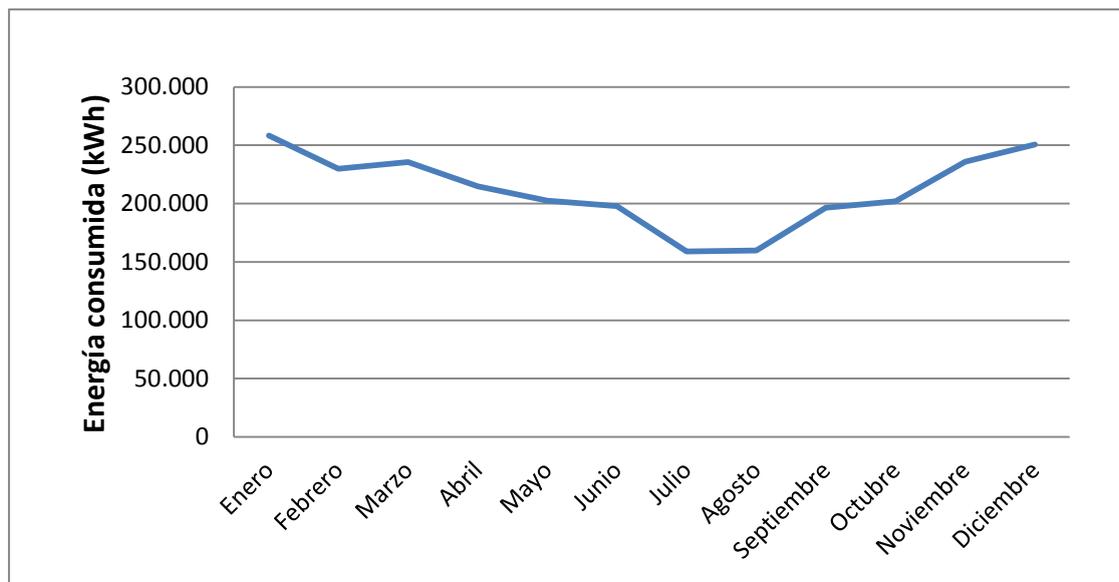


Figura 14 - Evolución mensual consumo energético año 2013

### 3.5. Interpretación de los resultados obtenidos.

El primer aspecto importante en que debemos fijarnos es la clara variación entre el dato de energía anual consumida estimada (2.542.313 kWh) y el dato real proporcionado por la BRIMZ X (3.787.606 kWh). Nótese que supone una variación del 31,9%. Esta diferencia se debe a que el alcance de este trabajo no considera otros consumos de la base, tales como son máquinas-herramienta, compresores de aire, equipos electrónicos (ordenadores, cargadores, fuentes de alimentación, máquinas de refrescos, televisores, etc...). Puesto que el objeto de este TFG es la identificación e implementación de oportunidades de mejora que supongan una mayor eficiencia energética, no se ha incluido toda esta energía en los cálculos del apartado 3.2 por dos razones:

- En primer lugar, la dificultad de contabilizar, registrar y estimar toda esta energía de consumo cotidiano, como por ejemplo el soldado que pone el móvil a cargar en las dependencias de la compañía, el operario de segundo escalón que conecta un compresor de aire a la red eléctrica o cualquier residente que decide encender la televisión fuera de su horario de trabajo.
- Por otra parte, la dificultad de establecer medidas de ahorro que correspondan a esta utilización de la energía, pues supone un consumo necesario y no fácilmente optimizable.

En cualquier caso y como indica la propia norma UNE-EN ISO 50001, siempre se ha de estimular y fomentar la utilización responsable de la energía mediante campañas de concienciación para el personal de la base-brigada.

De esta forma se ha calculado el % de variación entre la energía consumida real y la energía estimada en el apartado 3.2:

$$\%Variación = \frac{Energía\ total\ consumida - Energía\ estimada}{Energía\ total\ consumida} = \frac{1.211.969}{3.787.606} = 31,9\%$$

Así, el resultado obtenido para el IDEn 1 (por tipo de consumo) no se corresponde con el valor real, pues según lo expuesto anteriormente, en realidad se consume un 31,9% de energía más (mayoritariamente eléctrica) de lo estimado. No obstante, se puede obtener un resultado corregido para el IDEn1 de una forma sencilla:

$$\%Consumo\ gasóleo = \frac{Gasto\ estimado\ gasóleo}{Gasto\ total\ real} = \frac{983.945 \times 100}{3.787.606} = 26\%$$

$$\%Consumo\ electricidad = 100 - 26 = 74\%$$

■ Electricidad ■ Gasóleo

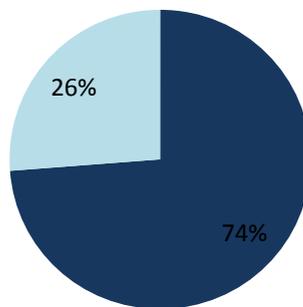


Figura 15 - Uso de la energía real por tipo de consumo

Por último, la línea de base energética muestra todas las peculiaridades que se recogen del análisis de los 4 IDEn's. Presenta la misma estacionalidad de la energía de la que se ha tratado en los apartados anteriores. Durante los meses de invierno la demanda energética aumenta considerablemente y ésta va disminuyendo a medida que se acercan los meses más calurosos del año.

#### 4. OPORTUNIDADES DE MEJORA

El objetivo del presente apartado es el de servir de guía para el jefe de la BRIMZ X a la hora de establecer una futura estrategia de ahorro y eficiencia energética. La norma establece que la alta dirección es la responsable de apoyar el Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) definiendo, estableciendo, implantando y manteniendo una política energética, así como de designar un equipo de gestión de la energía. Por ello el Jefe de la BRIMZ X tiene la responsabilidad de nombrar el equipo encargado de revisar y aplicar las oportunidades de mejora que se reflejan en este apartado del TFG.

Se pretende pues, exponer una relación de estrategias a adoptar cuando la situación permita implantar estas medidas. El equipo encargado, podrá diseñar una estrategia lógica de ahorro energético basada en este compendio de posibles mejoras. A este efecto, el Ministerio de Defensa ha publicado en numerosas ocasiones documentos que alientan y estimulan la eficiencia energética, el consumo responsable de la energía y el respeto y cuidado por el medio ambiente. Ejemplo de ello es el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética para el periodo 2009-2012 que, como queda reflejado en la introducción, ha servido de motivación para la elección y realización del presente TFG. Es importante resaltar que algunas de las medidas propuestas, no resultan viables desde un punto de vista económico, por lo que la

inversión inicial no se recuperaría en el corto plazo, sin embargo los beneficios medioambientales que implicarían su adopción, las justificarían.

A continuación, se procede a la identificación de las oportunidades de mejora y planes de acción para el futuro. Deteniéndose en el análisis de los diferentes IDEn's y tras analizar el estado del arte y lo que ofrece el mercado, se pueden llevar a cabo varias medidas que a corto y largo plazo conllevaran una sustancial reducción del gasto energético de la base de Cerro Muriano. A continuación se procede a analizar los efectos y los resultados esperados al implantar estas mejoras.

## **4.1. Refrigeración y aire acondicionado**

### **Sectorizar la climatización**

No climatizar aquellas estancias que no lo necesitan (estancias que no van a estar ocupadas un tiempo determinado, estancias inoperativas, etc...), pues conlleva un gasto extra inútil.

### **Instalación de termostatos en espacios cerrados**

Mediante la instalación de termostatos en los distintos recintos, se pretende que los usuarios no puedan fijar una temperatura ambiente que esté fuera de lo permitido. Según el Real Decreto 1826/2009 (Reglamento de instalaciones térmicas en edificios) la temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 21°C y 26°C.<sup>9</sup> De forma que si el usuario desea fijar una temperatura que exceda esos límites el termostato actuará impidiendo tal acción.

## **4.2. Calefacción y Agua caliente sanitaria (ACS)**

A continuación se detallan los posibles planes de acción que pueden suponer un ahorro sustancial en la energía destinada al agua caliente sanitaria y la calefacción.

### **4.2.1 Calefacción**

#### **Sectorización de la calefacción**

Igual que en el caso de la climatización. Ajustar las necesidades de cada zona de trabajo con el fin de no incurrir en un exceso de consumo, enfriando o calentando estancias que no lo necesitan.

#### **Instalación de colectores solares térmicos**

Existe mucha bibliografía, al respecto, que estiman un intervalo de ahorro de entre un 30-70%. Sin embargo, numerosos estudios suelen coincidir en que la instalación de colectores solares térmicos para la producción de ACS aporta una reducción del consumo energético en un 40% en zonas geográficas con climas similares al de Córdoba o incluso más fríos. Así, dos estudios realizados en Buenos Aires y en Ciudad de Mendoza, ambas ciudades argentinas, reflejan ahorros de entorno al 40%, por lo que no parece descabellado extrapolar este valor a la ciudad de Córdoba o incluso uno mayor:<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

<sup>10</sup> F, Garreta; J, Marusic (2004). Instalación solar de calefacción y agua caliente sanitaria integrada en una casa de campo. Cenit Solar. Buenos Aires.

Arboit, M; Mesa, A; Diblasi, A; de Rosa, C. (2007). Evaluación de estrategias de ahorro energético en la edificación urbana del área metropolitana de Mendoza. Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Volumen XI*.

La energía ahorrada tras la instalación de colectores solares térmicos se calcula de la siguiente forma:

$$EA = EC \times C_r = 140.173 \times 40\% = \mathbf{56.069 kWh}$$

Donde:

- EA: Energía ahorrada tras implantación de colectores solares térmicos.
- EC: Energía consumida actualmente
- Cr: Coeficiente de reducción = 40%

### Instalación de bombas de calor

Es la tecnología más eficiente, pero requiere de una gran inversión que garantice una buena instalación para que las condiciones de funcionamiento generen el confort deseado. Las bombas de calor inverter integran, con un rendimiento aceptable, calefacción y refrigeración al mismo tiempo, por lo que no es necesario tener dos aparatos (radiador y equipo de climatización). Esta tecnología permite obtener un ahorro en consumo energético de hasta el 40%.<sup>11</sup>

#### 4.2.2 Agua caliente sanitaria (ACS)

### Instalación de colectores solares térmicos

Como se ha visto anteriormente, instalando los colectores térmicos se obtiene una reducción del consumo energético del 40%.<sup>12</sup> Aplicando este dato se puede estimar la energía ahorrada tras la instalación de colectores solares térmicos:

$$EA = EC \times C_r = 498.092 \times 40\% = \mathbf{337.509 kWh}$$

Donde:

- EA: Energía ahorrada tras implantación de colectores solares térmicos.
- EC: Energía consumida actualmente
- Cr: Coeficiente de reducción = 40%

### Sustitución de las calderas estándar por calderas de condensación

Las calderas de condensación aumentan su rendimiento mediante la condensación de humos, por lo que ofrecen una mayor eficiencia energética sin que se vea afectado el funcionamiento de las mismas. Sin embargo su compra e instalación implicarían un coste sustancialmente elevado.

### Reducción de la temperatura de salida del agua para duchas

En el cálculo que se refleja a continuación, puede verse que una reducción de 2°C en la temperatura del agua para las duchas, supone reducciones de hasta el 2,9% en el consumo de energía.

$$\%Ahorro = 1 - \frac{\text{Consumo ACS}_{T=40^{\circ}\text{C}}}{\text{Consumo ACS}_{T=42^{\circ}\text{C}}} = 1 - \frac{819.265}{843.773} = 2,9\%$$

---

<sup>11</sup> UGT Aragón. *Manual de auditorías energéticas para trabajadores y delegados sindicales*. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Pág 29.

<sup>12</sup> Véase 10.

### 4.3. Iluminación

En este apartado se pretende mostrar varias posibles acciones que aumentarán la eficiencia energética de la base reduciendo su consumo energético, tanto en alumbrado interior como exterior.

#### 4.3.1 Alumbrado exterior

##### Implantación de estabilizadores-reguladores de tensión para alumbrado exterior

En alumbrado público exterior lo más habitual en ahorro, medioambiente y eficiencia energética viene de la mano de los estabilizadores-reguladores de tensión. Éstos suponen un ahorro de un 40% en la factura eléctrica a pesar de que mantienen el mismo nivel de confort y utilidad.<sup>13</sup>

Por una parte, el estabilizador, elimina las variaciones de tensión que se experimentan en la red eléctrica durante la noche, las cuales influyen negativamente en la vida útil de las lámparas. Estas variaciones pueden ser mayores del 10%, lo que implica a la larga, un incremento de consumo energético entorno al 20% fácilmente evitable mediante la instalación del estabilizador.

El regulador de tensión, en cambio, gestiona el nivel de luminosidad fijando un nivel de tensión eléctrica, y por lo tanto de intensidad luminosa, según la hora del día. Durante las horas de mayor actividad se regulará una mayor tensión eléctrica mientras que para los periodos que disminuya la actividad, el regulador de tensión reducirá la intensidad luminosa. Se puede variar la intensidad de la luz producida por las luminarias a fin de reducir el consumo en aquellas áreas de la base en las que no se necesite tanta luminosidad. Así pues, salvo zonas especialmente sensibles desde el punto de vista de la seguridad (zonas circundantes a los cuerpos de guardia, depósitos de armamento, etc) se podría establecer un menor nivel de intensidad luminosa, desde el toque de silencio hasta el toque de diana. Actualmente, la instalación luminica en la base de Cerro Muriano carece de este sistema, por lo que las lámparas mantienen constante el nivel de luminosidad.

Estos aparatos a su vez, reducen las emisiones de CO2 a la atmósfera, incrementan la vida útil de las lámparas y pueden funcionar en un amplio rango de potencias, según las necesidades de cada institución. Otro aspecto a destacar es la fácil instalación del estabilizador-regulador de tensión ya que se instala en la cabecera de las líneas de las instalaciones ya existentes sin necesidad actualizarlas y/o modificarlas.

Por todo ello, instalando este sistema, se puede reducir el consumo energético eléctrico exterior en un 40%:

$$EA = EC \times C_r = 498.092 \times 40\% = \mathbf{199.237 \text{ kWh}}$$

Donde:

- EA: Energía ahorrada tras implantación del estabilizador-regulador de tensión
- EC: Energía consumida actualmente
- Cr: Coeficiente de reducción = 40%

##### Sustitución de luminarias actuales por otras equipadas con tecnología LED

Se están produciendo importantes avances tecnológicos en esta área, por lo que a pesar de tener todavía un uso limitado, en un futuro puede proporcionar grandes ventajas: larga vida útil, alta eficacia del color, bajo consumo, fácil

---

<sup>13</sup> GE Energy Industrial Solutions . *Gradilux. Estabilizadores-reguladores de flujo luminoso*. [en línea] General Electric. 2012. Fecha de consulta: 03/08/2014. Pág. 4.

De la Fuente, C; Guervós, E. (2013). Propuestas de mejora de la eficiencia energética en instalaciones existentes de alumbrado público. *Tecnología y desarrollo. Volumen XI*. Pag 11-15

regulación, alta resistencia a golpes y vibraciones, etc...

### Adecuación progresiva de las instalaciones al Reglamento de Eficiencia Energética del Alumbrado Exterior

Según establece el artículo 1 del Reglamento de Eficiencia Energética del Alumbrado Exterior (REEIAE, R.D. 1890/2008, de 14 de noviembre):

*"El presente reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior. [...]"*<sup>14</sup>

El REEIAE se encarga de fijar los elementos materiales a utilizar y las condiciones de diseño que han de seguirse para conseguir instalaciones energéticamente eficientes. Aunque, como manifiesta el propio reglamento, en las instalaciones militares no es obligado su cumplimiento, sí que la mayor parte de las medidas que en él se establecen serán útiles para conseguir un alumbrado exterior eficiente en la mayor parte de las zonas de la Base.

La adecuación de las instalaciones actuales al Reglamento de Eficiencia Energética de las Instalaciones de Alumbrado Exterior, conducirá a un sustancial ahorro energético en la Base.

#### 4.3.2 Alumbrado interior

##### Sustitución tubos fluorescentes T8 por los T5

Actualmente muchos edificios de la base como pueden ser oficinas, despachos y dependencias de las compañías y baterías, utilizan una iluminación mediante tubos fluorescentes T8. Viene siendo una práctica habitual, en muchas organizaciones, sustituir estos tubos por otros más actuales, pequeños, eficientes y menos contaminantes. Son los denominados T5. Esto no implica una renovación radical de luminarias y de instalación. Para su sustitución no es necesario cambiar toda la instalación eléctrica, sino simplemente instalar un adaptador que permite usar tubos fluorescentes de última generación T5 en luminarias concebidas para el tubo T8. A pesar de que los tubos T5 aprovechan mejor la energía y son realmente rentables si se sustituyen las luminarias que alojan los antiguos tubos por otras de mayor rendimiento, mediante el adaptador se consigue eliminar totalmente el consumo del balasto electromagnético, por lo que el ahorro se produce por la potencia consumida anteriormente por éste<sup>15</sup>. *"Este sistema de iluminación consigue un ahorro de más de un 50% en las luminarias de tubos fluorescentes habituales."*<sup>16</sup> Además, posee otras ventajas como pueden ser una reducción de emisión de CO<sub>2</sub> a la mitad, un incremento de la vida útil del fluorescente en más del doble, menor gasto en mantenimiento y una reducción del gasto en climatización, pues emite menos calor que el antiguo T8.

Si se toma en cuenta esta reducción del 50% del consumo energético, y teniendo en cuenta el numeroso parque de luminarias con lámparas fluorescentes presentes en la base, esta medida tendría un gran impacto en el consumo de energía eléctrica:

- Energía ahorrada por tubos T5:

$$EA = EC \times C_r = 553.684 \times 50\% = \mathbf{276.842 \text{ kWh}}$$

---

<sup>14</sup> Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instalaciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07. Boletín Oficial del Estado, 19 de noviembre de 2008.

<sup>15</sup> UGT Aragón. *Manual de auditorías energéticas para trabajadores y delegados sindicales*. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Pág 27.

<sup>16</sup> Lara, F. (2011). *Estudio de ahorro energético y viabilidad económica del proyecto de sustitución del alumbrado fluorescente del parque de maquinaria de Valdemoro*. [en línea]. DRAGADOS. Junio 2011. Fecha de consulta: 29/08/2014. Pág. 13.

Donde:

- EA: Energía ahorrada tras implantación de los tubos T5.
- EC: Energía consumida en oficinas y vestuarios por los tubos T8 actuales.
- Cr: Coeficiente de reducción = 50%

### **Sustitución de las lámparas actuales por lámparas LED**

Estas lámparas que presentan un menor consumo ayudarán a la eficiencia energética de la base. La sustitución progresiva, a medida que las actuales lámparas terminan su vida útil, puede ser una buena opción para evitar una gran inversión inicial.

### **Instalación de detectores de presencia en zonas de ocupación discontinua**

La implantación de detectores de presencia en baños, pasillos, vestuarios, almacenes, oficinas, salas de simulación, etc... pueden reducir sustancialmente la cantidad de energía que se consume en iluminación. El funcionamiento de estos detectores de presencia se basa en la combinación de un sensor de movimiento u ocupación junto con un temporizador y un interruptor electrónico, que enciende o apaga las luces en función de si el espacio está ocupado o no hay nadie en él. Los detectores de presencia pueden conseguir ahorros de energía de hasta un 40%<sup>17</sup>. Además, son instalaciones que se amortizan de manera muy rápida, lo que supone una gran ventaja a la hora de decantarse por esta opción. Su utilización es muy fácil y flexible, pues pueden ser instalados tanto en la pared como en el techo.

Sin embargo, no es sencillo cuantificar y calcular el ahorro que produciría su implantación, puesto que se deben discriminar aquellas zonas de ocupación discontinuas de las de ocupación continua y no es objeto del presente TFG contabilizar todos los pasillos, baños, etc... existentes en la base, pues resultaría una tarea inabarcable. Aun así, no cabe duda de que se lograrían grandes ahorros energéticos a un coste relativamente bajo.

### **Instalación de sensores de luz natural**

Los sensores de luz natural miden la aportación de luz natural en un recinto y consiguen que la iluminación artificial sólo consuma lo preciso para, en caso necesario, complementar el aporte de luz natural, hasta llegar a los niveles de iluminación deseados. Nótese que incluso cuando se iluminan edificios de la mejor forma posible con luz natural, siempre existe la necesidad de complementarla con alumbrado artificial.<sup>18</sup> Mantienen un alto índice de luminosidad, necesitan un mantenimiento mínimo, se instalan fácilmente, tienen una gran vida útil y permiten un rápido retorno de la inversión. Estos sensores de luz natural suponen ahorros de hasta un 60%.<sup>19</sup>

Nuevamente, no es posible estimar el impacto directo que supondrían estos sensores al aplicarlos al ámbito de estudio del TFG, puesto que no todas las estancias tienen la misma orientación. Por lo tanto cada estancia recibe una cantidad de luz natural distinta.

## **4.4. Acciones comunes a todos los tipos de consumo**

### **Lanzar campañas de concienciación y uso responsable de la energía**

Promover la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización. La BRIMZ X debe asegurarse de que todo el personal que trabaja en la base es consciente del impacto, real o potencial,

---

<sup>17</sup> Hager Sistemas, S.A. *Detectores de movimiento y presencia*. [en línea]. Hager.2011. Fecha de consulta 03/08/2014. Pág 3.

<sup>18</sup> Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA); Comité Español de Iluminación (CEI). *Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE). Madrid. 2005. Pág 3.

<sup>19</sup> GlassGuard. *Soluciones de iluminación más seguras*. [en línea]. Thetford (Reino Unido). Fecha de consulta 03/08/2014. Pág 6.

de sus actividades con respecto al uso y consumo de la energía. El personal también debe ser consciente de cómo sus actividades y su comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos energéticos y las metas energéticas que se propone.

### Comunicación

Se debe comunicar internamente toda la información relacionada con el desempeño energético de la brigada y su Sistema de Gestión de la Energía (SGEn), de tal forma que cualquier persona que trabaje en ella pueda hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGEn.

## 4.5. Resultados tras la implantación de las medidas

Tan sólo implantando 4 de las medidas propuestas, se puede llegar a obtener una reducción del 34% del total de energía consumida en el año 2013.<sup>20</sup> A continuación se detallan los cálculos. Resultados visibles en la figura 16:

$$\%Energía\ ahorrada = \frac{A_{Cs\ cal} + A_{Cs\ ACS} + A_{ERT} + A_{T5}}{Energía\ global\ consumida\ 2013} = \frac{56.069 + 327.706 + 199.237 + 276.842}{2.517.805} = 34\%$$

Donde:

- $A_{Cs\ Cal}$ : corresponde a la cantidad de energía ahorrada (kWh) en calefacción instalando los colectores solares térmicos
- $A_{Cs\ ACS}$ : corresponde a la cantidad de energía ahorrada (kWh) en Agua Caliente Sanitaria instalando los colectores solares térmicos.
- $A_{ERT}$ : corresponde a la cantidad de energía ahorrada (kWh) instalando los estabilizadores-reguladores de tensión para alumbrado exterior.
- $A_{T5}$ : corresponde a la cantidad de energía ahorrada (kWh) sustituyendo los actuales tubos T8 por los tubos T5 mediante el adaptador.

■ Energía ahorrada      ■ Energía consumida tras implantación

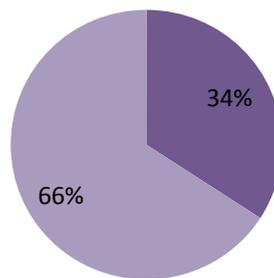


Figura 16 - Reducción de consumo energético

<sup>20</sup> Nótese que se trata del global de la energía estimada, la cual es distinta del dato real proporcionado por la BRIMZ X como ya se ha explicado en el apartado 3.5

La tabla 11 recoge los datos obtenidos tras realizar el cálculo anterior:

ENERGIA	kWh
Energía global consumida	2.517.805
Energía ahorrada	859.854
Energía consumida tras implantación	1.657.951

Tabla 11 - Resumen energía ahorrada y consumida

## 5. LINEAS DE TRABAJO FUTURAS

Tras la realización del presente TFG surgen varias líneas de trabajo futuras. Este apartado expone qué trabajos se pueden iniciar como consecuencia de éste. En este sentido, muchos son los ámbitos que se han abarcado. Se abren ahora una gran cantidad de puertas que pueden conllevar un gran beneficio tanto para las Fuerzas Armadas como para cualquier otra organización, en términos de ahorro económico, eficiencia energética, desarrollo sostenible y medioambiente.

Se proponen las siguientes líneas de trabajo futuras:

- Avance en una auditoría energética interna de la base, con el fin de detectar y corregir las anomalías que se puedan dar en la organización. Mediante esta auditoría se seguirían buscando oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada al sistema.
- Estudio de viabilidad en la instalación de sensores de luz natural y de detectores de presencia para el alumbrado interior y exterior en la BRIMZ X.
- Estudio de viabilidad en la sustitución de luminarias actuales por luminarias LED en la BRIMZ X.
- Estudio de las posibles medidas a adoptar para lograr la eficiencia de los otros consumos energéticos no considerados en este TFG (ordenadores, electrónica, talleres, etc)
- Estudio de viabilidad de la adecuación progresiva de las instalaciones al Reglamento de Eficiencia Energética de alumbrado exterior en la BRIMZ X.
- Estudio de viabilidad de la instalación de colectores solares térmicos para la reducción de consumo en ACS y calefacción en la BRIMZ X. Cuantificación de ahorro.
- Elaboración e implantación de una campaña de concienciación del uso responsable de la energía para todo el personal de la BRIMZ X.
- Elaboración de una campaña de comunicación interna o externa por parte de la BRIMZ X en materia energética. Diseñar un sistema de comunicación activa entre el personal y el equipo responsable del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn).

## 6. CONCLUSIONES

Del presente TFG se extraen las siguientes conclusiones:

- Se ha seguido el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética, según la Norma UNE 216301 (sustituida por la norma UNE-EN ISO 50001) elaborado por el Ministerio de Defensa para el periodo 2009-2012.
- Tras el estudio del contenido de la norma UNE-EN ISO 50001 y el análisis de una implantación parcial, se han elaborado los documentos prescritos por la norma para llevar a cabo la revisión energética de la BRIMZ X, tales como la Línea de Base energética y los Indicadores de Desempeño.
- Se han determinado los IDEn's, identificando una serie de oportunidades que pudieran contribuir a una reducción del consumo energético y por lo tanto a una mayor eficiencia energética en la base de Cerro Muriano.
- Se ha estimado una reducción de energía de entorno al 34% en el caso aplicado, influyendo positivamente en la eficiencia energética y en la sostenibilidad del planeta.
- El análisis de la Línea de Base energética y de los distintos IDEn's evidencia que la energía consumida por

la base en el año 2013 ha presentado una clara estacionalidad que refleja una menor demanda energética en los meses estivales por un mayor consumo energético en los meses invernales.

- El consumo eléctrico es prácticamente constante durante todo el año mientras que el consumo de energía proveniente del gasóleo depende en gran medida del periodo estacional.
- Durante los meses más fríos del año aumenta considerablemente el consumo de ACS y calefacción mientras que en los meses más calurosos el consumo de los equipos de climatización experimenta un incremento sustancial.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Defensa, Dirección General de Infraestructuras, Subdirección de planificación y control. 2009. *Plan de ahorro y eficiencia energética*.
- Ministerio de Defensa, Estado Mayor del Ejército. 2008. *Instrucción General 07/08 "Medidas de austeridad en el Ejército de Tierra"*.
- Tarilonte, E. *Plan de ahorro energético*. Revista Española de Defensa, marzo de 2010.
- AEN/CTN 2016. *Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso. UNE-EN ISO 50001:201*.
- Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CE, relativa a los requisitos de rendimientos para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas por combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CE del Consejo.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). *Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización*. Guía técnica nº11. *Diseño de centrales de calor eficientes*. Gobierno de España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. Instalaciones de Energía Solar Térmica*. PET-REV. enero 2009.
- Junta de Castilla y León. Universidad de Salamanca. *Manual de buenas prácticas energéticas*. Universidad de Salamanca. Salamanca. 2009.
- Cámara de Comercio e Industria de Madrid. Confederación empresarial de Madrid. *Guía de buenas prácticas ambientales y energéticas para el comercio madrileño*. Cámara de Comercio e Industria de Madrid. 2009.
- Dirección General de Sostenibilidad y Agenda. Área de Gobierno de Medio Ambiente de Madrid. *Guía de buenas prácticas para el gestor energético del Ayuntamiento de Madrid*. Madrid. 2010.
- Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). *Agua caliente sanitaria central*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid. 2010.
- Carretero, A. *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora* (ed.). Madrid. AENOR. 2012.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM), Dirección General de Industria, Energía y Minas. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. *Guía de gestión energética en el alumbrado público*. FENERCOM. 2006.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). *Protocolo de auditoría energética de las instalaciones de alumbrado público exterior*. Madrid. 2008.
- F, Garreta; J, Marusic. *Instalación solar de calefacción y agua caliente sanitaria integrada en una casa de campo*. Cenit Solar. Buenos Aires. 2004.
- Arboit, M; Mesa, A; Diblasi, A; de Rosa, C. *Evaluación de estrategias de ahorro energético en la edificación urbana del área metropolitana de Mendoza*. Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Volumen XI*. 2006
- UGT Aragón. *Manual de auditorías energéticas para trabajadores y delegados sindicales*. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.
- GE Energy Industrial Solutions. *Gradilux. Estabilizadores-reguladores de flujo luminoso*. General Electric. 2012.
- De la Fuente, C; Guervós, E. *Propuestas de mejora de la eficiencia energética en instalaciones existentes de alumbrado público. Tecnología y desarrollo*. Revista Tecnología@ y desarrollo. Volumen XI. Mayo 2013.
- Lara, F. *Estudio de ahorro energético y viabilidad económica del proyecto de sustitución del alumbrado fluorescente del parque de maquinaria de Valdemoro*. [en línea]. DRAGADOS. Junio 2011.

- Hager Sistemas S.A. *Detectores de movimiento y presencia*. [en línea]. Hager. 2011.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Comité Español de Iluminación (CEI). *Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE). Madrid. 2005.
- GlassGuard. *Soluciones de iluminación más seguras*. Thetford (Reino Unido).

## Documentos legales

- España. Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- España. Real Decreto 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. *Boletín Oficial del Estado*, 29 de marzo de 1995.
- España. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. *Boletín Oficial del Estado*, 18 de julio de 2003.
- España. Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07. *Boletín Oficial del Estado*, 19 de noviembre de 2008

## 8. ANEXOS

1. Estructura elemental de una línea de base
2. Programa de objetivos de mejora
3. Actividades de control operacional y seguimiento/medición
4. Parte no conformidad/ acción correctiva-preventiva
5. Planos base sector este
6. Planos base sector oeste
7. Relación de edificios
8. Estimación refrigeración
9. Estimación climatización
10. Volumen edificios refrigerar/calentar
11. Estimación calefacción
12. Estimación ACS
13. Estimación iluminación exterior
14. Plano alumbrado
15. Estimación iluminación interior
16. Línea de Base Energética



	4								
	5								
	...								
Instalación 2	equipo 1								
	equipo 2								
	3								
	4								
	5								
	...								
Instalación n	equipo 1								
	equipo 2								
	3								
	4								
	5								
			Área n						



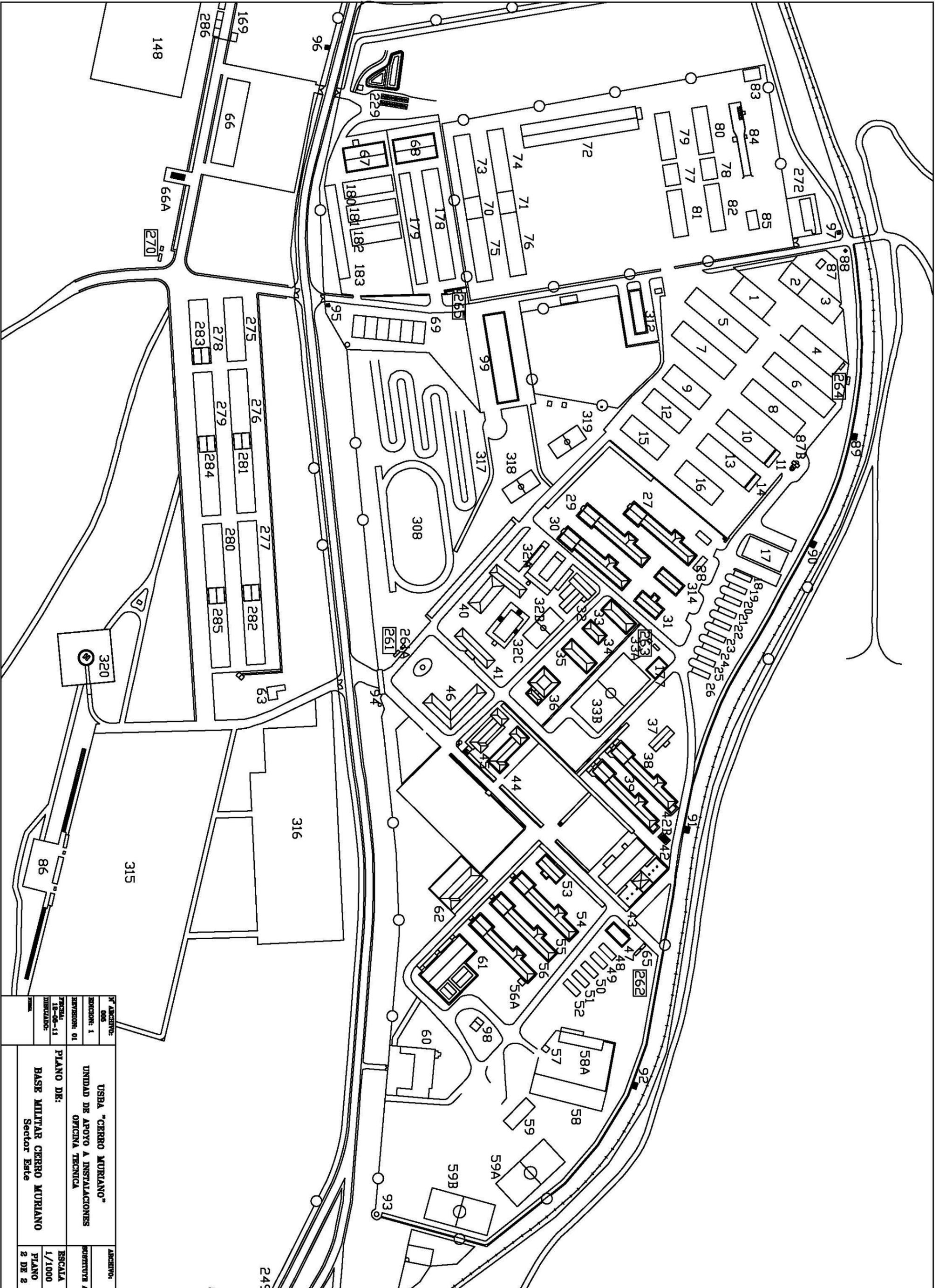


# ANEXO 4

## Parte de no conformidad

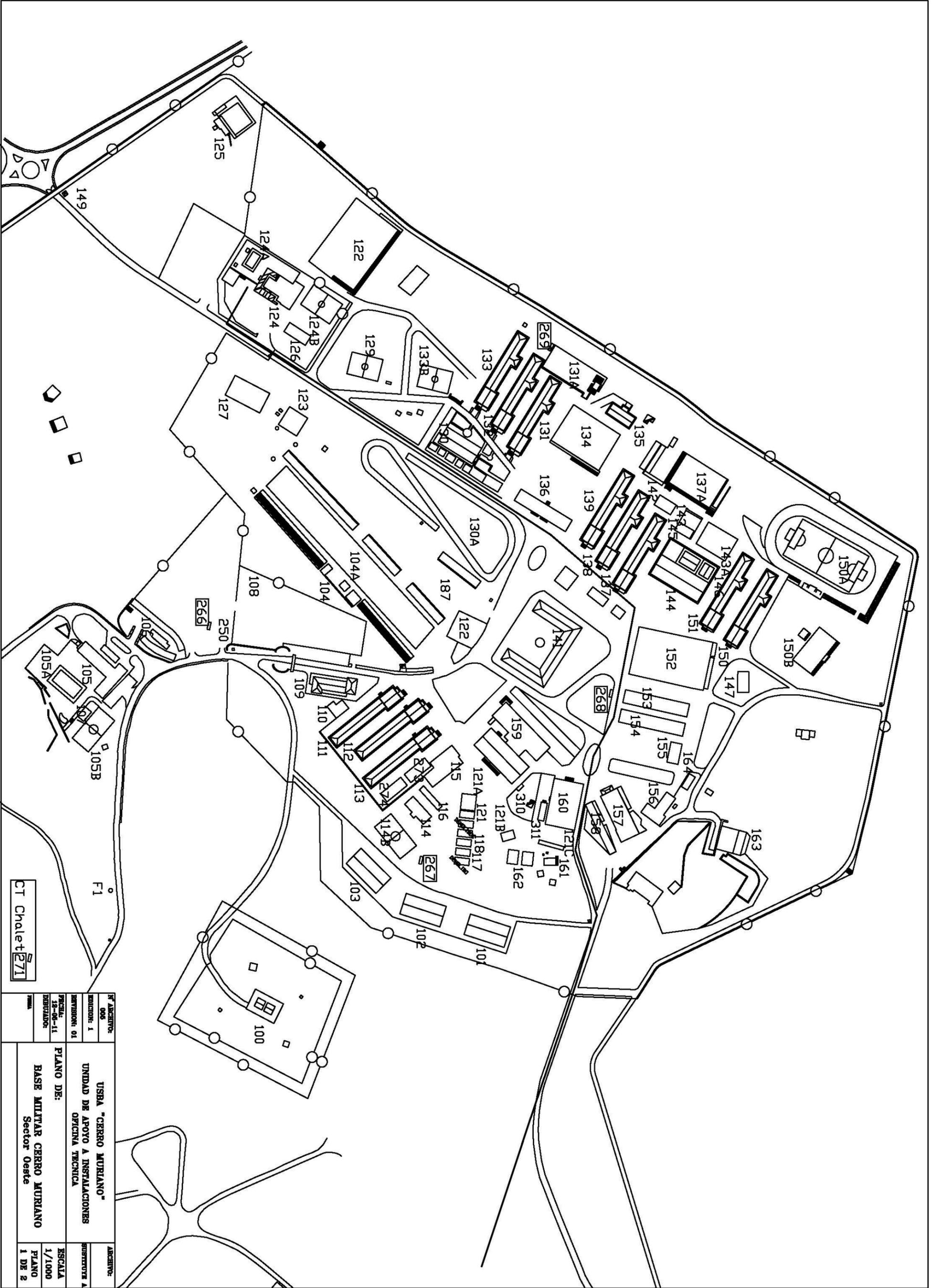
1. Nombre de la persona que ha detectado la no conformidad	2. Fecha
3. Dpto./Servicio/Sección/Área afectada	
4. Nombre del responsable de la actividad afectada	5. Nombre del superior jerárquico
6. Descripción de la NO CONFORMIDAD/efectos/valoración/ANÁLISIS DE LA CAUSA	
7. ACCIÓN INMEDIATA implantada/fecha	Implantada por:
8. Firma de la persona como conocedora y conforme con la acción	Autorizada por:
9. ACCIÓN CORRECTIVA/PREVENTIVA propuesta	
10. Dpto./Servicio/Sección/Área implicada en la acción correctiva/preventiva	
11. Firma de la persona indicada en (5) conforme con la acción indicada en (9)	
12. Tiempo estimado para la implantación de la acción correctiva/preventiva	13. Responsable de la implantación (nombre, fecha y firma)
14. Observaciones sobre la verificación de la implantación	
15. Fecha de la implantación	16. Firma del responsable de la verificación/comprobación de la eficacia/fecha
17. Conforme responsable del SGEEn/fecha	

# ANEXO 5



IF ARCHIVO:	006	USBA "CERRO MURIANO"	ARCHIVO:
INDICACION:	1	UNIDAD DE APOYO A INSTALACIONES	PROYECTIVA A
INTERVENION:	01	OFICINA TECNICA	ESCALA
PROYECTO:	12-06-11	PLANO DE:	1/1000
DISCIPLINA:		BASE MILITAR CERRO MURIANO	PLANO
		Sector Este	2 DE 2

# ANEXO 6



CT Chalet 271

Nº ARCHIVO:	005	USBA "CERRO MURIANO"	ARCHIVO:
EDICIÓN:	1	UNIDAD DE APOYO A INSTALACIONES	SUBPROYECTO A
REVISIÓN:	01	OFICINA TÉCNICA	ESCALA
FECHA:	18-06-11		1/1000
DESBOTADO:			PLANO
			1 DE 2
PLANO DE:		BASE MILITAR CERRO MURIANO	
		Sector Oeste	

# ANEXO 7

RELACIÓN DE EDIFICIOS BASE CERRO MURIANO			
Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.E.	1	2º EMAN cadenas	BCG X/GL X
S.E.	2	2º EMAN ruedas	BCG X/GL X
S.E.	3	2º EMAN	BZMZ X
S.E.	4	2º EMAN ruedas	RIMZ 2/GL X
S.E.	5	Tinglados	BCG X
S.E.	6	Tinglados	BZMZ X
S.E.	7	Tinglados	BCG X/GL X
S.E.	8	Tinglados	BZMZ X
S.E.	9	Tinglados	BCG X/GL X
S.E.	10	Tinglados	BZMZ X
S.E.	11	Lavadero	BCG X
S.E.	12	Tinglados	BCG X
S.E.	13	Tinglados	BZMZ X
S.E.	14	Lavadero	BZMZ X
S.E.	15	Tinglados	BCG X/GL X
S.E.	16	Tinglados	BCG X
S.E.	17	Almacenes	BZMZ X
S.E.	18	Almacenes	BCG X
S.E.	19	Almacenes	BCG X
S.E.	20	Almacenes	BCG X
S.E.	21	Almacenes	BCG X
S.E.	22	Almacenes	BCG X
S.E.	23	Almacenes	BCG X
S.E.	24	Almacenes	BCG X
S.E.	25	Almacenes	BCG X
S.E.	26	Almacenes	BCG X
S.E.	27	Módulo de Mando	BINF I/2 (*)
S.E.	27A	Pista deportiva	RIMZ 2
S.E.	28	Servicio Militar de Construcción	COBRA 2
S.E.	29	Módulo de Mando	BICC IV/10

Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.E.	30	Vestuario CUMA,s femenino	RIMZ 2
S.E.	31	Vestuario CUMA,s	BICC IV/10
S.E.	32	Residencia	USBA
		Cafetería CUMA,s	USBA
		Vestuario CUMA,s (*)	Pte. asignación
S.E.	32A	Aparcamiento Mandos	USBA
	32B	Pista de Tenis	USBA
	32C	Piscina	USBA
S.E.	33	Aulas de Planeamiento VBS	RIMZ 2
S.E.	34	Caja Sur	USBA
		Vestuario CUMA,s	RIMZ 2
S.E.	35	Aulas Steel Beats	RIMZ 10
S.E.	36	CECOM	CECOM
S.E.	37	Vestuario CUMA,s	BZMZ X
S.E.	38	Alojamiento Logístico nº5	USBA (*)
S.E.	39	Módulo de Mando	BZMZ X
		Vestuario Tropa	
S.E.	40	Residencia	USBA
		SALA VIP/Vestuario CUMAS masculino	
S.E.	41	PLMM RIMZ 10	RIMZ 10
		Vestuario CUMA,s	
S.E.	42	Depósitos de Propano Cocina	USBA
S.E.	42A	Sala de Calderas	USBA
S.E.	42B	Sala de Calderas	USBA
S.E.	43	Cocina Comedor	USBA
		Vestuario	
S.E.	44	PLMM BZMZ X	BZMZ X
S.E.	45	Cuerpo de Guardia/CECOM	USBA/CECOM
S.E.	46	PLMM RIMZ 2	RIMZ 2
		Vestuario CUMA,s	
S.E.	47	Lavandería	USBA

Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.E.	48	Almacén	BINF II/2
S.E.	49	Almacén	BINF II/2
S.E.	50	Almacén	BINF II/2
S.E.	51	Almacén	BINF II/2
S.E.	52	Almacén	BINF II/2
S.E.	53	Vestuario CUMA,s	RIMZ 2
S.E.	54	Vestuario Tropa masculino	RIMZ 2
			BICC IV/10
S.E.	55	Vestuario Tropa	BINF II/2
			Femenino Base Tropa
S.E.	56	Módulo de Mando	BINF II/2
		Vestuario CUMA,s masculino	
S.E.	57	Almacén	RIMZ 2
S.E.	58	Almacén	RIMZ 2
S.E.	58A	Tinglados	RIMZ 2
S.E.	59	Almacén	BZMZ X
S.E.	60	Edificio Simuladores	RIMZ 2
S.E.	61	OFAP	USBA
		TEDAX, Alm. Radios y aula	BZMZ X
S.E.	62	Mesón de Tropa	USBA
S.W.	63	Sala de Visitas	USBA
S.E.	65	Caseta Grupo Electrógeno	USBA
S.W.	66	2º EMAN cadenas	RIMZ 2
S.W.	66A	Lavadero	RIMZ 2
S.E.	67	2º EMAN Cadenas	GACA X
S.E.	68	2º EMAN Ruedas/Almacén MISTRAL	GACA X
S.E.	69	Almacenes	GACA X
S.E.	70	Almacenes	RIMZ 10
S.E.	71	Almacenes	RIMZ 10/BCG X
S.E.	72	2º EMAN	RIMZ 10

Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.E.	73	Tinglados	RIMZ 10
S.E.	74	Tinglados	RIMZ 10
S.E.	75	Tinglados	RIMZ 10
S.E.	76	Tinglados/Cabina Pintura Base	RIMZ 10
S.E.	77	Almacenes	RIMZ 10
S.E.	78	Almacenes	RIMZ 10
S.E.	79	Tinglados	RIMZ 10
S.E.	80	Tinglados	RIMZ 10
S.E.	81	Tinglados	RIMZ 10
S.E.	82	Tinglados	RIMZ 10
S.E.	83	Taller Electrónica	RIMZ 10
S.E.	84	Lavadero Vehículos	RIMZ 10
S.E.	85	Gasolinera (Gasoil)	GL X
S.E.	86	Tribuna Llanos del Conde	USBA
S.E.	87	Gasolinera (Gasolina) INERTIZADA	USBA
S.E.	88	Garita Acceso CMYT	USBA
S.E.	89	Garita	USBA
S.E.	90	Garita	USBA
S.E.	91	Garita	USBA
S.E.	92	Garita	USBA
S.E.	93	Garita	USBA
S.E.	94	Garita Barrera Principal	USBA
S.E.	95	Garita Barrera GACA X	USBA
S.W.	96	Garita	USBA
S.E.	97	Garita	USBA
S.E.	98	Motos PM	BCG X
S.E.	99	PLMM GACA X	GACA X
		Vestuario	
S.W.	169	Punto Limpio	USBA
S.E.	177	Simulador	RIMZ 10
S.E.	178	Tinglados	GACA X
S.E.	179	Tinglados	GACA X
S.E.	180	Tinglados	GACA X
S.E.	181	Tinglados	GACA X
S.E.	182	Tinglados	GACA X
S.E.	183	Tinglados	GACA X
S.E.	229	Lavadero	GACA X

Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.E.	261	Centro Transformación 1	USBA
S.E.	261A	Caseta Grupo Electrógeno	USBA
S.E.	262	Centro Transformación 2	USBA
S.E.	263	Centro Transformación 3	USBA
S.E.	264	Centro Transformación 4	USBA
S.E.	265	Centro Transformación 5	USBA
S.W.	270	Centro Transformación 10	USBA
S.E.	272	Almacén Productos Funcionales	GL X
S.W.	275	Tinglados/Escuela conductores	RIMZ 2/GL X
S.W.	276	Tinglados	RIMZ 2
S.W.	277	Tinglados	RIMZ 2
S.W.	278	Tinglados/Escuela Conductores	RIMZ 2/GL X
S.W.	279	Tinglados	RIMZ 2
S.W.	280	Tinglados	RIMZ 2
S.W.	281	Almacén Lotes de Abordo	RIMZ 2
S.W.	282	Almacén Lotes de Abordo	RIMZ 2
S.W.	283	Almacén Lotes de Abordo	RIMZ 2
S.W.	284	Almacén Lotes de Abordo	RIMZ 2
S.W.	285	Almacén Lotes de Abordo	RIMZ 2
S.E.	308	Pista de Atletismo	USBA
S.E.	312	Almacén Material Sensible	RIMZ 2/GACA X/BCG X
S.E.	313	Explanada Cervantes	USBA
S.E.	314	Almacén	RIMZ 10
S.E.	315	Explanada Llanos del Conde	USBA
S.E.	316	Aparcamiento Llanos del Conde	USBA
S.E.	317	Pista Aplicación	USBA
S.E.	318	Pista Deportiva	USBA
S.E.	319	Pista Deportiva	USBA
S.W.	320	Helipuerto	USBA
S.W.	321	Pista TT	CTy M

RELACIÓN DE EDIFICIOS BASE CERRO MURIANO			
Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.W.	100	Polvorín	GL X
S.W.	101	Almacenes	GL X
S.W.	102	ABE	GL X
S.W.	103	Setre	GL X
		Almacén Medio Ambiente	USBA
S.W.	104	Tribuna Reina Sofía	USBA
S.W.	104 A	Explanada Reina Sofía	USBA
S.W.	105	Complejo de Verano Residencia de Mandos	USBA
		Vestuarios CUMAS	
S.W.	105A	Piscina	USBA
S.W.	105B	Pista Tenis	USBA
S.W.	106	Tinglado Aparcamiento Mandos	USBA
S.W.	107	Almacén Complejo Verano	USBA
S.W.	108	Aparcamiento Mandos	USBA
S.W.	109	Cuerpo de Guardia	USBA
		Grupo Electrónico	
S.W.	110	Perrera Antigua	USBA
S.W.	111	Vestuario Tropa Masculino	GL X
		Vestuario Tropa Masculino, Oficina UT, Armería, Furrilería	USBA
S.W.	112	Oficinas ,Vestuarios CUMA,s	GL X y USBA
		Vestuario Femenino CUMA,s y TROPA	GLX y USBA
S.W.	113	Unidad Apoyo Instalaciones	USBA
		Empresa Mantenimiento	
		Vestuario Personal Civil	
S.W.	114	Duchas Colectivas	USBA
S.W.	114B	Pista Deportiva	USBA
S.W.	115	2º Escalón (edif. para demoler)	GL X
S.W.	116	Almacén	GL X
S.W.	117	Archivo	GL X

Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.W.	118	Archivo	GL X
S.W.	119	Archivo (Edificio Demolido)	GL X
S.W.	120	Archivo (Edificio Demolido)	GL X
S.W.	121	Archivo	GL X
S.W.	121A	Tinglado-Lavadero	GL X
S.W.	121B	Almacén Chapa Pintura	GL X
S.W.	121C	Tinglado lavadero Foso	GL X
S.W.	123	Lavadero Vehículo Rueda	GL X
S.W.	124	A. Logístico de Mandos Sala de Visitas, Complejo verano Tropa	USBA
S.W.	124A	Piscina	USBA
S.W.	124B	Pista Deportiva	USBA
S.W.	125	EDAR (en desuso)	USBA
S.W.	126	Aparcamiento Sala Visitas	USBA
S.W.	127	Tinglado (desmantelado)	USBA
S.W.	129	Pista Deportiva	USBA
S.W.	130	Vestuario CUMA,s	GLX
S.W.	130A	Pista Aplicación/Pista San Fernando	USBA
S.W.	131	Alojamiento Logístico nº3	USBA
S.W.	131A	Pista Deportiva	USBA
S.W.	132	Alojamiento Logístico nº2	USBA
S.W.	133	Alojamiento Logístico nº1	USBA
S.W.	133B	Pista Deportiva	USBA
S.W.	134	Antiguo Comedor	USBA
S.W.	135	Sala de Calderas	USBA
S.W.	136	Mesón de Tropa	USBA
S.W.	137	Vestuario Transeúntes	USBA
S.W.	137A	Pista Deportiva	USBA
S.W.	138	Transeúntes (PA)	USBA
		Vestuario mandos (PA) y Tropa(PB)	CG BRIMZ X/CIA. DCC

Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.W.	139	Alojamiento Logístico nº4	USBA
S.W.	140	Depósitos Agua Potable y NO Potable Cloradora	USBA
S.W.	141	PLMM BRIMZ X, SAE, USBA, BCG X CT y M Y GL X Vestuarios CUMAS BBVA, Imprenta, Costura, Almacén	USBA
S.W.	141A	Aparcamiento VIP.	USBA
S.W.	142	Almacén	CMyT
S.W.	143	Almacén	GL X
S.W.	143A	Almacén	GL X
S.W.	144	OFAP Centro de Educación Infantil Servicio Veterinario Vestuario CUMAS	USBA
S.W.	145	Almacén	USBA
S.W.	146	Gimnasio	USBA
S.W.	147	Perreras Base	USBA
S.W.	148	C/IED	USBA
S.W.	149	Garita Villares	USBA
S.W.	150	BCG X Vestuario	BCG X
S.W.	150A	Pista Atletismo	USBA
S.W.	150B	Pista Deportiva	USBA
S.W.	151	BCG X Vestuario	BCG X
S.W.	152	Autos Duchas	USBA
S.W.	153	Aulas Conductores	GL X/CG BRIMZ X
S.W.	154	Aulas BCG X Planeamiento Escuela Taller/Taller Empleo	BCG X USBA
S.W.	155	Farmacia Vestuario CUMAS	FARMET

Sector	Nº Edificio	Función Principal	UNIDAD
S.W.	156	Botiquín	USBA
		Vestuario	
S.W.	157	Capilla	USBA
S.W.	158	Almacén USBA	USBA
S.W.	159	Cocina Comedor	USBA
S.W.	159A	Caseta Grupo electrógeno*	USBA
S.W.	160	Cine (edif. para demoler)	USBA
S.W.	161	Estación de Bombeo	USBA
S.W.	162	Depósitos de Agua	USBA
S.W.	163	Galería Tiro Pistola	USBA
S.W.	164	Almacén Butano*	USBA
S.W.	165	Chalet General	USBA
S.W.	169	Punto Limpio	USBA
S.W.	187	Tinglados Vehículos Oficiales	USBA
S.W.	266	Centro Transformación 06	USBA
S.W.	267	Centro Transformación 07	USBA
S.W.	268	Centro Transformación 08	USBA
S.W.	269	Centro Transformación 09	USBA
S.W.	270	Centro Transformación 10	USBA
S.W.	271	Centro Transformación 11	USBA
S.W.	273	2º EMAN	GLX
S.W.	274	2º EMAN	GLX
S.W.	310	Almacén (a demoler)	USBA
S.W.	311	Archivo	USBA

# ANEXO 8

Mes	Grados mes refrigeración	Grados Mes . TVF	Energía consumida mensual (Wh)	Grupos frigoríficos	Volumen equipo (m3)	Total Volumen frigorífico (TVF)(m3)
ene-13	169	9.464	2	7	8	56
feb-13	168	9.408	2			
mar-13	252	14.112	3	<b>ENERGÍA CONSUMIDA REFRIGERACIÓN (kWh)</b>		<b>67,8</b>
abr-13	403	22.568	5			
may-13	486	27.216	6			
jun-13	637	35.672	8			
jul-13	746	41.776	10			
ago-13	767	42.952	10			
sep-13	628	35.168	8			
oct-13	512	28.672	7			
nov-13	237	13.272	3			
dic-13	182	10.192	2			
<b>TOTAL</b>		<b>290.472</b>	<b>68</b>			

Densidad del aire a 25º	1,205
Kg/m3	
Calor específico del aire a presión constante (Cp)	1,012
J/(g*ºc)	
Wh/ (m3*ºC)	
	0,233

Julio	Wh
3600	1

# ANEXO 9

Mes	Grados mes climatización	Grados mes X TVE	Energía consumida mensual (Kwh)
ene-13	0	0	0
feb-13	0	0	0
mar-13	1	438.611	102
abr-13	40	17.544.440	4.093
may-13	63	27.632.493	6.446
jun-13	175	76.756.925	17.906
jul-13	254	111.407.194	25.990
ago-13	272	119.302.192	27.832
sep-13	153	67.107.483	15.655
oct-13	67	29.386.937	6.856
nov-13	8	3.508.888	819
dic-13	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>453.085.163</b>	<b>105.699</b>

Total Volumen Enfriar (TVE) (m3)
438611

<b>ENERGÍA CONSUMIDA CLIMATIZACIÓN (kWh)</b>	<b>105.699</b>
--	----------------

Densidad del aire a 25º	1,205
Kg/m3	
Calor específico del aire a presión constante (Cp)	1,012
J/(g*ºc)	
Wh/ (m3*ºC)	0,233

Julio	Wh
3600	1

# ANEXO 10

Denominación Edificio	Superficie construida (m2)	Altura (m)	Volumen	Calefactado	Refrigerado
OFICINA CÍA,s C10	1.799,86	12	21598,32	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
VESTUARIO C10	269,4	6	1616,22	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
RESIDENCIA MANDOS	1.232	12	14784	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
CECOM	409,01	8	3272,08	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
VESTUARIO BCG	1.049,49	6	6296,94	<b>Sí</b>	<b>No</b>
ALOJAMIENTO LOGISTICO 5	1.652,72	12	19832,64	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
RESIDENCIA MANDOS	1.354	12	16248	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
PLANA MAYOR C10	1.323	18	23814	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
COCINA/COMEDOR	2.456	8	19648	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
PLANA MAYOR REINA	1750	12	21000	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
VESTUARIO REINA	295,85	8	2366,8	<b>Sí</b>	<b>No</b>
OFICINA CÍA,s REINA	1.799,86	12	21598,32	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
GACA	4.190	12	50280	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
RESIDENCIA OFICIALES	747,6	12	8971,2	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
TRANSEUNTES	750	12	9000	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
RESIDENCIA SUBOFICIALES	744	12	8928	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
VESTUARIO REINA	947	8	7576	<b>Sí</b>	<b>No</b>
ALOJAMIENTO LOGISTICO Nº3	1.870	12	22440	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
ALOJAMIENTO LOGISTICO Nº2	1.870	12	22440	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
ALOJAMIENTO LOGISTICO Nº1	1.870	12	22440	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
ALOJAMIENTO LOGISTICO Nº 4	1.870	12	22440	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
CUARTEL GENERAL Y USBA	7.000	12	84000	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
COCINA/COMEDOR	2.426	10	24260	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>

Total Volumen calentar (m3)	Total Volumen refrigerar(m3)
<b>454851</b>	<b>438611</b>

# ANEXO 11

Mes	Grados mes calefacción	Grados mes X TVC	Energía consumida mensual (kWh)
ene-13	270	122.809.770	28.650
feb-13	229	104.160.879	24.299
mar-13	183	83.237.733	19.418
abr-13	88	40.026.888	9.338
may-13	56	25.471.656	5.942
jun-13	14	6.367.914	1.486
jul-13	0	0	0
ago-13	1	454.851	106
sep-13	0	0	0
oct-13	23	10.461.573	2.441
nov-13	197	89.605.647	20.904
dic-13	260	118.261.260	27.589
<b>TOTAL</b>		<b>600.858.171,00</b>	<b>140.172,54</b>

Total Volumen Calentar (TVC) (m3)	Litros Gasóleo necesarios
454851	17557

<b>ENERGÍA CONSUMIDA CALEFACCION (kWh)</b>	<b>140.173</b>
--	----------------

Densidad del aire a 25º	1,205
Kg/m3	
Calor específico del aire a presión constante (Cp)	1,012
J/(g*ºc)	
Wh/ (m3*ºC)	
	0,233

Julio	Wh
3600	1

Rendimiento caldera gasoil	0,8
Poder Calorífico Inferior del Gasoleo (KWh/l)	9,98

# ANEXO 12

Actividades diarias	Litros/ persona			Calor específico del agua a presión constante (Cp)			
Ducha	50			J/(gr*°C)	4,184		
WC *2 veces al día	24			Wh/ (l*°C)	1,162		
Aseo	10						
Actividades conjuntas	Litros	Uso ACS	Temperatura ACS	Consumo Litros totales diarios			
Cocina SE	3500	Ducha invierno	40	81000			
Cocina SO	4000	Ducha verano	36				
Cantinas	5000	Cocina	55	12500			
		Consumo Litros ACS (cocina y cantina)/100 personas	500				
Temperatura mínima media del agua de la red general en °C en Córdoba	Diferencia T ACS Duchas	Gasto energético calderas ACS Duchas (Wh/l)	Diferencia T ACS Cocina/cantina	Gasto energético calderas ACS Cocina (Wh/l)	Días laborales/días festivos	Energía consumida mensual	
ene-13	6	34	39,52	49	56,95	21/10	88686
feb-13	7	33	38,35	48	55,79	19/9	77981
mar-13	9	31	36,03	46	53,46	19/12	75319
abr-13	11	29	33,70	44	51,14	22/8	78617
may-13	12	24	27,89	43	49,98	22/9	67775
jun-13	13	23	26,73	42	48,81	20/10	60133
jul-13	14	22	25,57	41	47,65	23/8	39692
ago-13	13	23	26,73	42	48,81	21/10	38370
sep-13	12	24	27,89	43	49,98	20/10	62488
oct-13	11	25	29,06	44	51,14	22/9	70329
nov-13	9	31	36,03	46	53,46	20/10	77710
dic-13	6	34	39,52	49	56,95	19/12	82165
<b>Media</b>	<b>10,3</b>	<b>29,7</b>	<b>34,52</b>	<b>44,7</b>	<b>51,95</b>		<b>819265</b>

Julio	Wh	<b>Media Personal BRIMZ X. Dia laboral</b>		Días laborales	Días Fin semana
3600	1	2700		año 2013	año 2013
		Cocina SE	700	261	104

Consumo Litros totales anuales	Cocina SO	800
22545000	Cantinas	1000

3479167	<b>Media Personal BRIMZ X. Fin semana</b>	
	450	

Considerando mismo consumo/persona entre día laboral y día de fin de semana, se establece la relación de personal entre día laboral y día de fin de semana para calcular consumo ACS.	0,17	Proporción personal que utiliza ACS para ducha al día	0,6
		Misma proporción horario verano	0,3
		Relación proporción duchas (invierno-verano) para meses de verano	0,5

<b>Energía consumida por ACS Global (kWh)</b>	<b>819265</b>
---	---------------

<b>Litros Gasóleo necesarios</b>	<b>102613</b>
----------------------------------	---------------

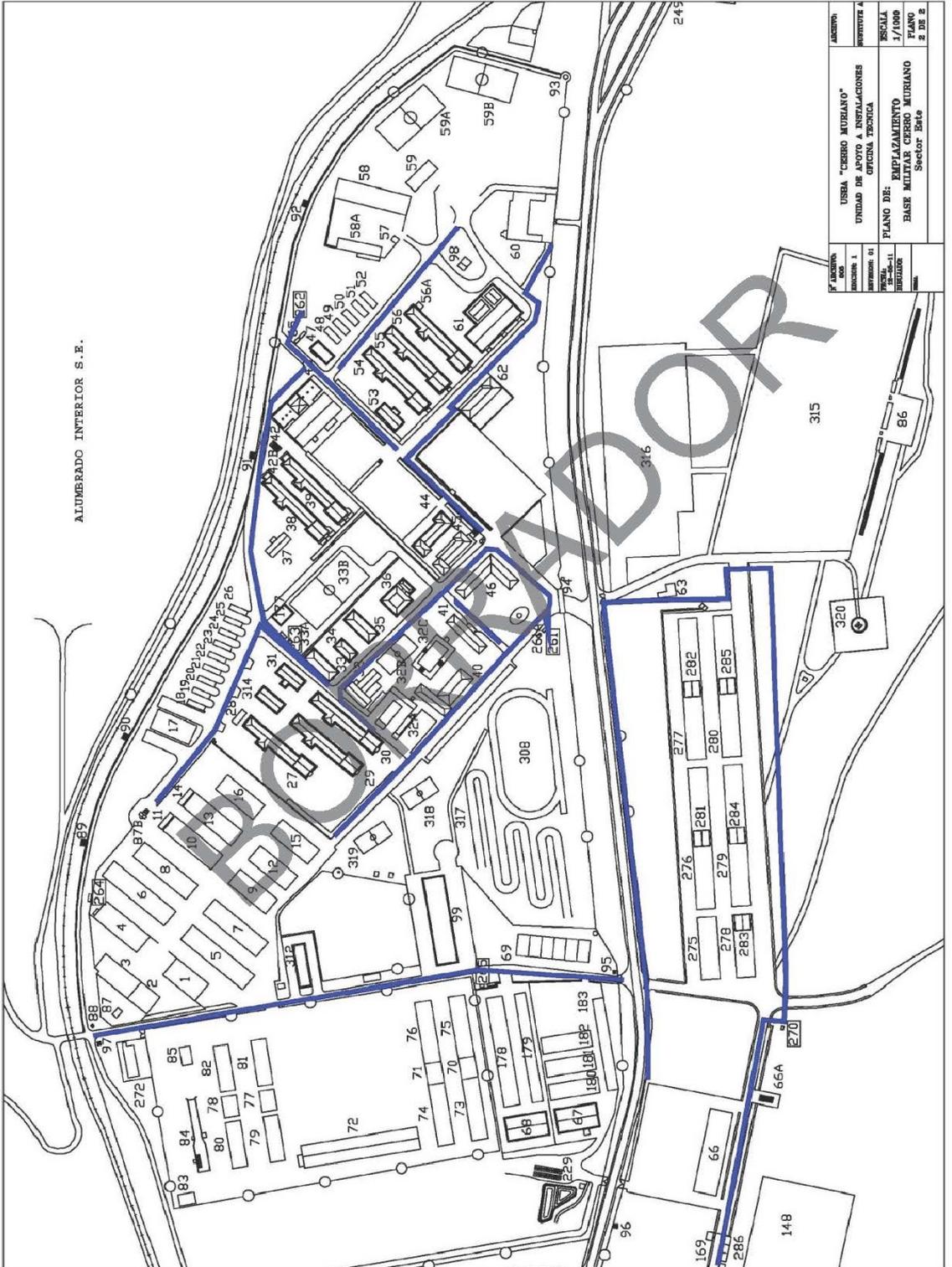
Rendimiento caldera gasoil	0,8
Poder Calorífico Inferior del Gasoleo (KWh/l)	9,98

# ANEXO 13

	Total (unidades)	Potencia media/equipo (kW)	Potencia total instalada (kW)	Meses	Días	Horario	Horas
Luminarias Tipo 1	55	0,250	13,8	Noviembre-Marzo	151	Desde las 1800 a las 0800 del día siguiente	14
Luminarias Tipo 2	83	0,250	20,8				
Luminarias Tipo 3	43	0,250	10,8	Abril-October	214	Desde las 2100 a las 0700 del día siguiente	10
Luminarias Tipo 4	238	0,250	59,5				
Luminarias Tipo 5	10	0,250	2,5	Total horas/año		4254	
Luminarias Tipo 6	13	0,16	2,1	Energía Eléctrica consumida (kWh)	498092		
Luminarias Tipo 7	18	0,40	7,2				
Luminarias Tipo 8	3	0,15	0,5				
Luminarias Tipo 9	6	0,02	0,1				
<b>TOTAL</b>			<b>117,1</b>				

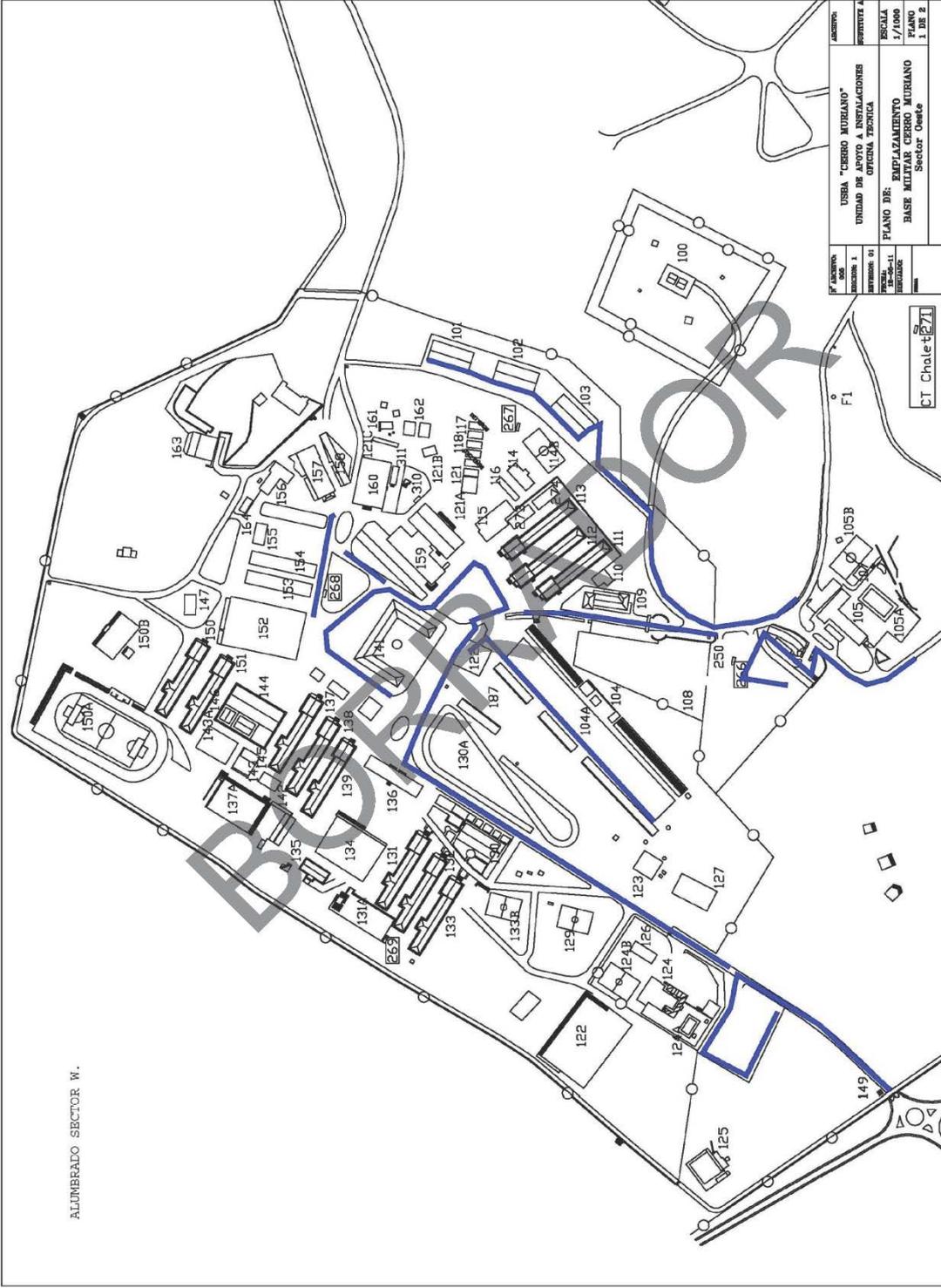
	Horas mensuales luz artificial	Energía consumida mensual
ene-13	434	50816
feb-13	392	45898
mar-13	434	50816
abr-13	300	35126
may-13	310	36297
jun-13	300	35126
jul-13	310	36297
ago-13	310	36297
sep-13	300	35126
oct-13	310	36297
nov-13	420	49177
dic-13	434	50816

# ANEXO 14



PROYECTO	USBA "CERRO MURIANO"
UNIDAD	UNIDAD DE APOYO A INSTALACIONES
PROYECTO	OFICINA TECNICA
ESCALA	1/1000
PLANO	EMPLAZAMIENTO
FECHA	BASE MILITAR CERRO MURIANO
	Sector Base

ALUMBRADO SECTOR W.



PROYECTO:	USBA "CERRO MURILANO"
UNIDAD DE APOYO:	UNIDAD DE APOYO A INSTALACIONES OFICINA TECNICA
ESCALA:	1/1000
PLANO DE:	EMPLAZAMIENTO MURILANO
BASE:	MURILANO Sector Oeste

PROYECTADO POR:	CT Chale + [27]
FECHA:	
PROYECTO N°:	
FECHA DE ENTREGA:	
FECHA DE APROBACION:	
FECHA DE REVISION:	
FECHA DE EMISION:	

# ANEXO 15

	Total (unidades)	Potencia media/equipo (kW)	Potencia total instalada (kW)
Luminarias Tipo 1	528	0,250	132,0
Luminarias Tipo 2	2.652	0,072	190,9
Luminarias Tipo 3	182	0,054	9,8
Luminarias Tipo 4	143	0,072	10,3
<b>TOTAL</b>			<b>343,1</b>

Factor uso iluminación interior periodo vacacional	0,66
--	------

<b>Energía Eléctrica consumida (kWh)</b>	<b>943904</b>
--	---------------

	Número de días	Horas/día iluminación	Horas mensuales luz artificial	Energía consumida mensual
ene-13	31	8	248	85.081
feb-13	28	8	224	76.847
mar-13	31	8	248	85.081
abr-13	30	8	240	82.336
may-13	31	8	248	85.081
jun-13	30	8	240	82.336
jul-13	31	8	164	56.153
ago-13	31	8	164	56.153
sep-13	30	8	240	82.336
oct-13	31	8	248	85.081
nov-13	30	8	240	82.336
dic-13	31	8	248	85.081
<b>TOTAL</b>			<b>2.751</b>	<b>943.904</b>

# ANEXO 16

Instalaciones	Equipos	Sector E	Sector O	Total (unidades)	Potencia media/equipo (kW)	Potenica total instalada (kW)	Consumos	Energía Consumida Año (KWh)
<b>Refrigeración</b>								
	Grupos frigoríficos	3	4	7	11	8	electricidad	68
	Unidades de climatización Tipo 1			201	6	1206	electricidad	105699
	Unidades de climatización Tipo 2			207	8	1656	electricidad	
	Unidades de climatización Tipo 3			160	4	640	electricidad	
	Unidades de climatización Tipo 4			2	5	10	electricidad	
	Unidades de climatización Tipo 5			4	5	20	electricidad	
<b>Calefacción</b>								
	Calderas Tipo 1	5	2	7	160	1,120	gasóleo	140173
	Calderas Tipo 2	3	6	9	370	3,330	gasóleo	
<b>ACS</b>								
	Calderas Tipo 1	5	5	10	50	500	gasóleo	843773
	Calderas Tipo 2	2	1	3	82	246	gasóleo	
	Calderas Tipo 3	3	1	4	280	1,120	gasóleo	
	Calderas Tipo 4	1	2	3	55	165	gasóleo	
	Bombas Tipo 1			4	15	60	electricidad	10605
	Bombas Tipo 2			4	5	20	electricidad	
<b>Compresores</b>		6	3	9	270			
<b>Iluminación</b>								
	Luminarias exterior Tipo 1			55	250	138	electricidad	498092
	Luminarias exterior Tipo 2			83	250	208	electricidad	
	Luminarias exterior Tipo 3			43	250	108	electricidad	
	Luminarias exterior Tipo 4			238	250	595	electricidad	
	Luminarias exterior Tipo 5			10	250	25	electricidad	
	Luminarias exterior Tipo 6			13	160	21	electricidad	
	Luminarias exterior Tipo 7			18	400	72	electricidad	
	Luminarias exterior Tipo 8			3	150	5	electricidad	
	Luminarias exterior Tipo 9			6	18	1	electricidad	
	Luminarias interior Tipo 1			528	250	1.320	electricidad	943904
	Luminarias interior Tipo 2			2,652	72	1.909	electricidad	
	Luminarias interior Tipo 3			182	54	98	electricidad	
	Luminarias interior Tipo 4			143	72	103	electricidad	